



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

TEMA:

**“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OPERACIÓN DEL
ALIMENTADOR DE DISTRIBUCIÓN PILLARO CENTRO
CORRESPONDIENTE A LA S/E PILLARO, DE PROPIEDAD DE LA
EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.”**

AUTOR:

GUACHI IZA ANGEL DAVID

DIRECTOR DE TESIS:

ING. MARCELO BARRERA

LATACUNGA – ECUADOR

2016

FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, l@s postulantes:

- **GUACHI IZA ANGEL DAVID**

Con la tesis, cuyo título es:

“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR DE DISTRIBUCIÓN PILLARO CENTRO CORRESPONDIENTE A LA S/E PILLARO, DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.”

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de Abril del 2016

Para constancia firman:

Ing. Angel León
PRESIDENTE

Dr. Marcelo Bautista
MIEMBRO

Ing. Vicente Quispe
OPOSITOR

Ing. Marcelo Barrera
TUTOR (DIRECTOR)

AUTORÍA

Yo, Guachi Iza Angel David C.I 1804506010 declaro que los resultados obtenidos y expuestos en el presente trabajo investigativo de grado con el tema: **“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR DE DISTRIBUCIÓN PILLARO CENTRO CORRESPONDIENTE A LA S/E PILLARO, DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.”**, son absolutamente de mi autoría; a excepción de las referencias bibliográficas que se incluyen en la redacción.

Que los criterios emitidos en el trabajo de investigación así como también los contenidos, conclusiones y recomendaciones son de exclusiva responsabilidad del postulante, como autor del presente trabajo.

Latacunga, 22 de Abril del 2016

Guachi Iza Angel David

C.I.1804506010

AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director de trabajo de investigación sobre el tema:

“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR DE DISTRIBUCIÓN PILLARO CENTRO CORRESPONDIENTE A LA S/E PILLARO, DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.”

Del señor estudiante; Guachi Iza Angel David Egresado de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia,

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 22 de Abril del 2016

EL DIRECTOR

.....

Ing. Barrera Flores Jaime Marcelo

C.I.1801848779

AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de **Asesor Metodológico** del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR DE DISTRIBUCIÓN PILLARO CENTRO CORRESPONDIENTE A LA S/E PILLARO, DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.”

Del señor estudiante; Guachi Iza Angel David Egresado de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia,

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 22 de Abril del 2016

.....
Lcda. Susana Pallasco. Msc

ASESOR METODOLÓGICO

CERTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

CERTIFICACIÓN.

En calidad de Jefe del Área de Distribución del Departamento de Diseño y Construcción perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato S.A, a petición verbal del interesado **Certifico Que:**

El señor Guachi Iza Angel David, portador de la cedula de ciudadanía N°180450601-0, realizo el trabajo investigativo de Tesis de Grado con el Tema:

“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR DE DISTRIBUCIÓN PILLARO CENTRO CORRESPONDIENTE A LA S/E PILLARO, DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.”, bajo la supervisión de esta área, siguiendo todos los lineamientos internos y requerimientos establecidos por la EEASA.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso de este documento en forma de que estime conveniente.

Latacunga, 22 de Abril del 2016

Atentamente,

Ing. Paul Muyulema
JEFE ÁREA DE DISTRIBUCIÓN
C.I.1803449964

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por la oportunidad de llegar a cumplir mis metas y objetivos planteados, a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional para el desarrollo de este proyecto.

Mi sincero agradecimiento al Ing. Paul Muyulema director del Área de Distribución por su asesoramiento en el tema de pérdidas técnicas, aprendizaje de software Cymdist, y otros temas de ingeniería eléctrica que fomentaron la ejecución de este proyecto, a la Empresa Eléctrica Ambato S.A. por la cordial acogida.

Finalmente agradezco al Ing. Marcelo Barrera director de Tesis por su acertada orientación y consejos que ayudaron a la culminación del presente trabajo investigativo.

GUACHI IZA ANGEL DAVID

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico a mis padres Angel y Mercedes quienes son mi fortaleza, y mis hermanos Enrique y Marcelo por su apoyo incondicional, a ellos que siempre estuvieron en momentos tanto buenos como no tan buenos ayudándome con consejos, palabras de motivación y sabiduría, para así poder alcanzar mis metas y anhelos.

A MIS SOBRINOS, Alex y Tatiana por ser como mis hermanos menores y haber crecido juntos a ellos les dedico el presente trabajo esperando que se motiven y sigan adelante, que con esfuerzo y dedicación se logra alcanzar lo que se quiere.

GUACHI IZA ANGEL DAVID

ÍNDICE GENERAL

FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AUTORÍA	iii
AVAL DE DIRECTOR DE TESIS	iv
AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO.....	v
CERTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
1. MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Pérdidas de Energía en los Sistemas Eléctricos.....	2
1.2.1 Clasificación de las Pérdidas de Energía	3
1.2.2 Pérdidas Técnicas	3
1.2.3 Pérdidas No Técnicas	4
1.3 Empresa Distribuidora	5
1.4 Sistemas de Distribución.....	6

1.4.1 Subestación de Distribución	7
1.4.2 Sistema de Distribución Aéreo	7
1.4.3 Alimentador Primario	8
1.4.4 Transformadores de Distribución	9
1.4.5 Alimentador Secundario	9
1.4.6 Alumbrado Público	9
1.4.7 Acometidas.....	10
1.4.8 Contadores de Energía.....	10
1.4.9 Características de los Sistemas de Distribución	10
1.5 Términos Utilizados en la Evaluación	11
1.5.1 Energía Eléctrica	11
1.5.2 Balance de Energía.....	11
1.5.3 Energía Registrada	12
1.5.4 Carga Instalada	12
1.5.5 Curva de Carga.....	12
1.5.6 Demanda	12
1.5.7 Demanda Máxima.....	13
1.5.8 Factor de Pérdidas	13
1.5.9 Factor de Utilización	13
1.6 Pérdidas en el Alimentador Primario	14
1.6.1 Pérdidas en Líneas de Distribución.....	14
1.6.2 Pérdidas en Transformadores de Distribución	16
1.7 Flujos de Potencia	18
1.8 Niveles de Voltaje.....	18
1.9 Factor de potencia.....	19
1.10 Cargabilidad en los Transformadores.....	20
1.11 Cargabilidad en Conductores	20
1.12 Conductor ASCR	21
1.13 Cocina de Inducción.....	21
1.13.1 Antecedentes del Programa.....	21
1.13.2 Consumo Promedio de las Cocinas de Inducción	22

1.13.3 Crecimiento de Clientes y Consumo de Energía.....	22
1.13.4 Proyección de demanda con el ingreso de las cocinas de inducción	23
1.14 Descripción de los Software para la Modelación Digital	23
CAPÍTULO II.....	26
2. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	26
2.1 Aspectos generales de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.	26
2.1.1 Antecedentes históricos.....	26
2.1.2 Dedicación	27
2.1.3 Ubicación Geográfica	27
2.1.4 Objetivos de la Empresa.....	27
2.1.5 Misión	28
2.1.6 Visión.....	28
2.1.7 Función.....	28
2.2 Diseño Metodológico.....	30
2.2.1 Metodología a Desarrollarse	30
2.2.2 Tipos de investigación.....	31
2.3 Levantamiento de Datos para la Evaluación	32
2.3.1 Datos de Demanda	32
2.3.2 Energía Suministrada	34
2.3.3 Energía Registrada	34
2.3.4 Energía Alumbrado Público	34
2.3.5 Energía Registrada	35
2.3.6 Balance Inicial de Energía.....	36
2.3.7 Capacidad Instalada.....	36
2.3.8 Calibres de los Conductores	37
2.4 Modelación del Alimentador Pillaro Centro	38
2.4.1 Distribución de la Carga	38
2.4.2 Ingreso de Información al Software	38
2.4.3 Reporte de la Modelación	40
2.5 Pérdidas Técnicas a Demanda Máxima en el Alimentador Pillaro Centro.....	42
2.5.1 Cálculo de Pérdidas resistivas de Potencia en el Instante i (Kw).....	42

2.5.2 Pérdidas de Energía en Redes Primarias.....	44
2.5.3 Cálculo del Factor de Pérdidas	44
2.5.4 Estimación de Pérdidas en transformadores de Distribución	45
2.5.5 Balance de Energía por Componente	50
2.6 Parámetros de Operación Alimentador Pillaro Centro.....	50
2.6.1 Porcentaje y Caída de Voltaje en el Alimentador	50
2.6.2 Factor de Potencia	51
2.6.3 Cargabilidad de los Transformadores en el Alimentador	52
2.7 Análisis General de los Resultados obtenidos.....	54
2.8 Determinación de la demanda por Inducción	55
2.8.1 Demanda total para los Transformadores	58
2.8.2 Proyección de la Demanda.....	59
2.8.3 Reporte de Simulaciones a través del software Cymdist.....	72
2.9 Operacionalización de Variables	78
2.10 Verificación de la Hipótesis	79
CAPÍTULO III.....	80
3. PROPUESTA.....	80
3.1 Presentación	80
3.2 Justificación de la Propuesta.....	81
3.3 Objetivos de la Propuesta	82
3.3.1 Objetivo General.....	82
3.3.2 Objetivos específicos.....	82
3.4 Propuesta	83
3.4.1 Repotenciación de los transformadores de distribución del Alimentador Pillaro Centro	83
3.4.2 Factibilidad Económica	86
3.5 Transferencia de carga Para el año más crítico 2022	93
3.5.1 Balance de Carga en el Alimentador Pillaro Centro.....	93
3.5.2 Reportes del balance de carga	95
3.5.3 Perfiles de voltaje en el alimentador Pillaro Año 2022.....	97
3.5.4 Análisis económico de una transferencia (Balance) de carga	99

3.6 Factibilidad Operacional	102
CONCLUSIONES.....	104
RECOMENDACIONES.....	105
GLOSARIO DE TÉRMINOS	106
BIBLIOGRAFÍA	107
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	108
ANEXOS	109

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	7
GRÁFICO 2 DIAGRAMA DEL ALIMENTADOR PILLARO CENTRO	8
GRÁFICO 3 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.....	9
GRÁFICO 4 TRIANGULO DE POTENCIAS	20
GRÁFICO 5 SOFTWARE CYMDIST	25
GRAFICO 6 SISTEMA ORGANIZACIONAL DE LA EEASA	29
GRÁFICO 7 CURVA DE DEMANDA ANUAL.....	33
GRÁFICO 8 DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA	39
GRÁFICO 9 PANTALLA PRINCIPAL DE CYMDIST.....	39
GRÁFICO 10 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS RESISTIVAS EN EL INTERVALO i.....	43
GRÁFICO 11 FACTOR DE COINCIDENCIA COCCIÓN.....	56
GRÁFICO 12 PROYECCIÓN DE CLIENTES RESIDENCIALES.....	61
GRÁFICO 13 PROYECCIÓN DE CLIENTES COMERCIALES.....	62
GRÁFICO 14 PROYECCIÓN DE CLIENTES INDUSTRIALES	63
GRÁFICO 15 PROYECCIÓN TOTAL DE CLIENTES.....	64
GRÁFICO 16 PROYECCION DE ENERGIA CON LOS (100Khw) SEGÚN EL PME 2013-2022.	66
GRÁFICO 17 PROYECCIÓN RESIDENCIAL DE ENERGÍA (4,8%)	68
GRÁFICO 18 PROYECCIÓN DE ENERGÍA RESIDENCIAL CON COCINAS DE INDUCCIÓN (Kwh).....	69
GRÁFICO 19 PROYECCIÓN COMERCIAL DE ENERGÍA (5,7%).....	70
GRÁFICO 20 PROYECCIÓN INDUSTRIAL DE ENERGÍA (5,1%)	70
GRÁFICO 21 PROYECCIÓN DE ENERGÍA HASTA EL AÑO 2022 CON COCINAS DE INDUCCIÓN.....	71
GRÁFICO 22 PORCENTUAL DE ENERGÍA POR TIPO DE CLIENTE HASTA EL AÑO 2022	71
GRÁFICO 23 ALIMENTADOR PILLARO AÑO 2022 CONDICIONES MÁS CRITICAS.....	77
GRÁFICO 24 BALANCE DE CARGA	94
GRÁFICO 25 ANÁLISIS DE BALANCE DE CARGA	95
GRÁFICO 26 ALIMENTADOR PILLARO AÑO 2022 SIN BALANCE DE CARGA	98
GRÁFICO 27 DESPUÉS DEL BALANCE DE CARGA	98

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 EMPRESAS ELÉCTRICAS DEL ECUADOR	6
TABLA 2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN	10
TABLA 3 DATOS DE REGISTROS DE DEMANDA	15
TABLA 4 VARIACIONES DE VOLTAJE ADMITIDAS	19
TABLA 5 DEMANDAS PICO ALIMENTADOR PILLARO	33
TABLA 6 ENERGÍA SUMINISTRADA PERÍODO DE ESTUDIO.....	34
TABLA 7 ENERGÍA FACTURADA ALIMENTADOR PILLARO.....	34
TABLA 8 ENERGÍA CONSUMIDA ALUMBRADO PÚBLICO	35
TABLA 9 ENERGÍA REGISTRADA	36
TABLA 10 BALANCE INICIAL DE ENERGÍA	36
TABLA 11 CAPACIDAD INSTALADA	37
TABLA 12 LONGITUD Y CALIBRES.....	37
TABLA 13 VALORES INGRESADOS EN LA MODELACIÓN	38
TABLA 14 RESUMEN DE RESULTADOS	40
TABLA 15 CONDICIONES ANORMALES EN EL ALIMENTADOR	41
TABLA 16 COSTO ANUAL DE LAS PÉRDIDAS EN EL ALIMENTADOR	41
TABLA 17 PÉRDIDAS EN LA RED PRIMARIA	44
TABLA 18 FACTOR DE PÉRDIDAS.....	44
TABLA 19 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN VACÍO	46
TABLA 20 PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN VACÍO	47
TABLA 21 FACTOR DE UTILIZACIÓN	47
TABLA 22 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN EL COBRE	48
TABLA 23 PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN EL COBRE	49
TABLA 24 PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR COMPONENTE	50
TABLA 25 CAÍDA DE VOLTAJE (%)	51
TABLA 26 FACTOR DE POTENCIA	51
TABLA 27 FACTOR DE POTENCIA ALIMENTADOR PILLARO	52
TABLA 28 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS	53
TABLA 29 TRANSFORMADORES SUBUTILIZADOS	53
TABLA 30 TRANSFORMADORES EN ESTADO NORMAL	54
TABLA 31 DEMANDA TOTAL TRANSFORMADORES.....	59
TABLA 32 PROYECCIÓN DE CLIENTES RESIDENCIALES	61
TABLA 33 PROYECCIÓN DE CLIENTES COMERCIALES.....	62
TABLA 34 PROYECCIÓN TOTAL DE CLIENTES (PME 2013-2022)	64
TABLA 35 DISTRIBUCIÓN DE COCINAS EN EEASA.....	65
TABLA 36 DISTRIBUCIÓN DE COCINAS EN EL ALIMENTADOR PILLARO CENTRO.....	65
TABLA 37 PROYECCIÓN DE ENERGÍA CLIENTES RESIDENCIALES	67

TABLA 38 PROYECCIÓN DE ENERGÍA RESIDENCIAL+INDUCCIÓN	68
TABLA 39 RESUMEN DE DATOS SOFTWARE CYMDIST AL AÑO 2022.....	72
TABLA 40 TRAMOS AFECTADOS CON LAS SIMULACIONES.....	73
TABLA 41 COSTO DE PÉRDIDAS EN EL ALIMENTADOR	73
TABLA 42 CAÍDA DE VOLTAJE TRANSFORMADOR MÁS ALEJADO	74
TABLA 43 RESUMEN DE CAÍDAS DE VOLTAJE EN EL P026	74
TABLA 44 REPORTES CYMDIST SOBRE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	76
TABLA 45 PROYECTOS DE REFORZAMIENTO DE PRIMARIOS	84
TABLA 46 TRANSFORMADORES A SER CAMBIADOS	85
TABLA 47 CANTIDAD DE TRANSFORMADORES.....	85
TABLA 48 PRESUPUESTO EN DESMANTELAMIENTO	86
TABLA 49 MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN	87
TABLA 50 PRESUPUESTO TRANSFORMADORES 1Ø Y 3 Ø	88
TABLA 51 PRESUPUESTO COSTOS INDIRECTOS.....	88
TABLA 52 PRESUPUESTO TOTAL ALIMENTADOR PILLARO	89
TABLA 53 FLUJOS DE CAJA	89
TABLA 54 DETERMINACIÓN DEL VAN	91
TABLA 55 DETERMINACIÓN DE LA TIR	92
TABLA 56 COSTO BENEFICO	93
TABLA 57 REPORTE CYMDIST PARA EL AÑO 2022.....	94
TABLA 58 RESUMEN DEL NIVEL DE CARGA	95
TABLA 59 CAMBIO DE FASE RECOMENDADO	96
TABLA 60 CONDICIONES DE OPERACIÓN AÑO 2022	96
TABLA 61 CAIDAS DE VOLTAJE TRANSFORMADOR 9984	97
TABLA 62 CAÍDAS DE VOLTAJE TRANSFORMADOR 9794	97
TABLA 63 COSTO DE MATERIALES PARA LA TRANSFERENCIA	99
TABLA 64 COSTOS DE INVERSIÓN	100
TABLA 65 VAN DE LA TRANSFERENCIA DE CARGA	100
TABLA 66 TIR DE LA TRANSFERENCIA DE CARGA	101
TABLA 67 RELACIÓN COSTO BENEFICIO	101

RESUMEN

El presente estudio hace un análisis de la operación del alimentador Primario Pillaro Centro de la Empresa Eléctrica Ambato S.A, que incluye pérdidas técnicas y parámetros de operación a nivel de medio voltaje, además se determinan las pérdidas por la inclusión de la cocina de inducción.

Se inicia con un proceso de levantamiento de la información actual del alimentador, por medio de herramientas computacionales y datos técnicos del departamento de Diseño y Construcción de la EEASA, se determinan el número total de clientes, número de transformadores, calibres de conductores a lo largo del alimentador, permitiendo construir los orígenes sobre los que se ha de levantar la investigación, además se utiliza el software CYMDIST, el mismo que permite determinar el estado operativo actual, y hacer una corrida de flujo a demanda máxima para determinar las pérdidas en los conductores aplicando el método de Poveda Mentor. Para determinar las pérdidas en los transformadores de distribución, se utilizan datos de pruebas de laboratorio realizadas a los transformadores y ecuaciones establecidas, se analiza el funcionamiento del alimentador Pillaro, después se determina la demanda por la incorporación de las cocinas de inducción, por otra parte, se hace referencia de cómo afecta a las Redes de Distribución, Transformadores trifásicos y monofásicos.

Finalmente, se plantean soluciones y recomendaciones para el alimentador Pillaro Centro, se sugiere cambiar los transformadores que presenten sobrecargas, así como optimizar el funcionamiento del alimentador a futuro.

ABSTRACT

The present study analyzes the primary electrical feeder Pillaro Centro of the Empresa Electrica Ambato S.A, which includes technical losses and operating duty parameters at medium voltage, are also determined losses by the inclusion of the induction cooker.

It starts with a raising process of the information about the electrical feeder, using computing tools and technical data from the EEASA Design&construction Department, determines the total number of clients, number of transformers, quality of the electric cables along the electrical feeder, allowing to build origins on which has to get research, also uses the CYMDIST software which allows you to determine the current operating condition, and to make a load flow to maximum demand to determine the losses in electric cables by applying the Poveda's method. To determine the losses in distribution transformers, used data from laboratory tests performed to transformers and established equations, Pillaro Centro electrical feeder performance is analyzed, then determines the demand by the incorporation of the induction cookers, moreover it is referenced affects how to distribution networks, three-phase and single-phase transformers.

Finally, there are solutions and recommendations for the electrical feeder Pillaro Centro, suggested change transformers showing overload, as well as to optimize the performance of the electrical feeder in the future.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **GUACHI IZA ANGEL DAVID**, cuyo título versa **“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR DE DISTRIBUCIÓN PILLARO CENTRO CORRESPONDIENTE A LA S/E PILLARO, DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 22 de Abril del 2016

Atentamente,

Lic. Mgs. Sonia Jimena Castro Bungacho
DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 050197472-9

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del estudio de la operación del Alimentador Pillaro determinará las condiciones actuales y futuras, que permitirán la continuidad y calidad del servicio de energía de este circuito eléctrico, bajo las políticas internas que plantea la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

El presente trabajo investigativo pretende mejorar aspectos del alimentador tales como perfiles de voltaje, cargabilidad de los transformadores de distribución, y reducción de pérdidas técnicas, a través del análisis de la demanda, para ello se utilizará una herramienta tecnológica como es el caso del software Cymdist de propiedad de la EEASA, todos los resultados serán determinados mediante la modelación del alimentador Pillaro, específicamente de sus transformadores de distribución ya que en ellos se ingresará información sobre demanda de consumo de energía. Para la proyección de la demanda se basará en tasas de crecimiento planteadas por el Plan Maestro de Electrificación 2013-2022.

El desarrollo del Capítulo I, comprende una serie de conceptos ecuaciones y métodos que ayudarán al desenvolvimiento de la investigación. El Capítulo II, se encuentra marcado por los análisis y resultados de la investigación.

Finalmente el Capítulo III detalla la Propuesta planteada para mejorar o dar solución a ciertos aspectos encontrados a lo largo de la investigación, además se plantean conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Según el plan Maestro de Electrificación 2013-2022 Volumen II, “Estudio y Gestión de la Demanda Eléctrica del Ecuador”, Los porcentajes de pérdidas resultan útiles para identificar la o las etapas de la red donde cada empresa está registrando mayores inconvenientes. El porcentaje a nivel de pérdidas técnicas en la EEASA en el año 2013 fue de 6,58% y para el año 2014 fue de 6,57%.

1.2 Pérdidas de Energía en los Sistemas Eléctricos

(MUYULEMA Masaquiza, 2008) Conceptualiza que: “Las pérdidas de potencia se originan en los componentes de red, pérdidas de origen que se producen en todo instante en los conductores, transformadores, pérdidas que al ser evaluadas en un intervalo de tiempo se convierten en pérdidas de energía.” Pág. 16.

(FREIRE Villasís, 2012) Establece que: “la estimación de las pérdidas es uno de los primeros pasos de cualquier esfuerzo destinado a mejorar la eficiencia de una empresa de suministro eléctrico.” Pág. 15.

Para el postulante la determinación de pérdidas refleja el estado operativo de un sistema eléctrico en una empresa distribuidora, las decisiones tanto técnicas como económicas que se tomen para reducir dichas pérdidas parten de evaluar la demanda actual mediante el uso de herramientas técnicas y software, los cuales permiten modelar y modificar los componentes de red logrando un funcionamiento óptimo y por consiguiente la reducción de las pérdidas de energía.

1.2.1 Clasificación de las Pérdidas de Energía

Las pérdidas de energía no pueden eliminarse por completo, sin embargo es posible reducirlas al mínimo mejorando así la eficiencia de una empresa de distribución de energía. Es de suma importancia conocer y evaluar la incidencia de las pérdidas de energía en las redes primarias de distribución, mediante análisis o estudios podemos ejecutar acciones que mejorarán la calidad y continuidad de servicio así como la optimización de dicho sistema primario, existe dos tipos de pérdidas en los sistemas eléctricos que evaluadas en un período de tiempo se convierten en pérdida de energía, estas pérdidas se clasifican en: Técnicas y no Técnicas.

1.2.2 Pérdidas Técnicas

Estas pérdidas se deben a fenómenos físicos, constituyen la energía que se disipa y que no puede ser aprovechada, son inevitables y es por ello que se encuentran presentes en todos los sistemas eléctricos, un alto porcentaje de éstas se halla en los sistemas de distribución; de ahí la importancia para plantear estudios técnicos encaminados a mejorar estos sistemas, puesto que cualquier mejora por pequeña que sea influirá en el desempeño de la empresa y retribuirá ganancias considerables. Dentro de estas pérdidas se destacan las por efecto joule y en vacío.

1.2.2.1 Pérdidas por Efecto Joule

Se encuentran relacionadas con las corrientes que circulan por los elementos del sistema y su magnitud es proporcional al cuadrado de la corriente, también se las conoce como pérdidas resistivas, estas dependen principalmente de cómo varía la demanda, la siguiente expresión muestra las pérdidas en el sistema.

$$\text{Ecuación 1} \quad P_L = I^2 * R$$

Dónde:

P_L = Pérdidas en el elemento del sistema (W)

I = Corriente que circula por el elemento (A)

R = Resistencia del elemento (Ω).

1.2.2.2 Pérdidas en Vacío

Se presentan por el solo hecho de energizar el elemento en el cual se produce, sin importar que la carga sea nula, este tipo de pérdidas depende principalmente de la variación del voltaje mas no de la variación de la demanda, se presentan normalmente en los transformadores y máquinas eléctricas por las corrientes de Foucault y ciclos de histéresis producidos por corrientes de excitación, también se incluyen las pérdidas en las líneas debido al efecto corona.

1.2.3 Pérdidas No Técnicas

(VÁSQUEZ Castillo, 2008) Manifiesta que: “las pérdidas no técnicas en un sistema de distribución ocurren en la red de bajo voltaje, cuyas fuentes principalmente son los medidores inexactos; deficiencias en la parte comercial de la distribuidora, incluyendo aquí la mala lectura de los medidores, la mala digitación de las lecturas de los mismos o hasta medidores que no son leídos debido a las largas distancias donde estos se encuentran.”

El postulante manifiesta que las pérdidas no técnicas son el resultado de la ineficiencia en proceso de facturación de energía, errores en los sistemas de

medición, conexiones ilegales, planificación deficiente, uso inadecuado de recursos, en resumen estas pérdidas son causadas por las personas que se encuentra vinculadas dentro y fuera de la empresa distribuidora, por lo general ocurren en redes de distribución de bajo voltaje.

1.3 Empresa Distribuidora

(ARCONEL, 2001) Manifiesta que: “Las Empresas Distribuidoras tienen la responsabilidad de prestar el servicio eléctrico a los Consumidores ubicados en su zona de Concesión, dentro de los niveles de calidad establecidos, en virtud de lo que señala la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, los Reglamentos aplicables, el Contrato de Concesión y las Regulaciones correspondientes.”

Para el postulante una empresa distribuidora es una entidad que dota de servicio eléctrico a las personas según sus necesidades a través de circuitos eléctricos bajo normas de calidad y continuidad de energía eléctrica.

En el Ecuador existen un gran número de empresas distribuidoras de energía y cada empresa tiene sus propias políticas internas y objetivos institucionales, el ente regulador para dichas instituciones es la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL).

La Tabla 1 muestra las principales empresas de distribución del Ecuador y su ubicación.

TABLA 1 EMPRESAS ELÉCTRICAS DEL ECUADOR

REGION.	EMPRESA.
Sierra Norte	E.E. Cotopaxi
	E.E. Norte
	E.E. Quito
Litoral	CNEL-El Oro
	CNEL-Esmeraldas
	CNEL-Guayas
	CNEL-Los Ríos
	CNEL-Manabí
	CNEL-Milagro
	CNEL-Sta. Elena
	CNEL-Sto. Domingo
	Eléctrica de Guayaquil
	E.E. Galápagos
Sierra Centro	CNEL-Bolívar
	E.E. Ambato
	E.E. Riobamba
Sur	E.E. Azogues
	E.E. Centro Sur
	E.E. Sur
Oriente	Oriente CNEL-Sucumbíos

FUENTE: PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN 2013 - 2022

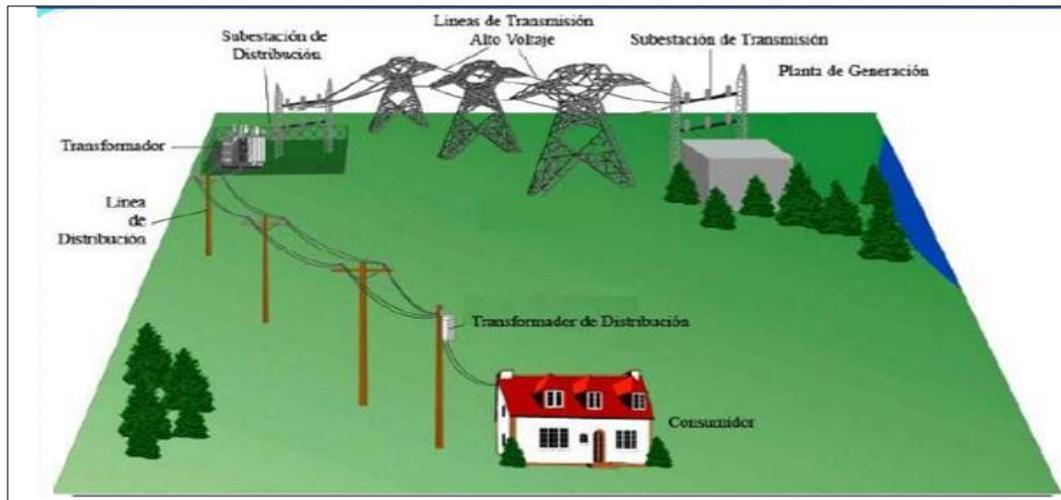
ELABORACIÓN: POSTULANTE

1.4 Sistemas de Distribución

Un sistema de distribución de energía eléctrica es un conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas en distintos niveles de voltaje, ubicados en diferentes lugares dentro de un área de concesión.

El Gráfico 1 muestra el esquema de un sistema de Distribución de Energía.

GRÁFICO 1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN



FUENTE: <http://es.slideshare.net/joselizana58/sistema-electrico-de-potencia-en-chile>

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

1.4.1 Subestación de Distribución

Es el Lugar donde se transforma el voltaje de subtransmisión al de distribución primaria, se compone por la recepción de las líneas que conducen la energía con un voltaje a 69 Kv las cuales energizan al transformador o transformadores de reducción, posee salida de las líneas primarias o alimentadores con un voltaje de 13,8 Kv como es el caso de la EEASA. Las instalaciones de una S/E están diseñadas con su propio centro de control y mantenimiento.

1.4.2 Sistema de Distribución Aéreo

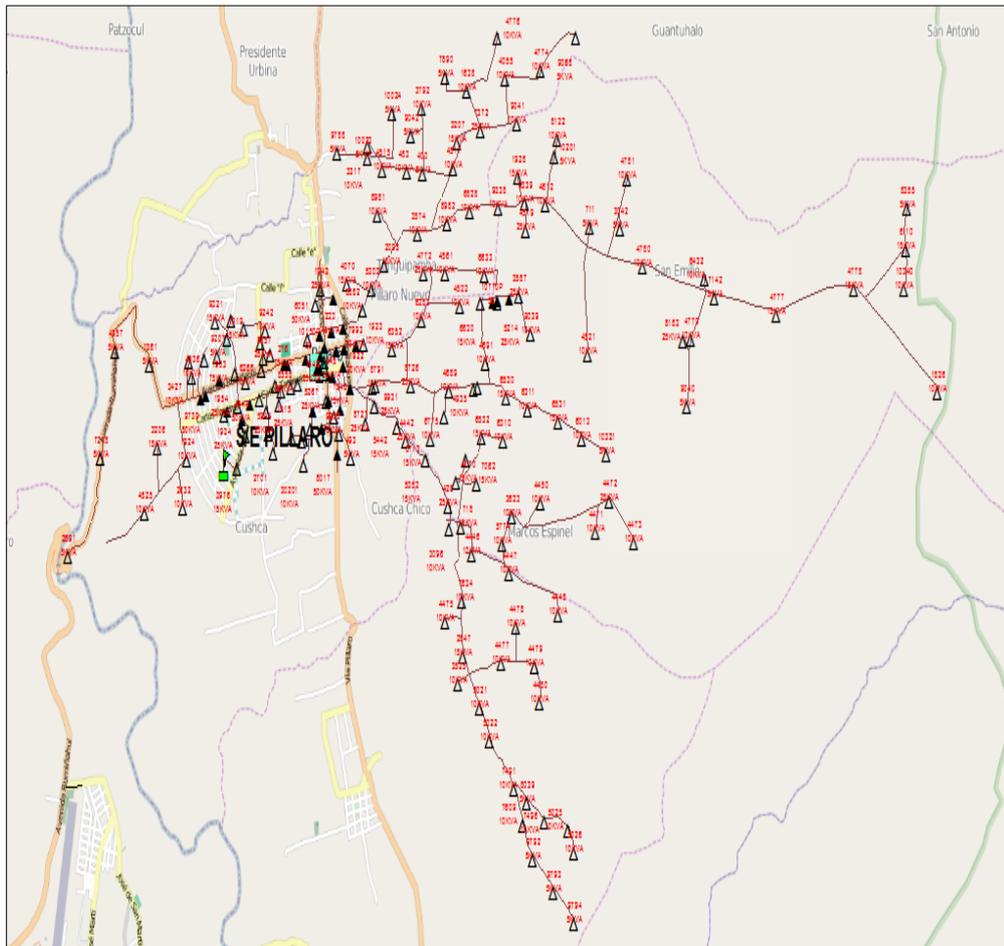
Los sistemas aéreos utilizan usualmente una configuración de tipo radial, la cual consiste en conductores desnudos de calibre grueso en el principio de la línea y de menor calibre en las derivaciones, se compone por troncales trifásicos, laterales monofásicos, que enlazan a los transformadores de distribución, en algunos casos cuando se requiere una mayor flexibilidad y continuidad del servicio se utilizan configuraciones más elaboradas.

1.4.3 Alimentador Primario

Un alimentador es un circuito que sale de la subestación de distribución, también a este sistema eléctrico se le conoce como red primaria o circuito primario, se encargan de llevar la energía eléctrica desde las subestaciones hasta los transformadores de distribución.

El Gráfico 2 muestra un diagrama del alimentador Pillaro Centro obtenida desde ArcGis compuesta por las líneas y transformadores.

GRÁFICO 2 DIAGRAMA DEL ALIMENTADOR PILLARO CENTRO



FUENTE: SOFTWARE ARCGIS
RECOPIACIÓN: POSTULANTE

1.4.4 Transformadores de Distribución

Los transformadores de distribución son máquinas eléctricas encargadas de cambiar el voltaje primario a un valor de menor magnitud de tal manera que el usuario pueda utilizarlo, en si un transformador de distribución es la unión entre alimentadores primarios y secundarios, estas máquinas son montados en postes, cámaras subterráneas, en fin cerca de los centros de consumo. La Gráfica 3 muestra un grupo de transformadores de distribución a diversas potencias.

GRÁFICO 3 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN



FUENTE: Transformadores de Distribución - Catálogo Técnico 2007(ECUATRAN)

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

1.4.5 Alimentador Secundario

Los alimentadores secundarios distribuyen la energía desde el lado de bajo voltaje del transformador de distribución hacia las acometidas de los usuarios.

1.4.6 Alumbrado Público

Es la iluminación en vías expresas, arterias principales, vías colectoras, calles, locales, cruces, plazas, parques, etc., acorde al nivel de luminosidad que se requiera, está formado por luminarias, lámparas, y los accesorios para el montaje.

1.4.7 Acometidas

Transportan la energía de las redes de distribución secundaria hasta el contador de energía de cada cliente, es decir llegan finalmente al usuario que requiere el servicio.

1.4.8 Contadores de Energía

Los contadores de energía o más conocidos como medidores permiten censar o medir el consumo de energía en kilovatios hora para su respectiva facturación, por lo general la facturación se la hace mensualmente a cada uno de los clientes.

1.4.9 Características de los Sistemas de Distribución

Las redes de distribución tienen la misión de transportar energía eléctrica, esta se la hace a nivel de medio voltaje (Mv) y en bajo voltaje (Bv) según los requerimientos particulares de cada cliente, si son usuarios industriales estos se alimentan en medio voltaje también se incluyen algunos clientes comerciales, los clientes residenciales y comerciales pequeños se conectan en bajo voltaje, estos sistemas eléctricos presentan características muy particulares las cuales se distinguen en la Tabla 2.

TABLA 2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

CARACTERÍSTICAS
Se distinguen por:
• Topologías Radiales
• Sistemas Aéreos
• Múltiples derivaciones (monofásicas, trifásicas, etc.)
• Cargas de distinta naturaleza
• Longitudes grandes de recorrido
• Voltaje Medio y Bajo

FUENTE: POSTULANTE

ELABORACIÓN: POSTULANTE

1.5 Términos Utilizados en la Evaluación

A continuación se presentan algunas definiciones, conceptos, términos técnicos y ecuaciones que ayudarán a la realización del presente estudio, con el fin de entender de mejor manera el desarrollo del mismo.

1.5.1 Energía Eléctrica

Se define como la potencia eléctrica dada en un intervalo de tiempo, por lo tanto la energía eléctrica se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$\text{Ecuación 2} \quad E = P \times t$$

Dónde:

E = Energía Eléctrica (Kwh)

P = Potencia Eléctrica (Kw)

t = Intervalo de Tiempo (h).

1.5.2 Balance de Energía

Es la diferencia entre la energía suministrada y la energía facturada o de consumo, el resultado de esta contiene pérdidas de energía (Pérdidas técnicas y No técnicas).

$$\text{Ecuación 3} \quad E_{TL} = E_S - E_R$$

Dónde:

E_{TL} = Pérdidas de Energía (Kwh)

E_S = Energía Suministrada (Kwh)

E_R = Energía Registrada (Kwh).

1.5.3 Energía Registrada

La energía registrada de un alimentador se define como, la sumatoria de la energía facturada por los clientes asociados al alimentador en un período de tiempo establecido, a esta se le añade la energía destinada para alumbrado público.

$$\text{Ecuación 4} \quad E_R = \sum_{i=1}^n E_i + E_{A.P}$$

Dónde:

E_R = Energía registrada (Kwh)

$\sum_{i=1}^n E_i$ = Sumatoria de la energía facturada a los clientes (Kwh)

$E_{A.P}$ = Energía de Alumbrado público (Kwh).

1.5.4 Carga Instalada

Es la sumatoria de potencias nominales de todos los aparatos y equipos que se encuentran conectados a un sistema eléctrico sea que estén en operación, o que potencialmente puedan conectarse al sistema, su unidad está en Kva o Kw.

1.5.5 Curva de Carga

Es una representación gráfica de la variación de las demandas en un período de tiempo determinado (diaria, semanal, mensual, anual).

1.5.6 Demanda

Se conoce como la potencia requerida por un sistema o parte de él, promediada en un intervalo de tiempo previamente establecido, los intervalos de demanda normalmente empleados son 15, 30 y 60 minutos, de ellos el más usual es de 15 minutos.

1.5.7 Demanda Máxima

Representa la mayor demanda que ocurrió en un sistema, durante un período específico de tiempo, comúnmente se la llama demanda máxima o carga pico.

1.5.8 Factor de Pérdidas

Es la relación entre la energía de pérdidas con respecto a las pérdidas resistivas de potencia a demanda máxima del mismo sistema, multiplicado por el período de evaluación.

$$\text{Ecuación 5} \quad F_{\text{pérdidas}} = E_{\text{pérdidas}} / D_{\text{RL-max}} * T$$

Dónde:

$F_{\text{pérdidas}}$ = Factor de pérdidas

$E_{\text{pérdidas}}$ = Energía perdida durante un período (Kwh)

$D_{\text{RL-max}}$ = Pérdidas a demanda máxima (Kw)

T = Tiempo del período (h).

1.5.9 Factor de Utilización

Es la relación entre demanda máxima y la capacidad nominal del sistema de distribución que lo suministra. El factor de utilización es adimensional, por tanto la demanda máxima y la capacidad del sistema de distribución se deberán expresar en las mismas unidades, el factor de utilización establece qué porcentaje de la capacidad del sistema de distribución está siendo utilizando durante el pico de carga.

$$\text{Ecuación 6} \quad F_U = D_{\text{max}} / \text{Cap}_{\text{Instalada}}$$

Dónde:

F_U = Factor de Utilización

D_{max} = Demanda máxima del sistema (KvA)

$\text{Cap}_{\text{INSTALADA}}$ = Capacidad instalada del sistema (KvA).

1.6 Pérdidas en el Alimentador Primario

La mayor concentración de pérdidas en estos sistemas es ocasionada por la transmisión de energía eléctrica, por medio de conductores, transformadores y otros equipos. Este sistema presenta pérdidas en los siguientes componentes:

1.6.1 Pérdidas en Líneas de Distribución

Los sistemas primarios están compuestos por líneas por los cuales atraviesa la corriente necesaria para abastecer la demanda de los clientes con lo cual se presentan pérdidas asociadas principalmente a la resistencia del conductor (Efecto Joule).

- **Método para la Estimación de Pérdidas en Líneas de Distribución.**

La estimación de pérdidas en la red primaria está basada en la aplicación de una metodología propuesta por el artículo técnico planteado por (POVEDA, 1999) este método es aplicable a todos los sistemas en los que se tenga que evaluar pérdidas resistivas por efecto Joule. Para calcular las pérdidas de potencia se obtiene los registros de demanda medida al inicio del alimentador en la subestación, se requiere un mínimo de registro de una semana, con fecha y hora, en el presente estudio se utilizarán registros de demanda correspondientes al período Octubre 2014 - Septiembre 2015, para ello se considera la siguiente matriz:

$$\text{Ecuación 7} \quad \text{Registro} = \left| \begin{matrix} d_i & t_i & D_{P-i} & D_{Q-i} \end{matrix} \right|$$

Dónde:

d_i = Fecha del registro de demanda en el instante i

t_i = Hora del registro de demanda en el instante i

D_{P-i} = Registro de demanda de P. activa en el instante i

D_{Q-i} = Registro de demanda de P. reactiva en el instante i

i = Intervalo de tiempo.

La matriz establecida para las pérdidas está basada en un criterio que abarca a los valores de demanda del alimentador, establecidos por los valores de potencia activa, potencia reactiva, aparente, y factor de potencia registrados en el alimentador en estudio, para el cálculo de pérdidas este método plantea la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 8} \quad D_{RL-i} = (D_{pi} * \text{Cos}_{\varphi_{max}} / D_{pmax} * \text{Cos}_{\varphi_i})^2 (D_{RL-max})$$

Dónde:

D_{RL-i} = Pérdidas resistivas de potencia en el instante i (Kw)

D_{RL-max} = Pérdidas resistivas de potencia a demanda máxima (Kw)

$\text{Cos}_{\varphi_{max}}$ = Factor de potencia en demanda máxima

Cos_{φ_i} = Factor de potencia en el intervalo i

D_{pmax} = Demanda máxima (Kw)

D_{pi} = Demanda en el instante i (Kw).

La Tabla 3 indica algunos datos que se obtienen del medidor instalado en el Alimentador Pillaro, se puede observar la fecha, el tiempo de medición, las potencias y el factor de potencia, que corresponden a los registros del mes de abril 2015, el medidor censa hasta 2980 datos.

TABLA 3 DATOS DE REGISTROS DE DEMANDA

Fecha	Tiempo	F.Potencia	P.Activa(P)	P.Reactiva(Q)	P.Aparente(S)	F.Potencia
01/04/2015	0:15:00	0,96	899,89	265,03	938,10	0,96
01/04/2015	0:30:00	0,96	894,28	275,59	935,78	0,96
01/04/2015	0:45:00	0,96	879,49	267,21	919,19	0,96
01/04/2015	1:00:00	0,96	863,04	264,45	902,64	0,96
01/04/2015	1:15:00	0,95	871,74	271,43	913,02	0,95
01/04/2015	1:30:00	0,95	864,18	273,36	906,39	0,95

FUENTE: REGISTROS DE DEMANDA CECON

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El dato de pérdidas resistivas a demanda máxima (D_{RL-max}) se toma del flujo de potencia obtenido en el programa Cymdist, los parámetros de operación de alimentador tales como perfiles de voltaje, factor de potencia, se evalúan con el software mencionado, luego de obtenidas las pérdidas de potencia resistiva se puede obtener las pérdidas de energía correspondientes así:

$$\text{Ecuación 9} \quad E_{p\acute{e}rdidas} = \sum_{i=1}^n D_{RL-i} * \Delta t$$

Dónde:

$$E_{p\acute{e}rdidas} = \text{P\acute{e}rdidas de energ\xeda (Kw)}$$

$$D_{RL-i} = \text{P\acute{e}rdidas resistivas de potencia en el instante i (Kw)}$$

$$\Delta t = \text{Intervalo de tiempo (h).}$$

Para la determinación del porcentaje de pérdidas en este sistema se obtiene con la siguiente expresión:

$$\text{Ecuación 10} \quad E_{p\acute{e}r.Primario(\%)} = E_{p\acute{e}r} / E_S * 100\%$$

Dónde:

$$E_{p\acute{e}r.Primario(\%)} = \text{Porcentual P\acute{e}rdidas de energ\xeda (Kwh)}$$

$$E_{p\acute{e}r} = \text{P\acute{e}rdidas de energ\xeda (Kwh)}$$

$$E_S = \text{Energ\xeda suministrada (Kwh).}$$

1.6.2 P\acute{e}rdidas en Transformadores de Distribuci3n

Las pérdidas de potencia en un transformador de distribución están asociadas principalmente con las pérdidas en el cobre y hierro, para la evaluación de las pérdidas en transformadores de distribución se deben obtener datos de las pruebas de cortocircuito y circuito abierto que las empresas distribuidoras realizan a sus unidades en el laboratorio o también de los principales proveedores.

1.6.2.1 Pérdidas en el cobre de los Transformadores

Son producto de la circulación de corrientes por los devanados del transformador y son función del cuadrado de esta corriente, estas pérdidas varían con la demanda se les conoce con el nombre de pérdidas resistivas, en los devanados o con carga, para el cálculo de estas pérdidas se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Ecuación 11} \quad P_{cuT} = P_{cun} * F_{u^2} * N$$

Dónde:

P_{cuT} = Pérdidas totales en el cobre (Kw)

P_{cun} = Pérdidas en el cobre a carga nominal (Kw)

F_{u^2} = Factor de uso de los transformadores

N = Número de transformadores del alimentador.

Mientras que para estimar las pérdidas de energía en el cobre del transformador se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Ecuación 12} \quad PE_{cuT} = P_{cuT} * F_{pér} * T$$

Dónde:

PE_{cuT} = Pérdidas de energía totales en el cobre

P_{cuT} = Pérdidas totales en el cobre (Kw)

$F_{pér}$ = Factor de pérdidas

T = Período de estimación.

1.6.2.2 Pérdidas en el Hierro de los Transformadores

Las pérdidas en el hierro son producidas por corrientes parasitas que circulan en el núcleo, como efecto del flujo remanente, además son pérdidas asociadas al voltaje aplicado y están relacionadas con las corrientes de excitación del transformador, a estas pérdidas también se las conoce con el nombre de pérdidas en el vacío,

núcleo, o hierro. Los valores de voltaje en los sistemas eléctricos están cerca de los de valor nominal es por eso que estas pérdidas se las toma como constates.

Para determinar las pérdidas en el hierro se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Ecuación 13} \quad P_{OT} = N * P_o$$

Dónde:

P_{OT} = Total de pérdidas en vacío de acuerdo a la capacidad del transformador

N = Número de transformadores de acuerdo a la capacidad

P_o = Pérdidas en vacío del transformador de acuerdo a la capacidad.

Para la estimación de pérdidas de energía en vacío se multiplica por el período (T) de estimación.

1.7 Flujos de Potencia

Una vez que se tiene un circuito eléctrico modelado se procede a correr flujos de potencia por las líneas, con esto se determina las caídas de voltaje, perfil de voltaje, secciones sobrecargadas, y entre otras las pérdidas resistivas.

1.8 Niveles de Voltaje

Los niveles de voltaje en los sistemas de distribución varían a lo largo de una línea de transporte, por tal razón deben mantenerse dentro de ciertos límites permisibles, de manera que no provoquen perjuicios a los clientes del servicio de energía eléctrica. En la actualidad hay equipos y electrodomésticos que son muy sofisticados y no resisten variaciones bruscas de voltaje, para las empresas distribuidoras es de gran importancia mantener el voltaje en los rangos preestablecidos y acorde a una normativa técnica establecida.

La Tabla 4 indica las variaciones de voltaje admitidas por el ARCONEL con respecto al valor del voltaje nominal, se entiende por subetapa 1 como zona favorable y subetapa 2 como zona tolerable.

TABLA 4 VARIACIONES DE VOLTAJE ADMITIDAS

Voltajes	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto Voltaje	± 7,0 %	± 5,0 %
Medio Voltaje	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Urbanas	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Rurales	± 13,0 %	± 10,0 %

FUENTE: REGULACION No. 004/01

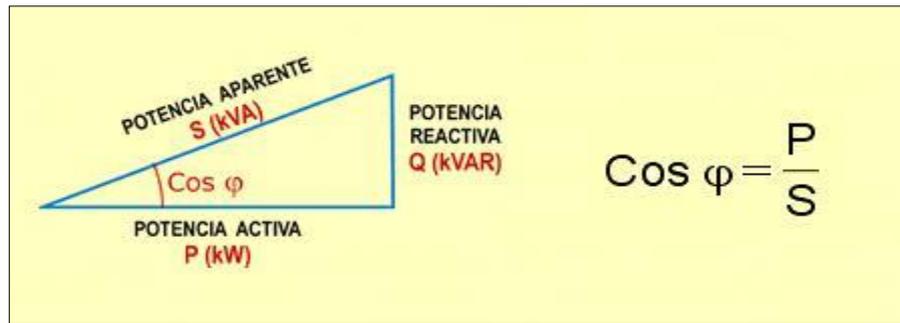
ELABORACIÓN: POSTULANTE

La EEASA establece un límite de caída de voltaje, el valor de 3,5 % Zona Urbana y 5,0 % Zona Rural a nivel de Medio voltaje, es importante resaltar que el límite de caída de voltaje debe ser establecido en función de las condiciones de operación de los alimentadores y de las previsiones desarrolladas para el planeamiento del sistema de distribución a nivel de primario, así lo establecen las Guías de Diseño de la Empresa Eléctrica Ambato.

1.9 Factor de potencia

Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, en sistemas de distribución se fija un valor mínimo de 0,92 según el ARCONEL; lo ideal sería que el factor de potencia sea igual a la unidad para una mayor eficiencia y menor cantidad de pérdidas, el Gráfico 4 muestra el triángulo de potencias de donde se obtiene el factor de potencia.

GRÁFICO 4 TRIANGULO DE POTENCIAS



FUENTE: <http://www.afinidadelectrica.com>

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

1.10 Cargabilidad en los Transformadores

(ALCÓN Mesa, 2010) Describe que: “La duración de la vida de un transformador se encuentra muy vinculada con la cargabilidad de ese transformador, partiendo de que la vida útil de un transformador se puede asimilar a la vida de su aislamiento sólido.” Pág. 33.

(ENRÍQUEZ Harper, 1980) Manifiesta que: “El criterio de cargabilidad térmica está ligado con las características dieléctricas de los aislantes, pérdida de vida útil tolerada, etc.”

Para el postulante la cargabilidad de un transformador refleja el uso adecuado de este componente eléctrico, en caso de que su desempeño no sea eficiente puede producir fallas en este elemento y generar cortes de energía, por lo tanto se tendrán pérdidas para la empresa distribuidora.

1.11 Cargabilidad en Conductores

(RIOFRIO, 2004) Manifiesta que: “El dimensionamiento de conductores se realiza en la etapa de diseño y su control durante el período de vida útil de los mismos, en estas dos etapas es importante el considerar sus condiciones de cargabilidad, con el fin de obtener condiciones adecuadas de operación dentro de parámetros técnico económicos razonables.”

Para el postulante la cargabilidad en conductores está asociada con el límite térmico de conductor es decir si se envía más corriente de la tolerable por el conductor se genera mayor temperatura y por lo tanto se tendrán incremento en las pérdidas por efecto Joule, para evitar este problema se debe cambiar el calibre de conductor por uno de mayor diámetro, mejorando así el transporte de energía y la generación de pérdidas mínimas.

1.12 Conductor ASCR

(CASTELLANOS Bustamante, 2013) Describe que: “Los conductores tipo ASCR (Aluminum Conductor Steel Reinforced) son los más utilizados a nivel mundial, estos conductores están diseñados para operar a una temperatura continua máxima de 100°C, sin embargo, normalmente se supone una temperatura total de 75°C debido a que su uso tiene un buen desempeño del conductor” Pág. 272.

Para el postulante los conductores eléctricos ASCR se usan en líneas aéreas tanto de transmisión como de distribución de energía eléctrica.

1.13 Cocina de Inducción

1.13.1 Antecedentes del Programa

Durante el 2009, 2010 y 2011, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable firmó varios convenios de cooperación con la Empresa Eléctrica Norte, para realizar la evaluación del comportamiento de la red de distribución eléctrica antes y después de la incorporación de cocinas de inducción y definir los presupuestos de inversiones para la implementación.

En ese período se ejecutó un proyecto piloto de introducción de cocinas de inducción en seis parroquias rurales del cantón Tulcán de la provincia del Carchi, de acuerdo con los resultados del piloto, con una cocina de 1,2 kW de potencia, el

consumo de energía fue en promedio de 80 Kwh/mes en el centro poblado considerado como urbano marginal y de 60 Kwh/mes en la zona rural. Esta información puede variar debido a que las familias que fueron parte del piloto continuaron con el normal abastecimiento de GLP.

1.13.2 Consumo Promedio de las Cocinas de Inducción

El Informe del Consumo Eléctrico de Cocinas de Inducción, elaborado por el MEER en el año 2010, concluye que el consumo promedio de las cocinas eléctricas fluctúa entre valor de 90 y 100 Kwh/mes, por lo que el valor que asume el Plan Maestro de Electrificación para determinar la demanda nacional de energía por la incorporación de las cocinas es un consumo promedio de 100 Kwh/mes/cliente por uso de la cocina.

1.13.3 Crecimiento de Clientes y Consumo de Energía

El (PME 2013-2022) establece que la cantidad de clientes residenciales a futuro tendrán una tendencia de crecimiento de 3,9% hasta el año 2022, mientras que los clientes comerciales se estimó un crecimiento promedio anual del 3,5%, para los clientes industriales se establece un crecimiento promedio anual de 2,9%.

En lo que se refiere a la demanda de consumo de energía por tipo de cliente, el consumo residencial tendrá una tasa de crecimiento promedio anual del 4,8% en el período 2013 – 2022, el consumo del cliente comercial se establece con un crecimiento promedio anual de 5,7%, mientras que se estima un crecimiento promedio anual de consumo de energía para los clientes industriales de 5,1% hasta el año 2022.

1.13.4 Proyección de demanda con el ingreso de las cocinas de inducción

Para obtener el incremento de demanda de energía total, se utiliza la demanda proyectada por usuarios residenciales más el incremento de energía por la inclusión de las cocinas de inducción, por lo que se plantea la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 14} \quad DT_{UR} = D_{UR} + D_{UR-C.I}$$

Dónde:

DT_{UR} = Demanda total usuarios residenciales

D_{UR} = Demanda Usuarios Residenciales

$D_{UR-C.I}$ = Demanda Usuarios Residenciales con Inducción.

1.14 Descripción de los Software para la Modelación Digital

Software Arcgis

El programa ArcGis es un sistema de información especializado en el manejo y análisis de información geográfica incluye una completa plataforma que permite el desarrollo de funcionalidad GIS para el ingreso, edición, captura de planos, y mantenimiento de datos de un modo eficiente y de manera rápida. Esta tecnología permite a las empresas distribuidoras manejar la funcionalidad GIS en base a las necesidades de cada usuario o grupo de usuarios concretos para capturar datos de posición y características de calidad para su sistema de información geográfica (GIS).

En resumen ArcGis es un programa que permite guardar información sobre las características de cualquier circuito eléctrico entre esta información se puede obtener la longitud, calibre de conductor, numero de fases, seccionamientos, transformadores, tipo de luminaria etc. etc.

Software Cymdist

El programa de análisis de redes de distribución CYMDIST fue diseñado para realizar estudios de planeamiento y simular el comportamiento de las redes de distribución en distintas condiciones de funcionamiento y distintos escenarios. Incluye varias funciones incorporadas necesarias para el planeamiento, la explotación y el análisis de las redes de distribución.

El programa CYMDIST permite realizar varios tipos de estudios en sistemas equilibrados o desequilibrados, monofásicos, bifásicos o trifásicos, con configuración radial, en anillo o mallada. El programa incluye un editor completo de redes y las funciones siguientes:

- ✓ Flujo de potencia
- ✓ Balance de cargas
- ✓ Distribución y evaluación de cargas
- ✓ Ubicación óptima de condensadores
- ✓ Optimización de la configuración del sistema eléctrico (puntos de conexión).

El Gráfico 5 muestra la pantalla de inicio del software Cymdist al iniciar el programa.

GRÁFICO 5 SOFTWARE CYMDIST



FUENTE: <http://www.cyme.com/es/software/cymeditor/>

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

CAPÍTULO II

2. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

2.1 Aspectos generales de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

2.1.1 Antecedentes históricos

El 2 de julio del año 1959, se conforma Empresa Eléctrica Ambato, como empresa privada con finalidad social o pública, luego de que se suscribiera la escritura de constitución el 29 de abril del mismo año, superando un no fácil proceso de negociación para transformar lo que entonces fuese la Empresa Municipal, el sector eléctrico ecuatoriano en esa época se desarrollaba fundamentalmente a través de pequeñas empresas, cuya responsabilidad recaía mayoritariamente en los municipios. Esta etapa de la empresa se caracterizó por la dispersión de los pocos recursos humanos y materiales disponibles y por la escasa o casi nula planificación para afrontar la expansión del servicio energético, que se ha constituido en un eje importante del progreso de las naciones. La Empresa Eléctrica Ambato, en este sentido vino a ser, el ente catalizador del desarrollo, en primera instancia para la Provincia de Tungurahua, encargándose de la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

2.1.2 Dedicación

La EEASA se dedica al suministro de energía eléctrica, bajo las condiciones de calidad y continuidad de servicio satisface las necesidades de los clientes en su área de concesión, la empresa de esta manera contribuye al desarrollo económico y social.

2.1.3 Ubicación Geográfica

La EEASA es una empresa ecuatoriana ubicada en la zona centro, Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato en la Av. 12 de Noviembre No 11-29 y Espejo, con una superficie de aproximadamente 41.000 Km² y 700.000 habitantes, que comprende las Provincias de Tungurahua y Pastaza, en su totalidad; los Cantones Palora, Huamboya y Pablo Sexto en la Provincia de Morona Santiago y la parte sur de la Provincia de Napo, que incluye su capital Tena y los Cantones Tena, Archidona y Carlos Julio Arosemena Tola.

2.1.4 Objetivos de la Empresa

Los objetivos son los siguientes:

- Disponer de recursos humanos capacitados, motivados y comprometidos con los objetivos constitucionales.
- Practicar una gestión gerencial moderna, dinámica, participativa, comprometida en el mejoramiento continuo.
- Disponer de un sistema eléctrico confiable, utilizando tecnología adecuada para su dedicación.

- Planificar, ejecutar y mantener el control absoluto de las obras de expansión del sistema eléctrico, para garantizar el suministro de un eficiente servicio eléctrico.
- Lograr índices de calidad exigidos en las regulaciones de los organismos de control relacionadas con el suministro de energía.

2.1.5 Misión

Suministrar Energía Eléctrica, con las mejores condiciones de calidad y continuidad, para satisfacer las necesidades de los clientes en su área de concesión, a precios razonables y contribuir al desarrollo económico y social.

2.1.6 Visión

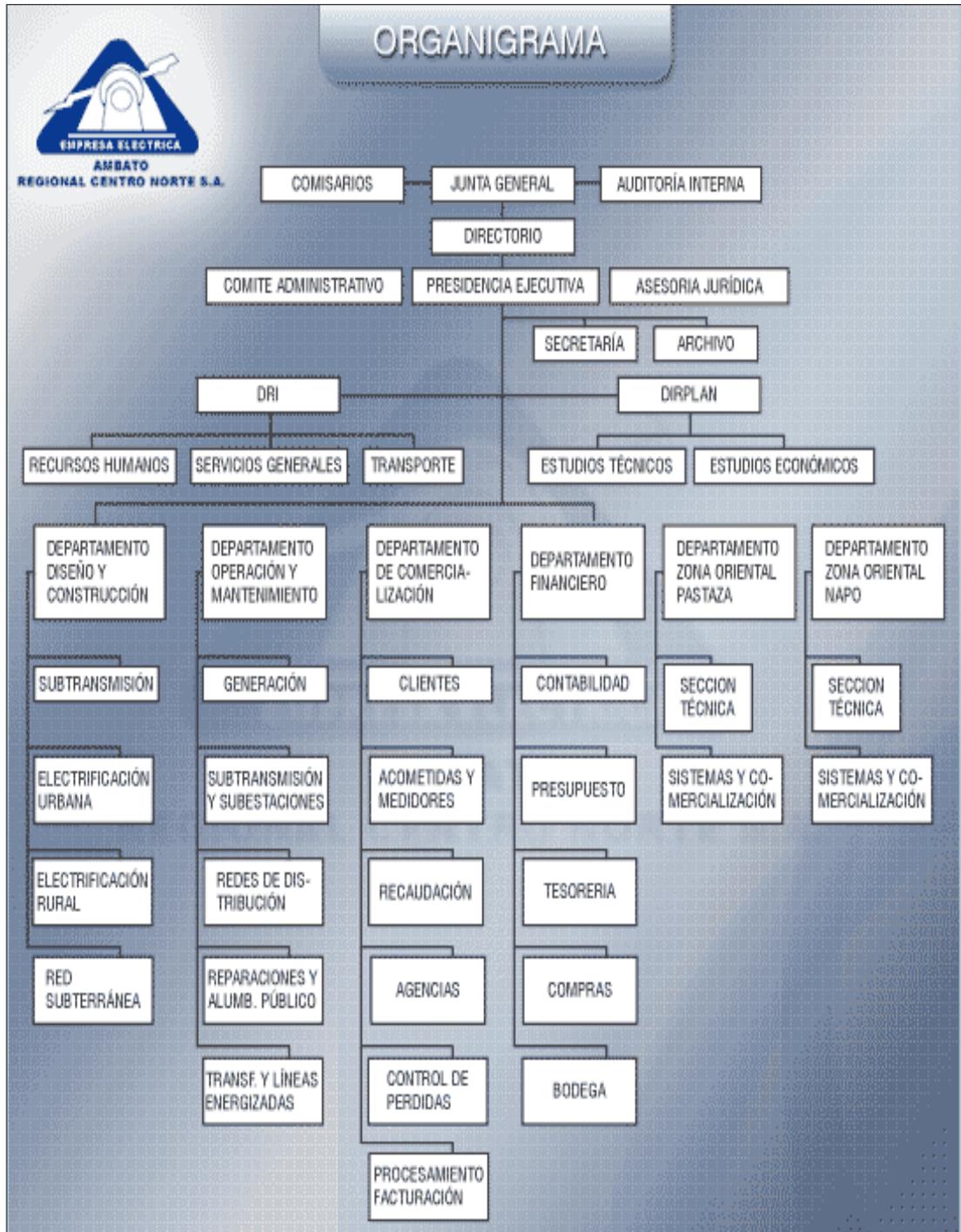
La Empresa Eléctrica Ambato S.A. planea Constituirse en empresa líder en el suministro de energía eléctrica en el país.

2.1.7 Función

Proporcionar a sus clientes, el servicio de energía eléctrica continua y confiable, cumpliendo sus requerimiento, las disposiciones del ente regulador y el marco legal vigente, utilizando eficientemente los recursos disponibles, propiciando la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad, a través de la mejora continua de los procesos y la gestión empresarial, para el cumplimiento de los objetivos propuestos, fortaleciendo las competencias de sus colaboradores, encaminadas a la satisfacción del cliente.

El Gráfico 6 muestra el sistema organizacional de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. y la estructuración por departamentos.

GRAFICO 6 SISTEMA ORGANIZACIONAL DE LA EEASA



FUENTE: <http://www.eeasa.com.ec/estructura/organigrama.php>

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

2.2 Diseño Metodológico

El presente trabajo investigativo sobre “EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR DE DISTRIBUCIÓN PILLARO CENTRO CORRESPONDIENTE A LA S/E PILLARO, DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA ELECTRICA AMBATO S.A.” Se ejecutará para el circuito primario a nivel de medio voltaje y está basado en la aplicación de un estudio que permita generar una propuesta para reforzar la configuración de este Alimentador, con esto se proveerá a futuro la continuidad y calidad del servicio de energía eléctrica, la empresa será beneficiada con la reducción de las pérdidas de energía y la optimización operativa de este sistema eléctrico, es por tal razón se utilizarán los métodos sistémico, deductivo y el analítico.

2.2.1 Metodología a Desarrollarse

Los métodos y tipos de investigación que se utilizarán, están enfocadas en una metodología de investigación descriptiva, deductiva, aplicada, sistémica y analítica, directamente planteadas a la recolección de información general para la ejecución del proyecto.

2.2.1.1 Método sistémico

Para el presente estudio primero se realizará el levantamiento de la información con respecto al alimentador Pillaro Centro del software ArGis, de este programa se verifican los transformadores y el número de usuarios, el calibre de conductor, los ramales trifásicos y monofásicos entre otros, que permitan modelar este Primario en el Software Cymdist, del Centro de Control de Carga se obtiene los registros de demanda del medidor Ion instalado en la cabecera del Alimentador, para poder ingresar los valores de demanda en el software de modelación, luego se adquiere información de las pruebas de laboratorio que se realizan a los transformadores de distribución para la determinación de la perdidas con carga y sin carga.

2.2.1.2 Método Deductivo

En el software Cymdist se procede a ingresar el número de usuarios y el consumo promedio de energía, así como la capacidad nominal de cada transformador, el valor de demanda máxima obtenida de los registros del alimentador se ingresa para hacer la distribución del carga, por consiguiente se realiza un flujo de potencia para saber el estado actual del alimentador. El valor obtenido de pérdidas a demanda máxima se utiliza para la ecuación de pérdidas en cada intervalo (Método Poveda) planteada en el Capítulo 1.

2.2.1.3 Método Analítico

Este método se utilizará con el fin de analizar el porcentaje de pérdidas en el alimentador, así como sus condiciones actuales, por consiguiente se analiza la proyección de la demanda por la inclusión de cocina de inducción, con lo que se obtendrá el valor de pérdidas y condiciones futuras del Alimentador Pillaro, finalmente se plantea estrategias que permitan reforzar la configuración del sistema para su óptima operación.

2.2.2 Tipos de investigación

Investigación Aplicada

Esta investigación se utilizó para determinar las pérdidas de energía en líneas así como en los transformadores de distribución, también permitió determinar la demanda por la cocina de inducción.

Investigación Descriptiva

Se utilizó para mostrar las características en cuanto a la topología que posee este alimentador, la curva de demanda diaria y semestral, los valores en cuanto a registro de demanda activa, reactiva, aparente, factor de potencia, energía

registrada, número de usuarios del servicio de energía eléctrica, pero sobre todo ayudó a plasmar los métodos e información recopilada y resultados, para desarrollar este trabajo investigativo

Investigación De Campo

Esta investigación ayudó en la recolección de información necesaria para ejecutar este estudio, la apertura de los ingenieros y trabajadores de la EEASA en cuanto a datos solicitados fue satisfactoria, los Departamentos, Comercial, de Operación y Mantenimiento, Control de Carga, Planificación y Estudios Técnicos, Diseño y Construcción, aportaron con valiosa información y asesoría para el presente tema de investigación.

2.3 Levantamiento de Datos para la Evaluación

2.3.1 Datos de Demanda

Los datos de demanda, son registrados con intervalos de tiempo de 15 minutos, esta información es procesada y adquirida del medidor digital instalado en la salida del alimentador, este proceso es realizado y monitoreado por el Centro de Control de Carga CECON, los datos que se pueden adquirir varían acorde a como haya sido programado el medidor digital. La información adquirida fue potencia activa, reactiva, energía suministrada y factor de potencia correspondientes al período Octubre 2014 – Septiembre 2015 del alimentador Pillaro Centro. La Tabla 5 muestra las demandas pico del período de estudio, la mayor demanda se produce el mes de septiembre este valor será el que se ingrese en la modelación.

TABLA 5 DEMANDAS PICO ALIMENTADOR PILLARO

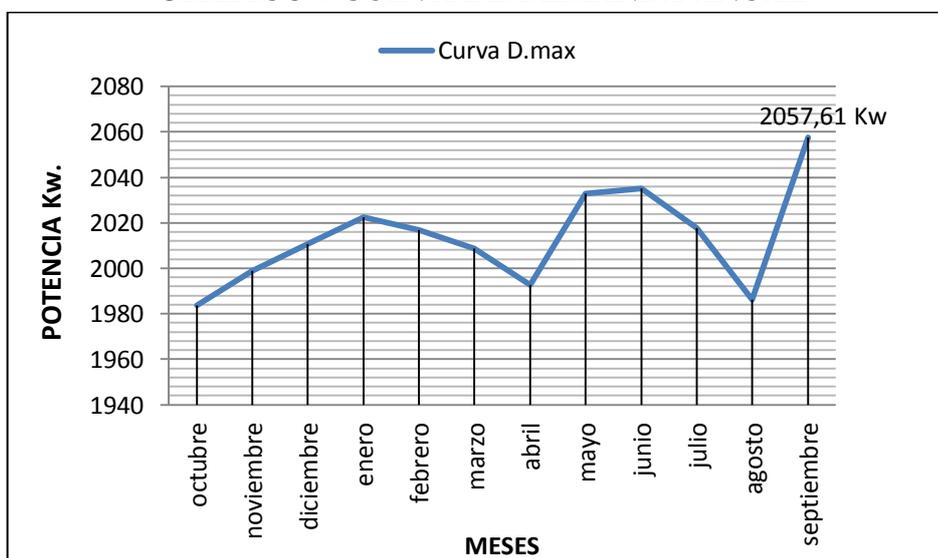
Período Octubre 2014 - Septiembre 2015	
Mes	D.max (Kw)
octubre	1983,57
noviembre	1998,94
diciembre	2010,78
enero	2022,48
febrero	2016,91
marzo	2008,78
abril	1992,74
mayo	2032,78
junio	2035,2
julio	2017,57
agosto	1986,19
septiembre	2057,61

FUENTE: REGISTROS DE DEMANDA CECON

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El Gráfico 7 ilustra la curva de la demanda anual realizada con los datos de la tabla 5, el valor de demanda máxima del período en estudio es 2057,61 Kw.

GRÁFICO 7 CURVA DE DEMANDA ANUAL



FUENTE: REGISTROS DE DEMANDA CECON

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.3.2 Energía Suministrada

Es la energía que se entrega al circuito primario y se distribuye para todos los clientes asociados al alimentador desde la S/E Pillaro, el valor de esta energía es registrado por el medidor digital. La Tabla 6 muestra el valor total de la energía suministrada en el período de estudio.

TABLA 6 ENERGÍA SUMINISTRADA PERÍODO DE ESTUDIO

ALIMENTADOR	ENERGÍA SUMINISTRADA (Kwh)
Pillaro Centro	10301167,38

FUENTE: REGISTROS DE DEMANDA CECON

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.3.3 Energía Registrada

Los registros de consumo se cuantifican mensualmente para cada cliente, esta información es obtenida del sistema de información comercial a través del software SYSCOM, este programa se utiliza para la facturación de energía.

El código del alimentador en este software es el P026 (Pillaro Centro), el valor de energía facturada fue la correspondiente al Período de Octubre 2014 – Septiembre 2015, la Tabla 7 muestra el valor de la energía consumida o facturada.

TABLA 7 ENERGÍA FACTURADA ALIMENTADOR PILLARO

CÓDIGO ALIMENTADOR	ENERGÍA FACTURADA (Kwh)
P 026	8234152

FUENTE: FACTURACIÓN SYSCOM

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.3.4 Energía Alumbrado Público

La energía facturada para alumbrado público se evaluó de acuerdo al número de luminarias que existen en el alimentador Pillaro centro. Para el estudio se

obtuvieron los datos del número de luminarias por sus diferentes potencias del software ArcGIS, en alumbrado público se emplean luminarias de sodio y mercurio.

La Tabla 8 detalla la energía de alumbrado público correspondiente al período Octubre 2014 – Septiembre 2015, la cantidad total de luminarias es de 1692 instaladas a lo largo del Alimentador.

TABLA 8 ENERGÍA CONSUMIDA ALUMBRADO PÚBLICO

ENERGÍA ALUMBRADO PÚBLICO ALIMENTADOR PILLARO CENTRO			
Tipo de Lum	Potencia Nominal (w)	Cantidad de Lum	Energía (Kwh)
MERCURIO (HG)	500	7	15330
	250	12	13140
	175	2	1533
	150	1	657
	125	50	27375
SODIO (NA)	400	3	5256
	250	282	308790
	150	307	201699
	100	635	278130
	70	393	120493,8
Consumo de Energía Alumbrado Público (Kwh)			972403,8

FUENTE: SOFTWARE ARCGIS

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.3.5 Energía Registrada

El valor de la energía registrada se determina aplicando la Ecuación 4 con los datos de las Tablas 7 y 8, de esta manera en la Tabla 9 se indica la energía registrada correspondiente al período octubre 2014 – septiembre 2015.

TABLA 9 ENERGÍA REGISTRADA

ALIMENTADOR	ENERGÍA REGISTRADA (Kwh)
P 026	9206555,8

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.3.6 Balance Inicial de Energía

De La diferencia entre Energía Suministrada y la Energía Registrada se obtiene como resultado las pérdidas totales (Pérdidas de Energía), el porcentaje de estas contienen pérdidas técnicas y no técnicas.

La Tabla 10 detalla el porcentual de pérdida de energía en el Alimentador Pillaro, como resultado de aplicar la Ecuación 3, se puede apreciar que el Primario tiene un 10,63% de pérdida con respecto al total de la Energía Suministrada.

TABLA 10 BALANCE INICIAL DE ENERGÍA

ENERGÍA PERÍODO OCTUBRE 2014 - SEPTIEMBRE 2015	ENERGÍA Kwh	PORCENTAJE %
Energía Suministrada	10301167,4	100
Energía Registrada	9206555,8	89,37
Pérdida total de energía del alimentador (ETL)	1094611,58	10,63

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.3.7 Capacidad Instalada

El alimentador Pillaro Centro pose 198 transformadores instalados, la potencia nominal, fase de conexión, la numeración y demás aspectos se plasman en el ANEXO 1.

La información del circuito Primario se la obtiene del software ArcGis en el Departamento de Diseño y Construcción de la EEASA, de igual manera se verifican algunos transformadores en el programa SID (Sistema Informático de

Distribución) que es un programa similar al ArcGis, pero que dejó de utilizarse por la adquisición de nueva tecnología informática.

La Tabla 11 detalla la capacidad instalada en el Alimentador en estudio, donde la mayor potencia instalada corresponde a transformadores monofásicos.

TABLA 11 CAPACIDAD INSTALADA

ALIMENTADOR PILLARO		CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (KvA)
TRANSFORMADORES	MONOFÁSICOS 1Ø	166	2197,5
	TRIFÁSICOS 3 Ø	32	1882,5
TOTAL		198	4080

FUENTE: ARCGIS

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.3.8 Calibres de los Conductores

El alimentador Pillaro Centro posee redes aéreas con tramos trifásicos así como también tramos monofásicos en su configuración, la Tabla 12 muestra la longitud por fase y los calibres que constituyen la red primaria.

TABLA 12 LONGITUD Y CALIBRES

LONGITUD POR FASE (Km)			CONDUCTORES			
A	B	C	CALIBRE	CAPACIDAD NOMINAL (A)	RESISTENCIA R 25 °C	RESISTENCIA R 50 °C
48,34	10,51	6,41	2/0	276	0,706	0,895
			1/0	242	0,888	1,12
			2	184	1,41	1,69
			4	140	2,24	2,57

FUENTE: ARCGIS

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.4 Modelación del Alimentador Pillaro Centro

2.4.1 Distribución de la Carga

(CYME, 2011) Conceptualiza que: “El análisis de Distribución de carga se usa para ajustar la carga conectada para igualarla a la medida de la demanda.” Pág. 02.

Para el postulante la distribución de la carga consiste en distribuir proporcionalmente la demanda a los KvA conectados, para ello es necesario ingresar valores de demanda máxima medidos que permitirán realizar un flujo de potencia, como resultado se obtendrá las pérdidas resistivas a demanda máxima.

El software Cymdist 5.04 permite modelar el circuito primario en estudio, para ello se considera el valor máximo de demanda medida en la cabecera del Alimentador Pillaro, estos datos se obtienen del medidor digital. La Tabla 13 indica los valores de demanda y carga instalada utilizado para la modelación.

TABLA 13 VALORES INGRESADOS EN LA MODELACIÓN

ALIMENTADOR	DEMANDA MAXIMA		CARGA CONECTADA
PILLARO CENTRO	Kw	Fp	KvA
CÓDIGO P026	2057,61	0,99	4080

FUENTE: REGISTROS DE DEMANDA CECON

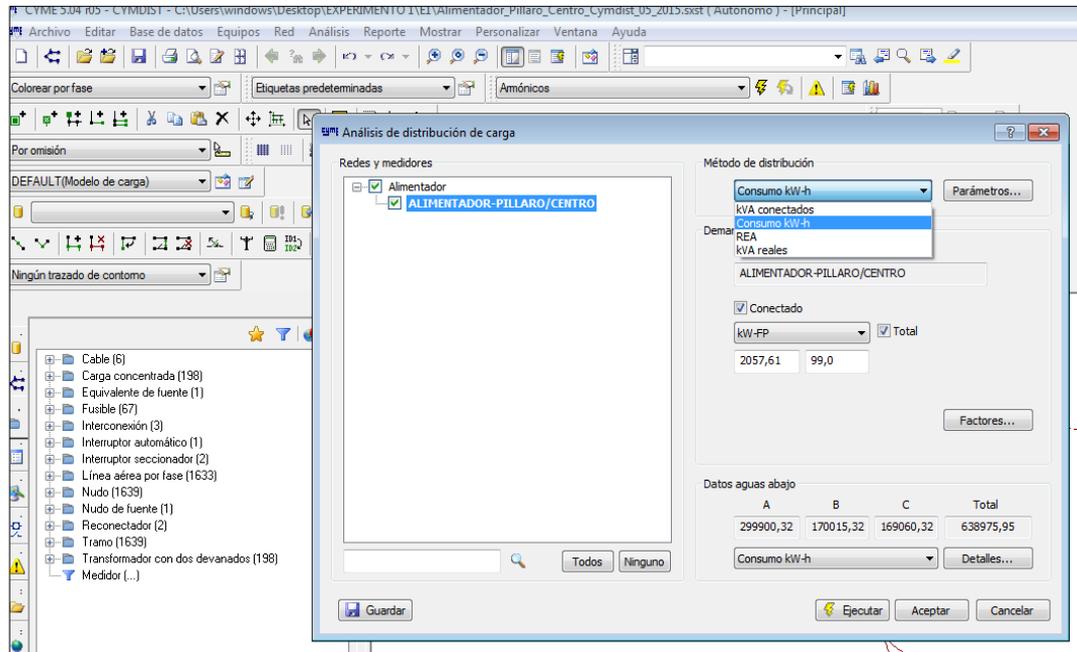
ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.4.2 Ingreso de Información al Software

Cymdist permite realizar la distribución de carga considerando la demanda máxima medida, se asignará una porción de la demanda medida a cada fase de cada tramo según el KvA (conectado o real), por Kwh consumidos o el número de abonados, para el Circuito Pillaro se procedió a ingresar la sumatoria del consumo promedio de energía por cliente, en cada uno de los transformadores instalados.

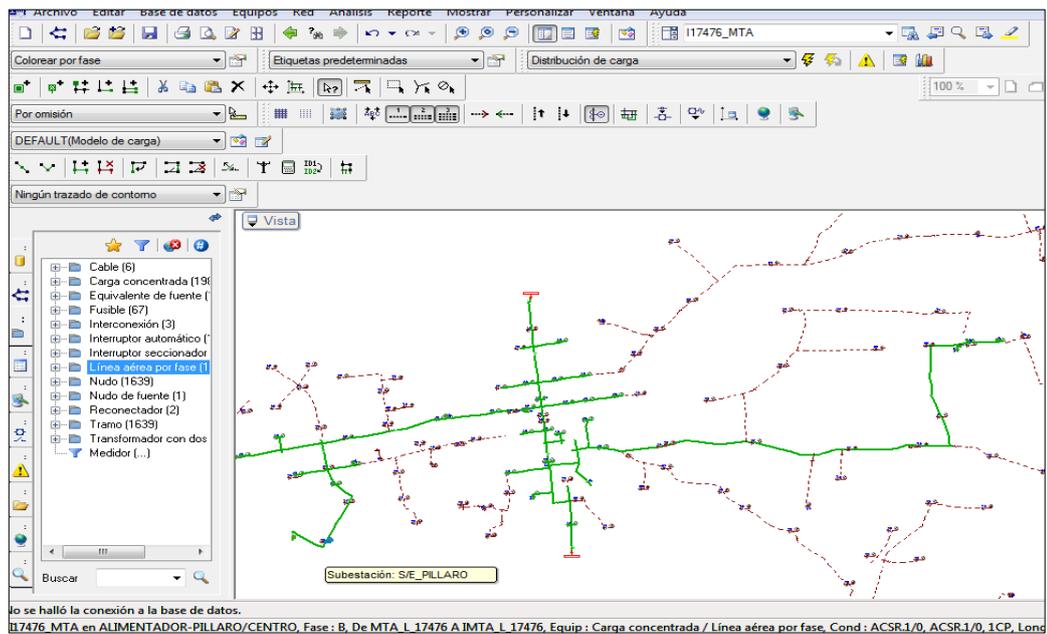
El Gráfico 8 muestra la ventana de distribución de la carga y los métodos.

GRÁFICO 8 DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA



El Gráfico 9 ilustra la pantalla principal del Software Cymdist donde se ha implementado el Alimentador Pillaro.

GRÁFICO 9 PANTALLA PRINCIPAL DE CYMDIST



FUENTE: CYMDIST

2.4.3 Reporte de la Modelación

Los resultados de la modelación permiten conocer el comportamiento del circuito primario y las pérdidas de potencia del alimentador con la Distribución de la Carga desde la subestación.

La Tabla 14 muestra un resumen de las pérdidas a demanda máxima, La “producción total” es la sumatoria de la potencia instalada recolectada de cada transformador, las “Cargas totales” es la carga utilizada, “pérdidas en las líneas” representa la diferencia entre la producción total y las cargas totales.

TABLA 14 RESUMEN DE RESULTADOS

Resumen total	kW	kVAR	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	2057,12	293,85	2078	99
Generadores	0	0	0	0
Producción total	2057,12	293,85	2078	99
Carga leída (no regulada)	2014,54	252,94	2030,36	99,22
Carga utilizada (regulada)	2014,54	252,94	2030,36	99,22
Condensadores shunt (regulados)	0	0	0	0
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0
Motores	0	0	0	0
Cargas totales	2014,54	252,94	2030,36	99,22
Capacitancia del cable	0	1,13	1,13	0
Capacitancia de la línea	0	17,17	17,17	0
Capacitancia shunt total	0	18,3	18,3	0
Pérdidas en las líneas	29,88	29,56	42,03	71,1
Pérdidas en los transformadores	12,42	29,44	31,95	38,88
Pérdidas totales	42,58	59,21	72,93	58,39

FUENTE: CYMDIST

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

La Tabla 15 representa las condiciones anormales de sobrecarga, bajo y alto voltaje. La columna “peor caso” se indica el nombre del tramo del alimentador Pillaro Centro donde se presenta la contingencia, en la columna “valor” indica el porcentaje actual de las condiciones que presenta el tramo, si el valor es mayor o menor del 100% indica que existe una sobrecarga o un nivel menor del nominal.

TABLA 15 CONDICIONES ANORMALES EN EL ALIMENTADOR

Condiciones anormales	Fase	Conteo	Peor caso	Valor
Sobrecarga	A	7	61160_MTA	123,60 %
	B	1	45183_MTA	162,19 %
	C	0	38779_MTA	84,59 %
Baja tensión	A	38	MTA_S_32088	49,15 %
	B	12	MTA_S_32088	49,56 %
	C	6	MTA_S_32088	49,37 %
Alta tensión	A	0	141_MTS	100,00 %
	B	0	141_MTS	100,00 %
	C	0	141_MTS	100,00 %

FUENTE: CYMDIST

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

La Tabla 16 muestra el costo anual de las pérdidas eléctricas en las líneas y transformadores, el costo de las pérdidas del sistema resulta al multiplicar los Mwh/año por el valor de \$ 0,03.

TABLA 16 COSTO ANUAL DE LAS PÉRDIDAS EN EL ALIMENTADOR

Costo anual de las pérdidas del sistema	kW	MW-h/año	k\$/año
Pérdidas en las líneas	29,88	261,77	7,85
Pérdidas en los transformadores	12,42	108,82	3,26
Pérdidas totales	42,58	373,03	11,19

FUENTE: CYMDIST

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

2.5 Pérdidas Técnicas a Demanda Máxima en el Alimentador Pillaro Centro

Realizado la modelación digital del Alimentador en estudio se procede a determinación de las pérdidas técnicas, que básicamente se componen del valor de resistencia constante y del cuadrado de la corriente.

Las pérdidas resistivas del Alimentador a demanda máxima es 29,88 Kw que representan el 1,45 % de la demanda máxima, mientras que los requerimientos reactivos totales de la red para operar son 29,56 KVAR. Es necesario mencionar que cuando se trabaja con el software Cymdist las pérdidas técnicas totales admisibles se fijan en un valor de 2,5 % de la demanda máxima, así lo establece el Departamento de Planificación y Estudios Técnicos de la EEASA.

2.5.1 Cálculo de Pérdidas resistivas de Potencia en el Instante i (Kw)

Obtenido el valor de pérdidas resistivas a demanda máxima se procede al cálculo de las pérdidas de potencia en el instante i , para ello es necesario aplicar la Ecuación 8, con los registros de demanda del Alimentador, específicamente el dato de demanda máxima y el factor de potencia, así como los datos de demanda en el intervalo de tiempo y factor de potencia.

El Gráfico 10 indica una muestra de los datos que se requieren para determinar las pérdidas de potencia en cada intervalo.

GRÁFICO 10 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS RESISTIVAS EN EL INTERVALO *i*

Ecuación 8		$D_{RL-i} = (D_{pi} * \cos\varphi_{max} / D_{pmax} * \cos\varphi_i)^2 (D_{RL-max})$					
Fecha	Tiempo	P.Activa (Kw)	F.Potencia	F.potencia a D.Máxima	D.Máxima (Kw)	Pérdidas a D.Máx (Kw)	Pérdidas en el intervalo (Kw)
01/10/2014	0:00:00	1069,67	0,98	0,99	2057,61	29,88	8,27
01/10/2014	0:15:00	1037,78	0,98	0,99	2057,61	29,88	7,84
01/10/2014	0:30:00	1005,93	0,98	0,99	2057,61	29,88	7,34
01/10/2014	0:45:00	968,73	0,98	0,99	2057,61	29,88	6,80
01/10/2014	1:00:00	962,37	0,98	0,99	2057,61	29,88	6,74
01/10/2014	1:15:00	947,57	0,97	0,99	2057,61	29,88	6,55
01/10/2014	1:30:00	930,68	0,97	0,99	2057,61	29,88	6,30
01/10/2014	1:45:00	920,18	0,97	0,99	2057,61	29,88	6,18
01/10/2014	2:00:00	905,04	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,98
01/10/2014	2:15:00	897,37	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,88
01/10/2014	2:30:00	888,07	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,78
01/10/2014	2:45:00	891,47	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,85
01/10/2014	3:00:00	890,96	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,83
01/10/2014	3:15:00	879,59	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,69
01/10/2014	3:30:00	876,88	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,65
01/10/2014	3:45:00	875,28	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,63
01/10/2014	4:00:00	872,23	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,59
01/10/2014	4:15:00	878,61	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,68
01/10/2014	4:30:00	880,97	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,70
01/10/2014	4:45:00	894,29	0,97	0,99	2057,61	29,88	5,87
01/10/2014	5:00:00	914,22	0,97	0,99	2057,61	29,88	6,13
01/10/2014	5:15:00	945,88	0,97	0,99	2057,61	29,88	6,57
01/10/2014	5:30:00	995,18	0,97	0,99	2057,61	29,88	7,29
30/09/2015	19:00:00	2007,96	0,99	0,99	2057,61	29,88	28,51
30/09/2015	19:15:00	2004,41	0,99	0,99	2057,61	29,88	28,38
30/09/2015	19:30:00	2013,60	0,99	0,99	2057,61	29,88	28,64
30/09/2015	19:45:00	1980,34	0,99	0,99	2057,61	29,88	27,68
30/09/2015	20:00:00	1913,02	0,99	0,99	2057,61	29,88	25,83
30/09/2015	20:15:00	1844,46	0,99	0,99	2057,61	29,88	24,01
30/09/2015	20:30:00	1807,70	0,99	0,99	2057,61	29,88	23,08
30/09/2015	20:45:00	1721,94	0,99	0,99	2057,61	29,88	21,00
30/09/2015	21:00:00	1642,71	0,99	0,99	2057,61	29,88	19,16
30/09/2015	21:15:00	1572,63	0,99	0,99	2057,61	29,88	17,58
30/09/2015	21:30:00	1520,95	0,98	0,99	2057,61	29,88	16,51
30/09/2015	21:45:00	1439,07	0,98	0,99	2057,61	29,88	14,82
30/09/2015	22:00:00	1348,46	0,98	0,99	2057,61	29,88	13,11
30/09/2015	22:15:00	1264,62	0,98	0,99	2057,61	29,88	11,58
30/09/2015	22:30:00	1188,96	0,98	0,99	2057,61	29,88	10,25
30/09/2015	22:45:00	1116,05	0,98	0,99	2057,61	29,88	9,06
30/09/2015	23:00:00	1076,83	0,97	0,99	2057,61	29,88	8,47
30/09/2015	23:15:00	1065,79	0,97	0,99	2057,61	29,88	8,34
30/09/2015	23:30:00	1028,66	0,97	0,99	2057,61	29,88	7,86
30/09/2015	23:45:00	1002,38	0,96	0,99	2057,61	29,88	7,46

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.5.2 Pérdidas de Energía en Redes Primarias

Las pérdidas de potencia calculados en cada uno de los intervalos se suman, con lo que al final se tienen las pérdidas totales de potencia de todo el período (Octubre 2014 – Septiembre 2015), al multiplicar estos valores por el intervalo de tiempo se obtienen las pérdidas de energía para el Alimentador Pillaro referente a las líneas primarias.

La Tabla 17 presenta las pérdidas de energía en la red primaria valor que se obtiene la aplicar la Ecuación 9.

TABLA 17 PÉRDIDAS EN LA RED PRIMARIA

ALIMENTADOR PILLARO CENTRO		
Descripción	Formula	Valor
Sumatoria Pérdidas resistivas en cada intervalo (Kw)	$\sum_{i=1}^n D_{RL-i}$	378024,12
Intervalo de Demanda (h)	Δt	0,25
Pérdidas de Energía (Kwh)	$E_{pérdidas} = \sum_{i=1}^n D_{RL-i} * \Delta t$	94506,03

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.5.3 Cálculo del Factor de Pérdidas

El factor de pérdidas indica el grado de pérdidas del sistema eléctrico mientras exista la demanda máxima durante el período de análisis, la determinación de este factor se obtiene al aplicar la Ecuación 5, la determinación del factor de pérdidas se ilustra en La Tabla 18.

TABLA 18 FACTOR DE PÉRDIDAS

FACTOR DE PÉRDIDAS - ALIMENTADOR PILLARO	
Descripción	Valor
Periodo T (1 Año)	8760 Horas
Pérdidas Resistivas de potencia a Demanda máxima (Kw)	29,88
Factor de pérdidas (Fper)	0,36

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.5.4 Estimación de Pérdidas en transformadores de Distribución

Las pérdidas en los transformadores se componen de pérdidas resistivas dependientes de la demanda y pérdidas en vacío que por lo general se consideran constantes, para la estimación se toma de base el listado de las pruebas de ensayo según la capacidad nominal y fabricante realizadas a los transformadores en el laboratorio de la EEASA.

Con los datos de pérdidas en vacío y en el cobre proporcionados por el Departamento de Operación y Mantenimiento “Sección Transformadores” de la EEASA, se procede a determinar las pérdidas en los transformadores de distribución del Alimentador Pillaro Centro.

2.5.4.1 Pérdidas de Potencia en Vacío en Transformadores de Distribución

Con la Ecuación 13, se realizó la estimación de pérdidas de potencia en vacío, es decir se multiplica el número de transformadores de acuerdo a la capacidad nominal por las pérdidas en vacío según la marca de fábrica.

La Tabla 19, detalla las pérdidas en vacío en los transformadores del alimentador Pillaro, además se puede apreciar las marcas de fábrica de los transformadores y si estos son trifásicos o monofásicos.

TABLA 19 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN VACÍO

CONEXIÓN MONOFASICA 1 Ø / TRIFASICA 3 Ø	Marca	Cantidad	P.Nominal	Po [W]	Po Total [W]
1 Ø FASE	ALLIS CHALMERS	1	15	68	68
1 Ø FASE	ALLIS CHALMERS	1	10	52	52
1 Ø FASE	Ecuatran	16	5	25,45	407,2
1 Ø FASE	Ecuatran	37	10	47,84	1770,08
1 Ø FASE	Ecuatran	26	15	60,02	1560,52
1 Ø FASE	Ecuatran	14	25	89,24	1249,36
3 Ø FASE	Ecuatran	3	30	134	402
1 Ø FASE	Ecuatran	3	37,5	122	366
1 Ø FASE	Ecuatran	1	50	177,33	177,33
3 Ø FASE	Ecuatran	10	50	177,33	1773,3
3 Ø FASE	Ecuatran	1	75	266	266
3 Ø FASE	Ecuatran	1	100	300	300
3 Ø FASE	Ecuatran	1	250	666	666
1 Ø FASE	ERMCO	1	10	52	52
1 Ø FASE	General Electric	3	5	34,3	102,9
1 Ø FASE	General Electric	19	10	58,7	1115,3
1 Ø FASE	General Electric	4	15	81,3	325,2
1 Ø FASE	General Electric	2	25	98	196
1 Ø FASE	INATRA	1	25	91,5	91,5
3 Ø FASE	INATRA	1	30	134	134
1 Ø FASE	INATRA	1	37,5	130	130
3 Ø FASE	INATRA	2	50	171	342
1 Ø FASE	MAGNETRON	3	15	68	204
1 Ø FASE	MAGNETRON	1	37,5	130	130
3 Ø FASE	MAGNETRON	1	50	203	203
1 Ø FASE	MORETRAN	4	10	52	208
1 Ø FASE	Rymel	3	5	31	93
1 Ø FASE	Rymel	8	10	53,4	427,2
1 Ø FASE	Rymel	2	15	68	136
1 Ø FASE	Rymel	1	25	98	98
3 Ø FASE	Rymel	1	30	134	134
3 Ø FASE	Rymel	2	50	197	394
1 Ø FASE	WESTINGHOUSE	3	5	64,4	193,2
1 Ø FASE	WESTINGHOUSE	8	10	39,3	314,4
1 Ø FASE	WESTINGHOUSE	1	15	68	68
1 Ø FASE	WESTINGHOUSE	2	25	98	196
3 Ø FASE	WESTINGHOUSE	1	30	134	134
3 Ø FASE	WESTINGHOUSE	2	45	108	216
3 Ø FASE	WESTINGHOUSE	2	50	197	394
3 Ø FASE	WESTINGHOUSE	3	75	320	960
3 Ø FASE	WESTINGHOUSE	1	112,5	361	361
TOTAL PÉRDIDAS EN VACIO (W)				16410,49	

FUENTE: Departamento de Operación y Mantenimiento “Datos_Pruebas”

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.5.4.2 Pérdidas de Energía en Vacío en Transformadores de Distribución

La Tabla 20 ilustra las pérdidas de energía en vacío de los transformadores, que resulta de multiplicar el total de pérdidas en vacío por el período de estudio.

TABLA 20 PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN VACÍO

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Período T	8760 horas
Pérdida de Energía en Vacío (Kwh)	143755,89

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.5.4.3 Pérdidas de Potencia en el Cobre en Transformadores de Distribución

Para determinar las pérdidas en el cobre primero se debe calcular el factor de utilización que resulta de aplicar la Ecuación 6, en la Tabla 21 se detalla los datos que se obtuvieron en la cabecera del alimentador Pillaro Centro a Demanda máxima y el factor de utilización.

TABLA 21 FACTOR DE UTILIZACIÓN

DATOS					
Valores de Potencia en Demanda Máxima				Capacidad Instalada (KVA)	Factor de Utilización
P. Activa (KW)	P. Reactiva (KVAR)	P. Aparente (KVA)	Factor de Potencia		
2057,61	303,24	2079,83	0,99	4080	0,51

ELABORACIÓN: POSTULANTE

Las pérdidas en el cobre se estiman con la Ecuación 11, donde se tiene que realizar la conversión de las pérdidas a demanda máxima, utilizando el cuadrado del factor de utilización, la Tabla 22 detalla las pérdidas en el cobre de los transformadores de distribución.

TABLA 22 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN EL COBRE

CONEXIÓN MONOFASICA 1 Ø / TRIFASICA 3 Ø	Marca	Cantidad	P.Nominal	Pcu [W]	Factor de Utilización 2	Pcu Total [W]
1 Ø FASE	ALLIS CHALMERS	1	15	192	0,26	49,92
1 Ø FASE	ALLIS CHALMERS	1	10	142	0,26	36,92
1 Ø FASE	Ecuatran	16	5	79,18	0,26	329,368
1 Ø FASE	Ecuatran	37	10	175,94	0,26	1692,5428
1 Ø FASE	Ecuatran	26	15	261,766	0,26	1769,53816
1 Ø FASE	Ecuatran	14	25	279,292	0,26	1016,62288
3 Ø FASE	Ecuatran	3	30	514	0,26	400,92
1 Ø FASE	Ecuatran	3	37,5	374,24	0,26	291,9072
1 Ø FASE	Ecuatran	1	50	705,64	0,26	183,4664
3 Ø FASE	Ecuatran	10	50	705,64	0,26	1834,664
3 Ø FASE	Ecuatran	1	75	1094	0,26	284,44
3 Ø FASE	Ecuatran	1	100	1265,66	0,26	329,0716
3 Ø FASE	Ecuatran	1	250	3153	0,26	819,78
1 Ø FASE	ERMCO	1	10	142	0,26	36,92
1 Ø FASE	General Electric	3	5	106,82	0,26	83,3196
1 Ø FASE	General Electric	19	10	158,15	0,26	781,261
1 Ø FASE	General Electric	4	15	195,1	0,26	202,904
1 Ø FASE	General Electric	2	25	289	0,26	150,28
1 Ø FASE	INATRA	1	25	276,96	0,26	72,0096
3 Ø FASE	INATRA	1	30	514	0,26	133,64
1 Ø FASE	INATRA	1	37,5	403	0,26	104,78
3 Ø FASE	INATRA	2	50	769,67	0,26	400,2284
1 Ø FASE	MAGNETRON	3	15	192	0,26	149,76
1 Ø FASE	MAGNETRON	1	37,5	403	0,26	104,78
3 Ø FASE	MAGNETRON	1	50	754,39	0,26	196,1414
1 Ø FASE	MORETRAN	4	10	142	0,26	147,68
1 Ø FASE	Rymel	3	5	91	0,26	70,98
1 Ø FASE	Rymel	8	10	147,33	0,26	306,4464
1 Ø FASE	Rymel	2	15	192	0,26	99,84
1 Ø FASE	Rymel	1	25	289	0,26	75,14
3 Ø FASE	Rymel	1	30	514	0,26	133,64
3 Ø FASE	Rymel	2	50	776	0,26	403,52
1 Ø FASE	WESTINGHOUSE	3	5	63,19	0,26	49,2882
1 Ø FASE	WESTINGHOUSE	8	10	276,4	0,26	574,912
1 Ø FASE	WESTINGHOUSE	1	15	192	0,26	49,92
1 Ø FASE	WESTINGHOUSE	2	25	289	0,26	150,28
3 Ø FASE	WESTINGHOUSE	1	30	514	0,26	133,64
3 Ø FASE	WESTINGHOUSE	2	45	536,18	0,26	278,8136
3 Ø FASE	WESTINGHOUSE	2	50	776	0,26	403,52
3 Ø FASE	WESTINGHOUSE	3	75	1071,92	0,26	836,0976
3 Ø FASE	WESTINGHOUSE	1	112,5	1539	0,26	400,14
TOTAL PÉRDIDAS EN EL COBRE (W)				15569,04		

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.5.4.4 Pérdidas de Energía en el Cobre en Transformadores de Distribución

Con el total de pérdidas de potencia en el cobre de los transformadores, se calculan las pérdidas de energía mediante la Ecuación 12, en La Tabla 23 se presenta el valor total de las pérdidas de energía en el cobre en los transformadores del Alimentador Pillaro.

TABLA 23 PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN EL COBRE

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Período T	8760 horas
Factor de pérdidas	0,36
Pérdidas de Energía en el Cobre (Kwh)	49098,52

ELABORACIÓN: POSTULANTE

Los valores de las pérdidas (w) tanto en el cobre como en vacío utilizados, corresponden a los 198 transformadores instalados en el Alimentador Pillaro, el número de serie, y la de identificación designada por la EEASA se detallan en el ANEXO 2.

En la información transmitida al postulante, respecto a las pérdidas en vacío y en el cobre de los transformadores de distribución se observó que algunos transformadores no tenían valores de pérdidas en vacío y en el cobre para realizar los respectivos cálculos de pérdidas, por lo que se procedió a agregar valores de pérdidas en base a la norma INEN 2114 y INEN 2115, donde se establece valores de pérdidas para transformadores monofásicos y trifásicos según su potencia nominal. Los valores de pérdidas para los transformadores según las normas INEN se detallan en el ANEXO 3.

2.5.5 Balance de Energía por Componente

Determinada las pérdidas de energía en la red primaria y transformadores, se procede a calcular el valor en porcentaje de pérdidas con respecto a la energía eléctrica suministrada al Alimentador Pillaro, para determinar el porcentual se utilizó la Ecuación 10.

La Tabla 24 indica el porcentaje de pérdidas tanto en la red primaria como en los transformadores de distribución.

TABLA 24 PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR COMPONENTE

PÉRDIDAS A NIVEL DE RED PRIMARIA Y TRANSFORMADORES ALIMENTADOR PILLARO CENTRO		
Descripción	Energía	Porcentaje
	Kwh/Año	%
ENERGÍA SUMINISTRADA	10301167,38	100
ENERGÍA REGISTRADA	9206555,8	89,37
PÉRDIDA TOTAL DE ENERGÍA EN EL ALIMENTADOR	1094611,58	10,63
PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR COMPONENTE		
PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN LA RED	94506,03	0,92
PÉRDIDAS EN VACÍO	143755,89	1,40
PÉRDIDAS EN COBRE	49098,53	0,48
PÉRDIDAS DE ENERGÍA OTROS	807251,13	7,83

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.6 Parámetros de Operación Alimentador Pillaro Centro

Para determinar los parámetros se utiliza los reportes del flujo de potencia del circuito en estudio, y los registros de demanda Octubre 2014 – Septiembre 2015.

2.6.1 Porcentaje y Caída de Voltaje en el Alimentador

El porcentaje de voltaje en el Alimentador, con la demanda máxima de 2057,61 Kw está dentro de los valores que establece la EEASA, estos son 3,5 % Zona Urbana y 5,0 % Zona Rural a nivel de Medio voltaje, el circuito Primario Pillaro

se considera como Urbano-Rural ya que empieza alimentando cargas del centro de la ciudad y termina enlazando cargas rurales con tramos monofásicos. La Tabla 25 muestra la caída de tensión en el Alimentador Pillaro obtenido en el flujo de potencia a demanda máxima.

TABLA 25 CAÍDA DE VOLTAJE (%)

Máxima Caída de Voltaje a Demanda Máxima	
FASE A	2,17%
FASE B	2,89%
FASE C	2,89%
Voltaje en primer Transformador	13,8 (Kv)
Voltaje en el Transformador más Alejado	13,6 (Kv)

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.6.2 Factor de Potencia

El Centro de Control de Carga de la EEASA establece valores de factor de potencia que corresponden a cada demanda presentada en el alimentador, sea esta máxima, promedio y mínima, en la Tabla 26 se estable los valores de potencia para los alimentadores.

TABLA 26 FACTOR DE POTENCIA

FACTOR DE POTENCIA		
Demanda Máxima	Demanda Promedio	Demanda Mínima
0,96 o superior inductivo	0.96 o superior inductivo	0.99 o menor Inductivo

FUENTE: REGISTROS DE DEMANDA CECON

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El factor de potencia se encuentra dentro de los valores admitidos en base a la información obtenida de los registros de demanda en el Alimentador en estudio.

La Tabla 27 muestra el factor de potencia en los tres estados de demanda.

TABLA 27 FACTOR DE POTENCIA ALIMENTADOR PILLARO

FACTOR DE POTENCIA			
	Demanda Máxima	Demanda Promedio	Demanda Mínima
Potencia (Kw)	2057,61	1176,29	469,53
Factor de Potencia	0,99	0,97	0,98

FUENTE: REGISTROS DE DEMANDA CECON

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.6.3 Cargabilidad de los Transformadores en el Alimentador

Para determinar la cargabilidad del Alimentador Pillaro Centro Se utilizó el criterio del Departamento de Operación y Mantenimiento de la EEASA, donde se establece que un transformador con un factor de utilización menor al 60 % esta subutilizado mientras que un transformador con un factor mayor al 136 % esta sobrecargado, así que el rango de utilización esta entre el 60 % y el 136 %, es decir los transformadores dentro de estos valores operan de manera normal.

2.6.3.1 Cargabilidad de los transformadores con el Software Cymdist

- **Transformadores Sobrecargados**

De los reportes de la simulación de Alimentador Pillaro se tiene que existen 7 transformadores sobrecargados entre monofásicos y trifásicos con una cargabilidad promedio de 141,85 %.

La Tabla 28 detalla el porcentaje de cargabilidad presente en cada uno de los transformadores así como también el número de clientes y el consumo de energía eléctrica Kwh.

TABLA 28 TRANSFORMADORES SOBRECARGADOS

REPORTE CYMDIST							
# TRAFO	Fase	P.Nominal (KvA)	Consumo (Kwh)	#Clientes	P.Total (KvA)	Cargabilidad (%)	ESTADO
1914	B	25	12769	16	35,7	142,8	SOBRECARGADO
1922	ABC	30	34341,9	70	41,4	138	SOBRECARGADO
1791	ABC	50	29244,9	183	68,9	137,8	SOBRECARGADO
5214	A	25	20847	2	36,3	145,2	SOBRECARGADO
5351	C	15	12616	23	21	140,0	SOBRECARGADO
5840	ABC	50	28578,9	180	71,2	142,4	SOBRECARGADO
6219	ABC	50	26060,1	131	73,4	146,8	SOBRECARGADO

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST

ELABORACIÓN: POSTULANTE

- **Transformadores Subutilizados**

Se detalla en el reporte que existen 132 transformadores subutilizados con una cargabilidad promedio de 26 %, entre trifásicos y monofásicos.

La Tabla 29 indica es estado de cargabilidad para 10 transformadores subutilizados, todos los 132 transformadores se presentan en el ANEXO 4.

TABLA 29 TRANSFORMADORES SUBUTILIZADOS

# TRAFO	Fase	P.Nominal (KvA)	Consumo (Kwh)	# Clientes	P.Total (KvA)	Cargabilidad (%)	ESTADO
376	ABC	75	13611	75	43,2	58	SUBUTILIZADO
400	A	5	797	6	2,5	50	SUBUTILIZADO
428	B	25	1397	23	4,4	18	SUBUTILIZADO
483	A	10	1581	23	5	50	SUBUTILIZADO
711	A	5	242	3	0,8	16	SUBUTILIZADO
718	A	15	1082	15	3,4	23	SUBUTILIZADO
1361	B	5	345	3	1,1	22	SUBUTILIZADO
1638	A	10	1634	22	5,2	52	SUBUTILIZADO
1826	A	10	817	14	2,6	26	SUBUTILIZADO
1834	A	15	2265	25	7,2	48	SUBUTILIZADO

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST

ELABORACIÓN: POSTULANTE

En base al reporte del Cymdist se indica que existe 37 transformadores operando en estado normal con una cargabilidad promedio de 81 %.

La Tabla 30 indica el estado de cargabilidad para 10 transformadores en estado normal, todos los 37 transformadores se presentan en el ANEXO 5.

TABLA 30 TRANSFORMADORES EN ESTADO NORMAL

# TRAFO	Fase	P.Nominal (KvA)	Consumo (Kwh)	# Clientes	P.Total (KvA)	Cargabilidad (%)	ESTADO
223	ABC	45	13836,9	130	44,1	98	NORMAL
237	C	37,5	8982	104	28,5	76	NORMAL
316	ABC	112,5	32835,9	175	104,4	93	NORMAL
493	C	5	1171	15	3,7	74	NORMAL
1904	A	10	3590	20	11,4	114	NORMAL
1923	C	10	3916	26	12,4	124	NORMAL
1935	ABC	50	10599,9	63	33,6	67	NORMAL
1938	B	15	3166	23	10,1	67	NORMAL
1940	ABC	50,1	10079,1	84,9	32,1	64	NORMAL
1952	ABC	75	17990,1	138	57,3	76	NORMAL

FUENTE: SOFTWARE CYMDIST

ELABORACIÓN: POSTULANTE

En resumen, del reporte de Cymdist en cuanto a transformadores existen 7 que están sobrecargados con una cargabilidad bastante alta, a los cuales se les debe cambiar por otros de mayor capacidad para así mejorar el parámetro de cargabilidad en cuanto a transformadores.

2.7 Análisis General de los Resultados obtenidos

En resumen se describen algunos aspectos importantes entre ellos se tiene que:

El porcentaje de pérdidas tanto en la red primaria como en transformadores da un total es de 2,80 % de la energía total suministrada en la cabecera del alimentador, el Departamento de Operación y Mantenimiento plantea que las pérdidas totales (se incluyen pérdidas técnicas y no técnicas) no deben superara el 12 % de la energía suministrada, se considera un nivel deseable de ≤ 8 %.

El porcentaje de voltaje a nivel del Alimentador se encuentra dentro de los valores estimados por la EEASA con un valor promedio de 2,65 %. El factor de potencia se encuentra en un promedio de 0,98 valores que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la empresa.

En lo que se refiere al parámetro de cargabilidad de los transformadores, del reporte de Cymdist se muestran 4 transformadores trifásicos y 3 monofásicos sobrecargados, los porcentajes obtenidos reflejan el estado actual del alimentador Pillaro Centro.

La tendencia del cambio de consumo de gas a cocinas de inducción, obliga a evaluar la incidencia en el Alimentador en estudio, pues este circuito posee un gran número de clientes residenciales que poco a poco adquirirían las cocinas de inducción, por lo que es necesario determinar la demanda con el ingreso de esta carga, y el efecto sobre las pérdidas de potencia futuras en el circuito Primario.

2.8 Determinación de la demanda por Inducción

Para los sistemas eléctricos, la carga se caracteriza en función de la demanda, denominada de esta manera por analogía con la definición en la economía del requerimiento de bienes o servicios, pero que en este caso tiene especiales connotaciones debido a las condiciones que el servicio eléctrico impone, como es de satisfacción instantánea.

Con la sustitución del GLP por electricidad para cocción en el sector residencial, utilizando cocinas eléctricas de inducción de alta eficiencia, para este efecto es necesario pronosticar la demanda de energía de un grupo de usuarios de manera que se pueda involucrar un análisis con la diversidad de productos y potencias, al mismo tiempo, dar una guía o una solución inmediata para anticipar la demanda de diseño y evitar el sobredimensionamiento de los centros de transformación.

Para continuar con desarrollo de este estudio, se utiliza una alternativa metodológica que ayuda a determinar la demanda por inducción planteada por el Ing. Paul Muyulema Director de Área Distribución de la EEASA, esta se desarrolló en base a la metodología general que plantea el MEER. Como primer paso se plantea la ecuación de coincidencia en función del número usuarios para cocinas de inducción, esta se realizó en base a la curva “Ranges” extraída de la Westinghouse se traza el factor de coincidencia y se proyecta la función potencial para encontrar la tendencia y así obtener la ecuación de coincidencia en función del número de usuarios para cocinas de inducción:

Ecuación 15
$$f_{c(n)} = 0.741 \times n^{-0.262}$$

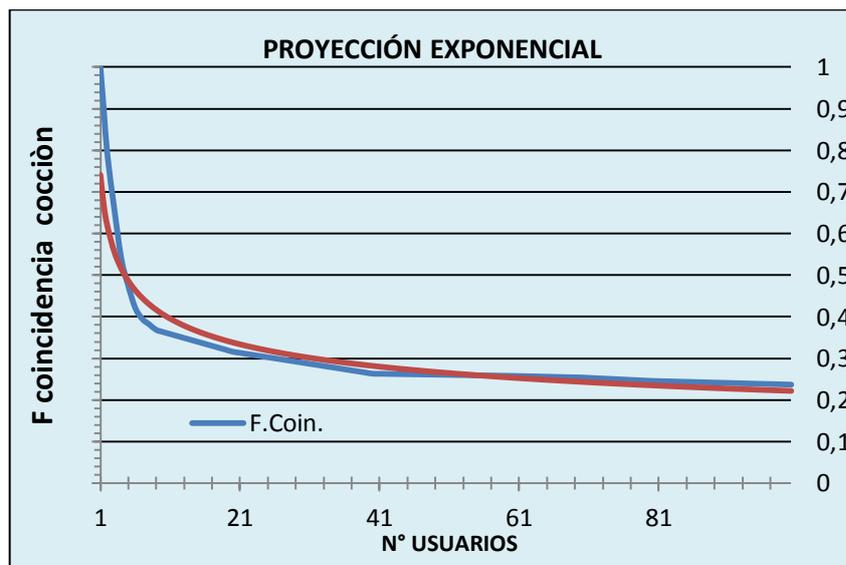
Dónde:

$f_{c(n)}$ = Factor de coincidencia en función del número de usuarios

n = Número de usuarios.

La proyección potencial se apoya con el Gráfico 11, donde se observa un índice de estimación cercano a unidad (R=0.96).

GRÁFICO 11 FACTOR DE COINCIDENCIA COCCIÓN



FUENTE: ARTICULO ALTERNATIVA METODOLÓGICA

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

A partir del número de usuarios residenciales de un centro de transformación se determina el factor de coincidencia mediante la Ecuación 18, para luego seleccionar la demanda de cocción individual y determinar la demanda de cocción para el grupo de usuarios. La demanda por cocción queda determinada con la siguiente manera:

$$\text{Ecuación 16} \quad DMC_{(kW)} = 0.6 \times n \times fc_{(n)} \times P_{CI} \times fd$$

Dónde:

($DMC_{(kW)}$) = Demanda por Cocción

n = Número de usuarios

$fc_{(n)}$ = Factor de coincidencia para (n)

P_{CI} = Potencia nominal de la cocina

fd = Factor de demanda (80 %).

El 0,6 es el 60% de la demanda máxima diversificada, el MEER establece que para el pico de demanda en la noche será el 60% de la demanda máxima diversificada.

Este valor se aplica acorde a un estudio realizado para la Empresa Electrica Quito llamado “ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN EN EL SISTEMA ELÉCTRICO 2014” donde se conceptualiza que los efectos de la generalización de la cocción eléctrica en el sector residencial deben estudiarse considerando los hábitos de uso en el país y en lo posible, de cada una de las regiones, además describe que al mediodía se presenta la incidencia completa de la cocción, mientras que en la noche será solo el 60%, ya que según los hábitos de las personas en la noche solo se calienta la comida mientras que al medio día la mayoría de clientes prepara los alimentos donde la incidencia de la cocina es total.

2.8.1 Demanda total para los Transformadores

Para la determinación de la demanda por Cocinas de Inducción se utilizan los resultados de la distribución de carga obtenidos del reporte de Cymdist, entonces se procede a sumar la demanda asignada a cada transformador por la distribución de la carga con la demanda por cocción ($DMC_{(kW)}$), para comprender de mejor manera esta metodología se plantea un ejemplo.

Para un transformador con una potencia nominal de 15 Kva que posee 35 clientes residenciales el software Cymdist asigna una demanda de 6,9 Kva, acorde a los clientes (número de usuarios) el factor de coincidencia es de 0,29 y considerando una demanda individual de cocción de 3kW, se determina que:

$$(DMC_{(kW)}) = 0,6 * 35 * 0,29 * 3 * 0,8 = 14,71 \text{ Kw.}$$

Al aplicar un factor de potencia de 0,99 se tiene la potencia de 14,86 Kva que es la demanda por Inducción, a este valor se suma el valor de Kva asignados por Cymdist $14,86 \text{ Kva} + 6,9 \text{ Kva} = 21,76 \text{ Kva}$.

La nueva potencia requerida por la inclusión de la cocina es de 21,76 Kva este valor se lo relaciona con la capacidad estándar de los transformadores de distribución que posee la EEASA, en este caso se deberá reemplazar el transformador actual por uno de 25 Kva.

Es importante mencionar que algunos transformadores no son afectados por la demanda por inducción por lo que no necesitan ser cambiados, estas unidades de distribución simplemente con el incremento de la demanda mejoran su estado de cargabilidad. Esta metodología también es sugerida para proyectos eléctricos nuevos pues a la Demanda por Cocción planteada en la Ecuación 19, se adiciona la demanda diversificada por categoría tipo “C” valor tomado de las Guías de Diseño III, dando como resultado la demanda máxima coincidente para el grupo

de usuarios, luego se relaciona con capacidad estándar para cada centro de transformación con un porcentaje de sobre carga del 30%.

La Tabla 31 indica una muestra de la demanda total por transformador con la inclusión de la cocina, algunos centros de transformación del Alimentador Pillaro Centro deberán ser remplazados, la tabla completa se puede apreciar en el ANEXO 6.

TABLA 31 DEMANDA TOTAL TRANSFORMADORES

N° TRANSFO	P.NOMINAL (KvA)	DISTRIBUCION DE LA CARGA (KvA)	INDUCCIÓN (KvA)	CAPACIDAD NUEVA (KvA)
223	45	44,1	39,14	83
237	37,5	28,5	33,20	62
316	112,5	104,4	48,74	153
376	75	43,2	26,08	69
400	5	2,5	4,04	7
428	25	4,4	10,90	15
483	10	5	10,90	16
493	5	3,7	7,95	12
711	5	0,8	2,42	3
718	15	3,4	7,95	11

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.8.2 Proyección de la Demanda

La proyección de la demanda se convierte en el eje fundamental a partir del cual se desarrolla la planificación, debido a que considera una serie de hipótesis debidamente sustentadas que contemplan la evolución histórica de la demanda eléctrica a nivel nacional, los impactos producidos por la incorporación de cargas especiales al sistema, económicas y tecnológicas que se reflejan en el comportamiento de la demanda eléctrica.

Para realizar la proyección se utilizará la tasa de crecimiento por tipos de clientes así como también la tasa de crecimiento de demanda por consumo de energía planteados por el PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN PME 2013 – 2022, las proyecciones se realizarán hasta el año 2022 fecha en la que terminará la distribución de las cocinas de inducción.

Para la proyección se requiere la cantidad de clientes por tipo, así como la demanda por consumo de energía, estos datos se obtienen de los 176 transformadores residenciales que posee el alimentador Pillaro Centro, además se utilizará la ecuación de valor futuro.

$$VF = VP(1 + i)^n$$

Dónde:

VF = Valor Futuro

VP = Valor Actual

i = Tasa de Crecimiento (%)

n = Número de años.

Para el presente estudio VP = Consumo de energía (Kwh), mientras que i = tasas de crecimiento de energía facturada según tipo de usuario, es decir para clientes residenciales (4,8%), comerciales (5,7%), e industriales (5,1), de igual forma el crecimiento de clientes por tipo, es decir residencial (3,9%), comerciales (3,5%), industriales (2,9%).

2.8.2.1 Proyección de usuarios Residenciales

Para la proyección de usuarios residenciales se toma el 3.9 % desde el período 2015- 2022, la Tabla 32 muestra la proyección de los usuarios residenciales presentes por año en el alimentador establecido por el PME 2013-2022, el ANEXO 7 detalla la cantidad de usuarios al año 2022.

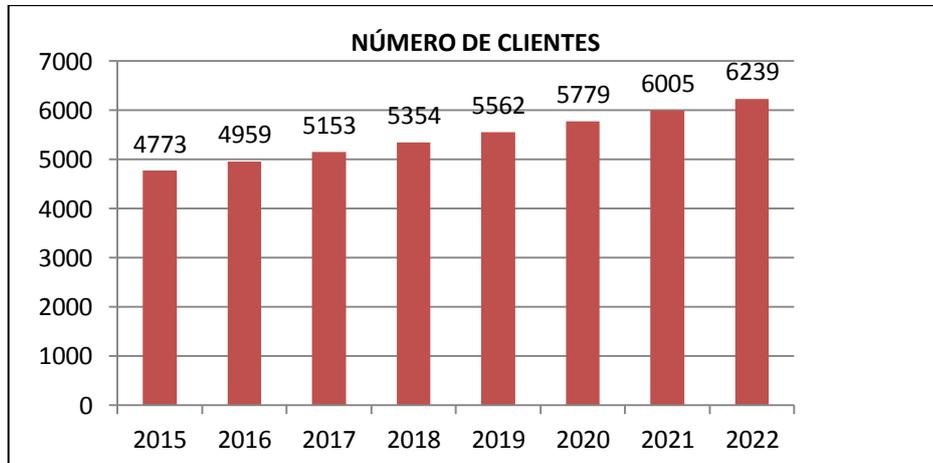
TABLA 32 PROYECCIÓN DE CLIENTES RESIDENCIALES

ALIMENTADOR PILLARO CENTRO				INCREMENTO CLIENTES RESIDENCIALES							
#TRAFO	P.NOMINAL	#Clientes.Resid	%Resid	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
				2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	45	148	3,9%	148	154	160	166	172	179	186	193
237	37,5	104	3,9%	104	108	112	117	121	126	131	136
316	112,5	172	3,9%	172	179	186	193	200	208	216	225
376	75	68	3,9%	68	71	73	76	79	82	86	89
400	5	6	3,9%	6	6	6	7	7	7	8	8
428	25	23	3,9%	23	24	25	26	27	28	29	30
483	10	23	3,9%	23	24	25	26	27	28	29	30
493	5	15	3,9%	15	16	16	17	17	18	19	20
711	5	3	3,9%	3	3	3	3	3	4	4	4
718	15	15	3,9%	15	16	16	17	17	18	19	20
1361	5	3	3,9%	3	3	3	3	3	4	4	4
1638	10	22	3,9%	22	23	24	25	26	27	28	29

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El Gráfico 12 muestra el crecimiento de usuarios residenciales, en el año 2015 se tienen 4773 clientes al año 2022 se tienen 6239 clientes se detalla que se incrementan 1466 distribuidos en todos los años presentes en la proyección.

GRÁFICO 12 PROYECCIÓN DE CLIENTES RESIDENCIALES



ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.8.2.2 Proyección de usuarios Comerciales

Para la proyección de usuarios comerciales se toma el 3,5 % desde el período 2015- 2022, la Tabla 33 muestra la proyección de los usuarios comerciales presentes por año en el alimentador, el ANEXO 8 detalla la cantidad total de usuarios al año 2022.

TABLA 33 PROYECCIÓN DE CLIENTES COMERCIALES

ALIMENTADOR PILLARO CENTRO				Incremento Usuarios Comerciales							
#TRAFO	P.NOMINAL	#Clientes. comercial	%Comercial	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
				2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	45	0	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0
237	37,5	4	3,5%	4	4	4	4	5	5	5	5
316	112,5	18	3,5%	18	19	19	20	21	21	22	23
376	75	6	3,5%	6	6	6	7	7	7	7	8
400	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
428	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
483	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
493	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
711	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
718	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1361	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1638	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El Gráfico 13 muestra el crecimiento de usuarios comerciales, se puede apreciar que el número de estos no significativo, en el año 2015 se tienen 82 clientes al año 2022 se tendrán en total 104 clientes.

GRÁFICO 13 PROYECCIÓN DE CLIENTES COMERCIALES

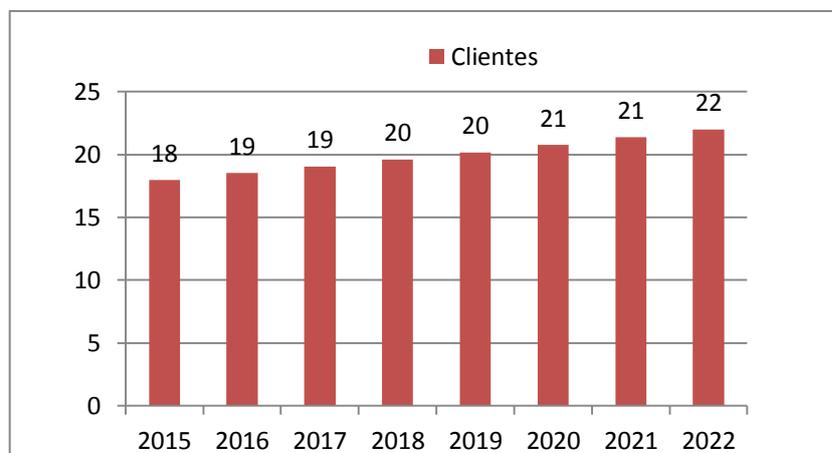


ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.8.2.3 Proyección de usuarios Industriales

Para la proyección de usuarios industriales se toma el 2.9 %, desde el período 2015- 2022, el Gráfico 14 muestra la proyección de los usuarios industriales presentes por año en el alimentador, es necesario mencionar que el número de estos clientes no es significativo ya que el alimentador Pillaro es netamente residencial.

GRÁFICO 14 PROYECCIÓN DE CLIENTES INDUSTRIALES



ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.8.2.4 Proyección total de clientes presentes en el Alimentador Pillaro

Para el desarrollo del estudio se procede a sumar todas las proyecciones por categorías para identificar el aumento de usuarios hasta el 2022, cuyos valores serán ingresados para la modelación.

La Tabla 34 especifica el total de usuarios por año que se encuentran en el alimentador; sumando la proyección de usuarios residenciales, comerciales e industriales, estos valores se ingresarán para la modelación en el software Cymdist. El ANEXO 9 detalla la cantidad total de clientes al año 2022.

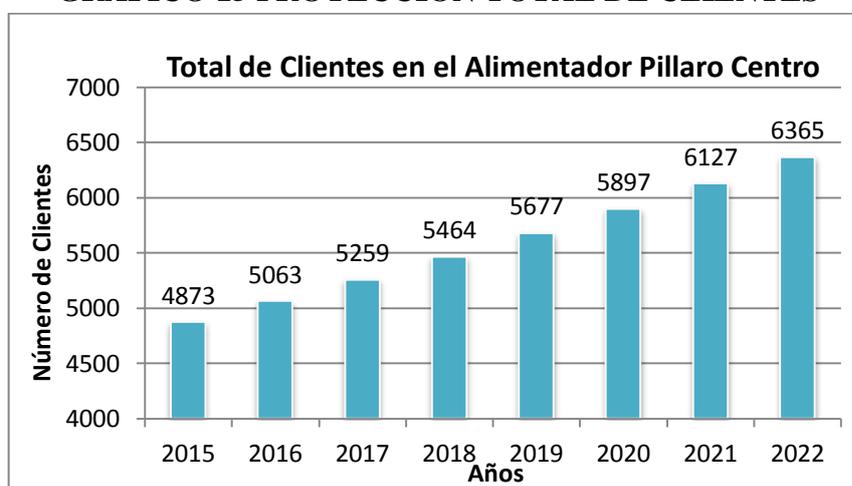
TABLA 34 PROYECCIÓN TOTAL DE CLIENTES (PME 2013-2022)

ALIMENTADOR PILLARO CENTRO		INCREMENTO TOTAL DE USUARIOS AL AÑO 2022							
#TRAFO	P. NOMINAL	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	45	148	154	160	166	172	179	186	193
237	37,5	108	112	117	121	126	131	136	141
316	112,5	190	197	205	213	221	230	239	248
376	75	75	78	81	84	87	91	94	98
400	5	6	6	6	7	7	7	8	8
428	25	23	24	25	26	27	28	29	30
483	10	23	24	25	26	27	28	29	30
493	5	15	16	16	17	17	18	19	20
711	5	3	3	3	3	3	4	4	4
718	15	15	16	16	17	17	18	19	20
1361	5	3	3	3	3	3	4	4	4
1638	10	22	23	24	25	26	27	28	29

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El Gráfico 15 muestra el crecimiento total de clientes en el alimentador Pillaro al año 2022, se detalla que inicialmente en el año 2015 se tiene en total 4873 clientes, mientras que al año 2022 se tiene un total de 6365 usuarios.

GRÁFICO 15 PROYECCIÓN TOTAL DE CLIENTES



ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.8.2.5 Distribución de cocinas de inducción

La Tabla 35 indica el porcentaje de incorporación de cocinas de inducción por año, acorde a lo que plantea el (PME 2013-2022), sin embargo los porcentajes han sido modificados según criterio de la EEASA.

TABLA 35 DISTRIBUCIÓN DE COCINAS EN EEASA

INCORPORACIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN POR AÑO								
Porcentaje	2,5%	3%	10%	14%	14%	14%	15%	15%
Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total	48883	149333	204866	207814	210802	213808	219425	224895

FUENTE: PME 2013-2022

ELABORACIÓN: POSTULANTE

La Tabla 36 muestra el porcentaje de distribución por año de las cocinas de inducción acorde a como la EEASA distribuirá las cocinas, para el año 2016, se tiene un porcentaje de 3 % de inclusión. La distribución total de las cocinas se presenta en el ANEXO 10.

TABLA 36 DISTRIBUCIÓN DE COCINAS EN EL ALIMENTADOR PILLARO CENTRO

ALIMENTADOR PILLARO CENTRO			COCINAS A DISTRIBUIR						
#TRAFO	P.NOMINAL	Total Usuarios al 2022	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
			3%	10%	14%	14%	14%	15%	15%
223	45	193	6	19	27	27	27	29	29
237	37,5	136	4	14	19	19	19	20	20
316	112,5	225	7	22	31	31	31	34	34
376	75	89	3	9	12	12	12	13	13
400	5	8	0	1	1	1	1	1	1
428	25	30	1	3	4	4	4	5	5
483	10	30	1	3	4	4	4	5	5
493	5	20	1	2	3	3	3	3	3
711	5	4	0	0	1	1	1	1	1
718	15	20	1	2	3	3	3	3	3
1361	5	4	0	0	1	1	1	1	1
1638	10	29	1	3	4	4	4	4	4

FUENTE: PME 2013-2022

ELABORACIÓN: POSTULANTE

Para encontrar el incremento de energía por cocinas de inducción, se procede a multiplicar a las cocinas a distribuir de la Tabla 36, por el valor de 100 Kwh, es decir se utilizará la siguiente ecuación:

$$D_{RI} = N^{\circ} \text{Clientes}(100\text{Kwh})$$

Dónde:

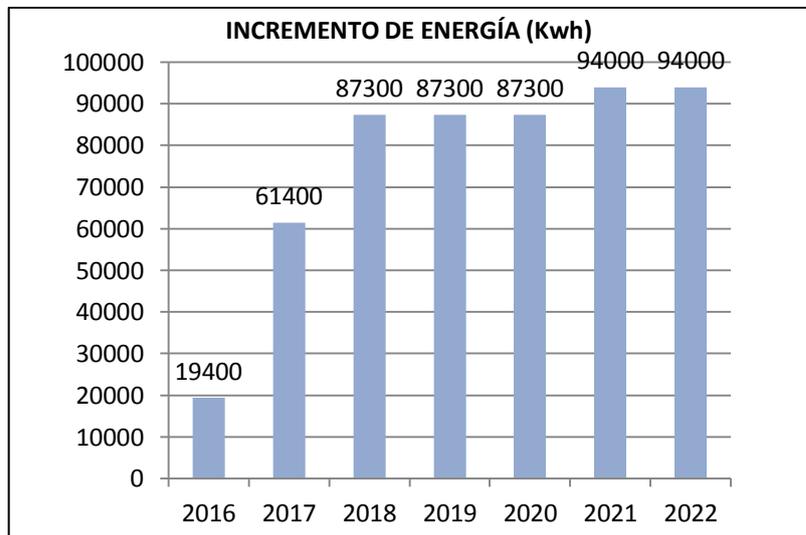
D_{RI} = Demanda residencial con inducción

N° = Número de usuarios residenciales

100 Kwh = Consumo de energía por Cocinas de Inducción.

El Gráfico 16 detalla el incremento de energía anual desde el año 2016 hasta el año 2022 en el alimentador Pillaro Centro, haciendo referencia al (PME) que menciona el consumo será de 100 Kwh por usuario residencial por inducción.

GRÁFICO 16 PROYECCION DE ENERGIA CON LOS (100Kwh) SEGÚN EL PME 2013-2022.



FUENTE: PME 2013-2022

ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.8.2.6 Proyección de Energía Usuarios Residenciales

Según el PME 2013-2022, se estima que la energía facturada, tendrá una tasa de crecimiento promedio anual del 4,8%. En la Tabla 37, se presenta la demanda residencial que es el resultado del consumo de energía de los usuarios por la tasa de crecimiento especificada, el ANEXO 11 se especifica la proyección de la demanda total en clientes residenciales.

TABLA 37 PROYECCIÓN DE ENERGÍA CLIENTES RESIDENCIALES

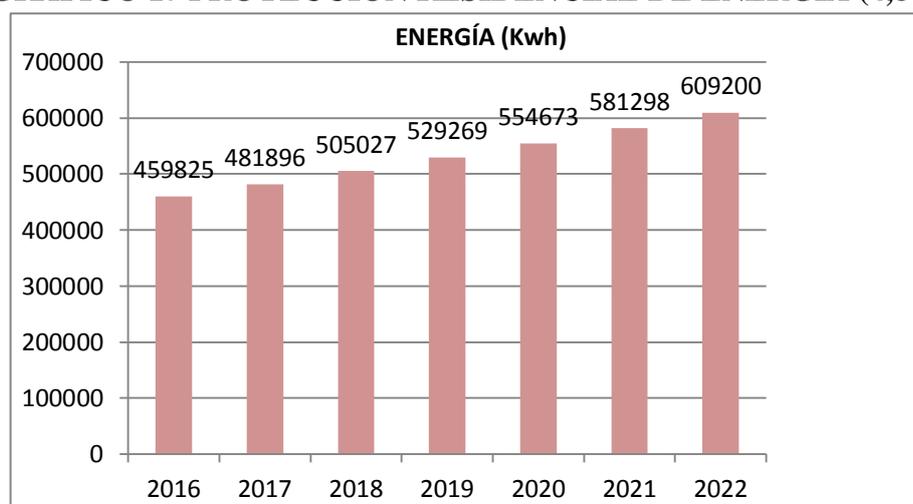
ALIMENTADOR P026		PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (Kwh) RESIDENCIAL						
#TRAFO	Actual	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	13866	14532	15229	15960	16726	17529	18370	19252
237	7191	7536	7898	8277	8674	9091	9527	9984
316	21408	22436	23512	24641	25824	27063	28362	29724
376	7723	8094	8482	8889	9316	9763	10232	10723
400	800	838	879	921	965	1011	1060	1111
428	1398	1465	1535	1609	1686	1767	1852	1941
483	1583	1659	1739	1822	1910	2001	2097	2198
493	1171	1227	1286	1348	1413	1480	1551	1626
711	243	255	267	280	293	307	322	337
718	1084	1136	1191	1248	1308	1370	1436	1505
1361	345	362	379	397	416	436	457	479
1638	1638	1717	1799	1885	1976	2071	2170	2274

FUENTE: PME 2013-2022

ELABORACIÓN: POSTULANTE

En el Gráfico 17, muestra el crecimiento que tendrá el alimentador Pillaro con la proyección de la demanda en clientes residenciales con la tasa anual planteada.

GRÁFICO 17 PROYECCIÓN RESIDENCIAL DE ENERGÍA (4,8%)



FUENTE: PME 2013-2022

ELABORACIÓN: POSTULANTE

Para obtener la proyección total de energía de usuarios residenciales, se obtiene mediante la sumatoria de la proyección de energía de usuarios residenciales más el incremento de energía por cocinas de inducción, es decir se aplica la Ecuación 14. La Tabla 38 muestra el incremento de energía por año de los usuarios residenciales en base a la proyección de energía con la tasa de 4.8% (PME 2013-2022), y los 100 Kwh de consumo por cocinas de inducción.

TABLA 38 PROYECCIÓN DE ENERGÍA RESIDENCIAL+INDUCCIÓN

ALIMENTADOR P026	PROYECCIÓN DE ENERGÍA RESIDENCIAL+ INCREMENTO DE ENERGÍA DE COCINAS DE INDUCCIÓN (Kwh)						
	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
# TRAF0	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	15132	17129	18660	19426	20229	21270	22152
237	7936	9298	10177	10574	10991	11527	11984
316	23136	25712	27741	28924	30163	31762	33124
376	8394	9382	10089	10516	10963	11532	12023
400	838	979	1021	1065	1111	1160	1211
428	1565	1835	2009	2086	2167	2352	2441
483	1759	2039	2222	2310	2401	2597	2698
493	1327	1486	1648	1713	1780	1851	1926
711	255	267	380	393	407	422	437
718	1236	1391	1548	1608	1670	1736	1805
1361	362	379	497	516	536	557	579
1638	1817	2099	2285	2376	2471	2570	2674

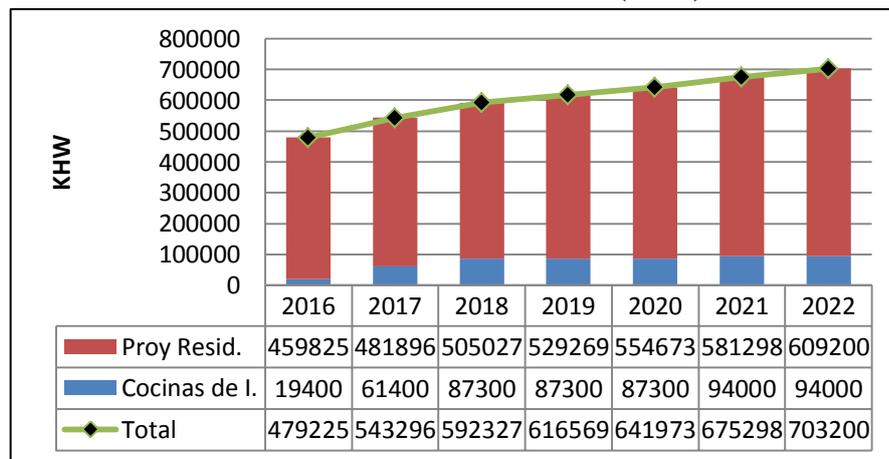
FUENTE: PME 2013-2022

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El ANEXO 12, muestra la tabla completa de la proyección de energía residencial sumado al incremento de energía de inducción.

El Gráfico 18, presenta la demanda total por año que requiere el alimentador Pillaro Centro, por cada año de incorporación de las cocinas de inducción puesto que el programa (PEC) está dirigido a clientes residenciales.

GRÁFICO 18 PROYECCIÓN DE ENERGÍA RESIDENCIAL CON COCINAS DE INDUCCIÓN (Kwh)



FUENTE: PME 2013-2022

ELABORACIÓN: POSTULANTE

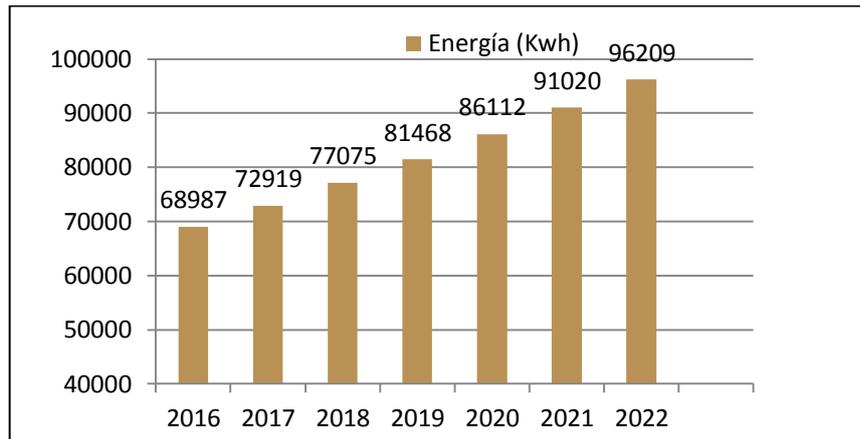
2.8.2.4 Demanda Total Requerida en el Alimentador hasta el año 2022

La proyección de demanda total del alimentador Pillaro se obtuvo al agregar las proyecciones de demanda de usuarios residenciales con inducción obtenidas anteriormente más la proyección de demanda clientes comerciales con la tasa de 5.7% e industriales con 5.1%, es necesario mencionar que en el alimentador en estudio hay pocos clientes comerciales e industriales y que la mayoría de clientes son residenciales, teniendo en consideración que hasta el año 2022 ingresan las cocinas de inducción, y que las proyecciones se hacen en base al (PME 2013-2022).

El ANEXO 13 detalla la proyección de energía hasta el año 2022 con cocinas de inducción.

El Gráfico 19, muestra la proyección comercial de energía en el alimentador Pillaro, se detalla al año 2022 una demanda por consumo de 96209 Kwh.

GRÁFICO 19 PROYECCIÓN COMERCIAL DE ENERGÍA (5,7%)

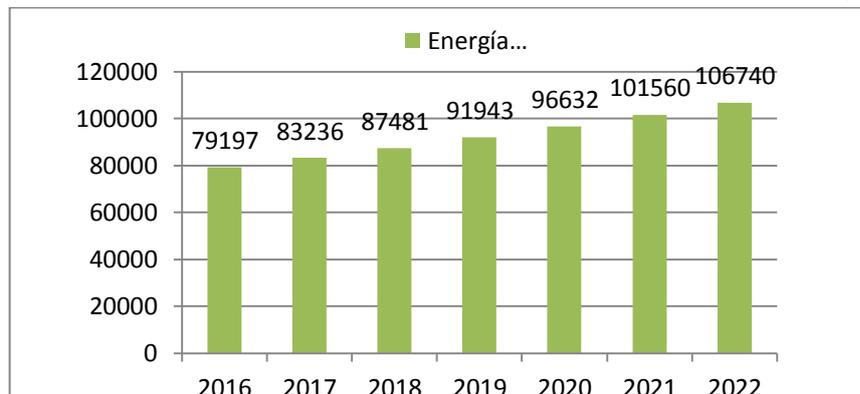


FUENTE: PME 2013-2022

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El Gráfico 20 muestra la proyección industrial de energía en el alimentador con una tasa de crecimiento de (5,1%), al año 2022 muestra un crecimiento de 106740 Kwh.

GRÁFICO 20 PROYECCIÓN INDUSTRIAL DE ENERGÍA (5,1%)

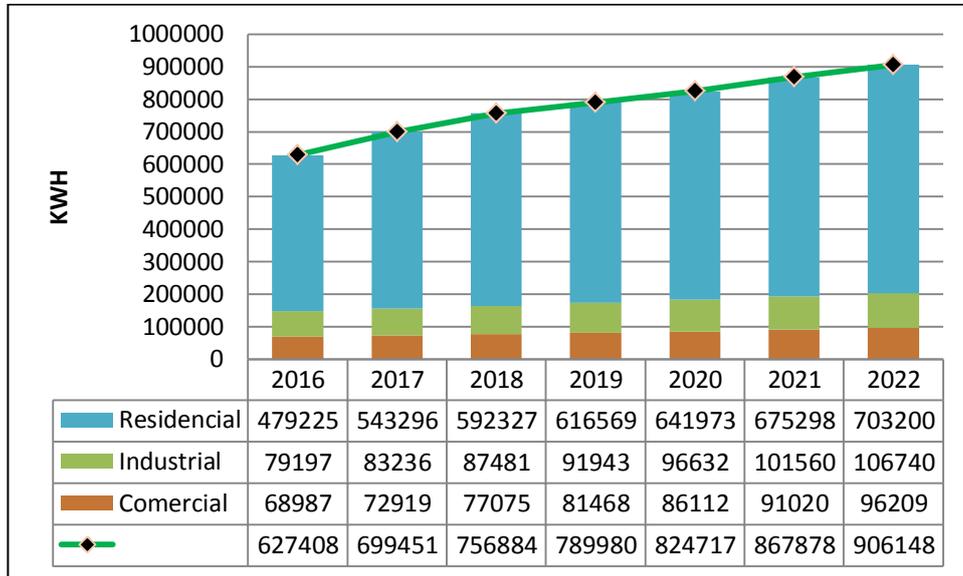


FUENTE: PME 2013-2022

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El Gráfico 21 presenta el resumen de la demanda total de energía proyectada hasta el año 2022 en el Alimentador Pillaro Centro.

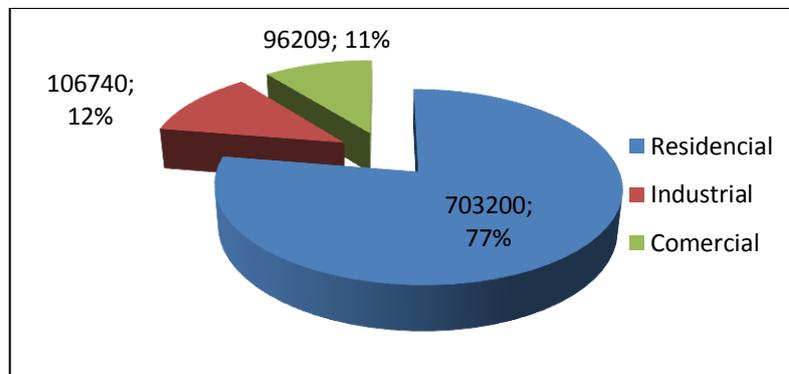
GRÁFICO 21 PROYECCIÓN DE ENERGÍA HASTA EL AÑO 2022 CON COCINAS DE INDUCCIÓN



ELABORACIÓN: POSTULANTE

El Gráfico 22 presenta el porcentaje de energía por tipo de usuario de acuerdo a la proyección hasta el año 2022, donde el 77% pertenece a los usuarios residenciales con 703200 Kwh, mientras que los usuarios comerciales el consumo de energía será 96209 Kwh con el 11% y por último los usuarios industriales consumirán 106740 Kwh equivalente al 12% en el Alimentador Pillaro.

GRÁFICO 22 PORCENTUAL DE ENERGÍA POR TIPO DE CLIENTE HASTA EL AÑO 2022



ELABORACIÓN: POSTULANTE

2.8.3 Reporte de Simulaciones a través del software Cymdist

Mediante simulaciones realizadas en el Software Cymdist por cada año se detalla lo siguiente; Actualmente la potencia del alimentador Pillaro es de 2079,83 Kva, en el año 2022 se proyecta una potencia de 3476,87 Kva, se refleja un aumento de potencia total de 1397,04 Kva, durante los años de proyección. La Tabla 39 detalla el resumen total de los parámetros que tiene el alimentador proyectando la demanda desde el 2016 hasta el año 2022 fecha en que terminará el programa (PEC).

TABLA 39 RESUMEN DE DATOS SOFTWARE CYMDIST AL AÑO 2022

AÑO	2016				2019				2022			
Resumen total	kW	kVAR	kVA	FP(%)	kW	kVAR	kVA	FP(%)	kW	kVAR	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	2871	410,5	2901	98,99	3136	448,5	3168	99	3442	492,3	3476,87	99
Generadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producción total	2871	410,5	2901	98,99	3136	448,5	3168	99	3442	492,3	3476,87	99
Carga leída (no regulada)	2794	320,1	2813	99,35	3048	344,6	3067	99,4	3336	363,3	3355,6	99,4
Carga utilizada (regulada)	2794	320,1	2813	99,35	3048	344,6	3067	99,4	3336	363,3	3355,6	99,4
Condensadores shunt (regulados)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cargas totales	2794	320,1	2813	99,35	3048	344,6	3067	99,4	3336	363,3	3355,6	99,4
Capacitancia del cable	0	1,13	1,13	0	0	1,13	1,13	0	0	1,13	1,13	0
Capacitancia de la línea	0	16,91	16,9	0	0	16,83	16,8	0	0	16,73	16,73	0
Capacitancia shunt total	0	18,04	18	0	0	17,96	18	0	0	17,86	17,86	0
Pérdidas en las líneas	59,2	58,63	83,3	71,04	70,1	69,38	98,6	71,1	84,61	83,79	119,08	71,1
Pérdidas en los cables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pérdidas en los transformadores	17,3	49,38	52,3	33,12	18	52,05	55,1	32,7	20,57	62,51	65,8	31,3
Pérdidas totales	77,1	108,4	133	57,93	88,7	121,9	151	58,8	106	146,9	181,13	58,5

FUENTE: Software Cymdist

ELABORACIÓN: POSTULANTE

De la tabla anterior, se resalta que la sumatoria de potencias de cada transformador es igual a la Producción Total, mientras que la sumatoria de consumo de energía de los usuarios por carga concentrada es igual a cargas totales, la diferencia entre la producción total y las cargas totales da como resultado pérdidas totales.

La Tabla 40 detalla las condiciones anormales por fase en cada tramo que se encuentra con anomalías en el alimentador Pillaro Centro respecto a la proyección de demanda existente por año.

TABLA 40 TRAMOS AFECTADOS CON LAS SIMULACIONES

CONDICIONES ANORMALES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN							
Condiciones anormales	Fase	Nombre del Tramo	%	Nombre del Tramo	%	Nombre del Tramo	%
		AÑO 2016		AÑO 2019		AÑO 2022	
	Sobrecarga	A	3123_MTA	129,73%	3133_MTA	177,96%	3133_MTA
B		3353_MTA	143,69%	3343_MTA	220,07%	3347_MTA	359,41%
C		I3204_MTA	227,54%	I3104_MTA	244,99%	I3104_MTA	342,46%
Baja tensión	A	I3136_MTA	92,57%	I3131_MTA	91,09%	I3138_MTA	85,58%
	B	I3445_MTA	92,12%	I3355_MTA	89,40%	I3365_MTA	83,06%
	C	I3308_MTA	95,17%	I2995_MTA	94,25%	I2995_MTA	90,37%
Alta tensión	A	3378_MTA	100,00%	3376_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%
	B	3378_MTA	100,00%	3376_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%
	C	3378_MTA	100,00%	3376_MTA	100,00%	3371_MTA	100,00%

FUENTE: Software Cymdist

La Tabla 41 determina el costo de pérdidas por año es igual a los MWh año por 0,03 centavos de dólar, que existen en las líneas de distribución y transformadores.

TABLA 41 COSTO DE PÉRDIDAS EN EL ALIMENTADOR

AÑOS	2016			2019			2022		
Costo anual de las pérdidas	kW	MW-h/año	k\$/año	kW	MW-h/año	k\$/año	kW	MW-h/año	k\$/año
Pérdidas en las líneas	59,18	518,38	15,55	70,08	613,93	18,42	84,6	741,18	22,24
Pérdidas en los cables	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pérdidas en los transformadores	17,33	151,85	4,56	17,98	157,5	4,72	20,6	180,16	5,40
Pérdidas totales	77,06	675,08	20,25	88,72	777,18	23,32	106	928,29	27,85

FUENTE: Software Cymdist

2.8.3.1 Regulación y caída de voltaje

La caída de voltaje en el transformador más alejado, refleja si los porcentajes están dentro de los márgenes que la EEASA ha planteado, la Tabla 42 ilustra la caída de voltaje en el transformador más alejado en el año 2016.

TABLA 42 CAÍDA DE VOLTAJE TRANSFORMADOR MÁS ALEJADO

Caída de voltaje (%)	N° Centro de Transformación	Ubicación
		Vía el Progreso/Marcos Espinel
2,66	9984	

FUENTE: Software Cymdist

La Tabla 43 Detalla un resumen de las caídas de voltaje durante los años de proyección, se puede observar que al año 2022 la caída de voltaje en la fase A se encuentra en estado crítico pues ha superado el porcentaje de 3,5% que la EEASA plantea para sus alimentadores.

TABLA 43 RESUMEN DE CAÍDAS DE VOLTAJE EN EL P026

AÑO 2016			
Fase	kVLL	Voltaje (%)	kVLN
A	13,30	3,62	7,6
B	13,60	1,45	7,9
C	13,40	2,90	7,8
AÑO 2019			
Fase	kVLL	Voltaje (%)	kVLN
A	13,29	3,70	7,6
B	13,59	1,52	7,9
C	13,40	2,90	7,8
AÑO 2022			
Fase	kVLL	Voltaje (%)	kVLN
A	13,2	4,35	7,5
B	13,5	2,17	7,9
C	13,4	2,90	7,7

FUENTE: Software Cymdist

De la tabla anterior se resalta que se deben tomar acciones para mejorar las caídas de voltaje al año 2022, la fase A posee un 4,35% de caída de voltaje reflejando un voltaje entre línea a línea de 13,2 Kv, y un voltaje monofásico de 7,5 Kv ya que la fase A posee la mayor carga se recomienda realizar un balance de carga o transferencia de esta hacia las fases que presentan menor nivel de carga.

2.8.3.2 Cargabilidad en los Transformadores de Distribución

Mediante las simulaciones a través de Cymdist se detalla en la Tabla 43 los Kva que requiere cada transformador presente en el Alimentador Pillaro Centro, mostrando la potencia aparente desde el año 2015 representado como actual; las proyecciones se llevan a cabo desde el 2016 hasta el año 2022, también se muestra los centros de transformación que necesitaran ser cambiados por otros de mayor capacidad para así satisfacer la demanda de los años futuros, es necesario recordar que para la proyección de la demanda se utilizó de referente el Plan Maestro de Electrificación 2013-2022.

El ANEXO 14, muestra la tabla 43 completa referente la cargabilidad de los transformadores de distribución de los reportes del software Cymdist.

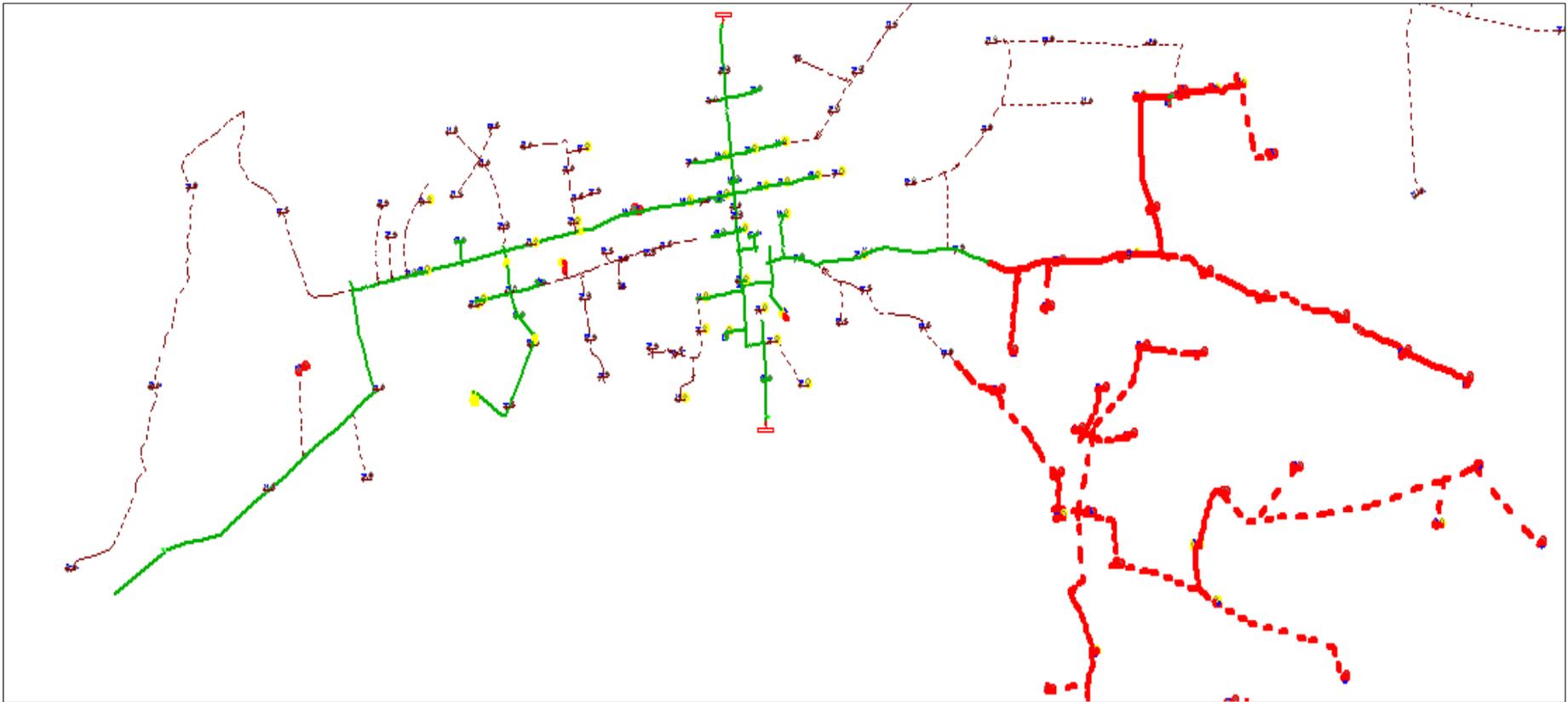
TABLA 44 REPORTES CYMDIST SOBRE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

NIVEL DE CARGA POR AÑO EN TRANSFORMADORES REPORTES SOFTWARE CYMDIST																			
ALIMENTADOR PILLARO CENTRO				ACTUAL		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
#	ID.TRAFO CYME	Capacidad(Kva)	FASE	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)
1	I37907_MTA	45	ABC	44,1	98,0	61,2	136,0	63,3	140,7	65,1	144,7	66,9	148,7	69	153,3	71,1	158,0	73,5	163,3
2	I38771_MTA	37,5	C	28,5	76,0	39,7	105,9	41	109,3	42,3	112,8	43,5	116,0	44,9	119,7	46,2	123,2	47,6	126,9
3	I33345_MTA	112,5	ABC	104,4	92,8	145,2	129,1	150	133,3	154,5	137,3	159	141,3	164,1	145,9	168,9	150,1	174,3	154,9
4	I7962_MTA	75	ABC	43,2	57,6	60,3	80,4	62,1	82,8	63,9	85,2	66	88,0	68,1	90,8	70,2	93,6	72,3	96,4
5	I80695_MTA	5	A	2,5	50,0	3,5	70,0	3,6	72,0	3,7	74,0	3,9	78,0	4	80,0	4,1	82,0	4,2	84,0
6	I80697_MTA	25	B	4,4	17,6	6,2	24,8	8,5	34,0	9,4	37,6	10,4	41,6	11,5	46,0	13,2	52,8	14,6	58,4
7	I43154_MTA	10	A	5	50,0	7	70,0	7,2	72,0	7,4	74,0	7,7	77,0	7,9	79,0	8,1	81,0	8,4	84,0
8	I37901_MTA	5	C	3,7	74,0	5,2	104,0	5,3	106,0	5,5	110,0	5,7	114,0	5,8	116,0	6,5	130,0	7,2	144,0
9	I200348_MTA	5	A	0,8	16,0	1,1	22,0	1,5	30,0	1,9	38,0	2,2	44,0	2,9	58,0	3,1	62,0	3,2	64,0
10	I29430_MTA	15	A	3,4	22,7	4,8	32,0	5,1	34,0	5,2	34,7	5,4	36,0	6,1	40,7	6,5	43,3	7,5	50,0
11	I42802_MTA	5	B	1,1	22,0	1,5	30,0	1,6	32,0	1,7	34,0	1,8	36,0	1,9	38,0	2,1	42,0	2,8	56,0
12	I45135_MTA	10	A	5,2	52,0	7,2	72,0	7,5	75,0	7,7	77,0	7,9	79,0	8,2	82,0	8,4	84,0	8,7	87,0
13	I12881_MTA	10	A	2,6	26,0	3,6	36,0	3,7	37,0	3,8	38,0	4	40,0	4,1	41,0	4,2	42,0	4,3	43,0
14	I80201_MTA	15	A	7,2	48,0	10	66,7	10,3	68,7	10,7	71,3	11	73,3	11,3	75,3	11,7	78,0	12	80,0
15	I19842_MTA	50	ABC	10,8	21,6	15	29,9	15,6	31,1	15,9	31,7	16,5	32,9	17,1	34,1	17,7	35,3	18	35,9
16	I28046_MTA	75	ABC	10,8	14,4	15	20,0	18,4	24,5	21,7	28,9	23,5	31,3	26,8	35,7	29,5	39,3	32,7	43,6
17	I40076_MTA	10	A	11,4	114,0	15,9	159,0	16,4	164,0	16,9	169,0	17,4	174,0	17,9	179,0	18,5	185,0	19	190,0
18	I45183_MTA	25	B	40,6	162,4	38,3	153,2	40,3	161,2	43,6	174,4	45,7	182,8	46,2	184,8	48,3	193,2	50,1	200,4
19	I43791_MTA	10	A	0,7	7,0	1	10,0	1	10,0	1	10,0	1,1	11,0	1,1	11,0	1,1	11,0	1,2	12,0
20	I79995_MTA	15	C	4,4	29,3	6,1	40,7	6,3	42,0	6,5	43,3	6,7	44,7	6,9	46,0	7,1	47,3	7,3	48,7
21	I28849_MTA	30	ABC	109,2	364,0	42,1	140,3	43,2	144,0	44,5	148,3	46,8	156,0	47,8	159,3	49,3	164,3	51,3	171,0
22	I77097_MTA	10	C	12,4	124,0	17,3	173,0	17,9	179,0	18,4	184,0	19	190,0	19,6	196,0	20,2	202,0	20,8	208,0
23	I7770_MTA	10	A	3	30,0	4,1	41,0	4,2	42,0	4,4	44,0	4,5	45,0	4,6	46,0	4,8	48,0	4,9	49,0
24	I200322_MTA	15	A	6,9	46,0	9,6	64,0	9,9	66,0	10,2	68,0	10,5	70,0	10,9	72,7	11,2	74,7	11,5	76,7
25	I37197_MTA	10	B	1,5	15,0	2,1	21,0	2,2	22,0	2,3	23,0	2,3	23,0	2,4	24,0	2,5	25,0	2,5	25,0
26	I41614_MTA	50	ABC	33,6	67,2	46,8	93,6	48,3	96,6	49,8	99,6	51,3	102,6	52,8	105,6	54,6	109,2	56,1	112,2
27	I27060_MTA	15	B	10,1	67,3	18	120,0	19,3	128,7	20,3	135,3	22,3	148,7	23,8	158,7	24,3	162,0	26,8	178,7
28	I38945_MTA	50	ABC	32,1	64,2	44,7	89,4	45,9	91,8	47,4	94,8	48,9	97,8	50,4	100,8	51,9	103,8	53,4	106,8
29	I79988_MTA	25	C	12,8	51,2	17,8	71,2	18,3	73,2	18,9	75,6	19,5	78,0	20,1	80,4	20,7	82,8	21,3	85,2
30	I285523_MTA	75	ABC	57,3	76,4	79,5	106,0	82,2	109,6	84,6	112,8	87,3	116,4	89,7	119,6	92,7	123,6	95,4	127,2

FUENTE: Software Cymdist

ELABORACIÓN: POSTULANT

GRÁFICO 23 ALIMENTADOR PILLARO AÑO 2022 CONDICIONES MÁS CRÍTICAS



se de datos.

R-PILLARO/CENTRO, Fase : A, De MTA_L_7579 A MTA_L_7580, Equip : Línea aérea por fase / , Cond : ACSR.2, ACSR.4, 1CP, Longitud: 611,1 pies

774009,59, 9869865,89

C

2.9 Operacionalización de Variables

VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> • VARIABLE INDEPENDIENTE <p>Análisis la Demanda.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pérdidas a Demanda máxima. ▪ Estimación de las pérdidas en el intervalo de tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Software Cymdist. ▪ Ecuaciones
<ul style="list-style-type: none"> • VARIABLE DEPENDIENTE <p>Diagnosticar las pérdidas técnicas en la red primaria y Transformadores de distribución.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reportes de transformadores sobrecargados. ▪ Operación actual y futura del Alimentador. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guías de Diseño de EEASA ▪ Perfiles de carga.

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

2.10 Verificación de la Hipótesis

Con la hipótesis planteada en el presente proyecto, “el análisis de demanda permitirá diagnosticar las condiciones operativas actuales y futuras a nivel de medio voltaje del Alimentador Pillaro a través de simulaciones en el software Cymdist”.

Se logró determinar con el análisis de demanda, que actualmente el alimentador Pillaro tiene un porcentaje de pérdidas totales de 1,45% con respecto a la demanda máxima, mientras que las caídas de voltaje se encuentran dentro del margen que establece la EEASA menores al 3,5%, en resumen el alimentador se encuentra en condiciones aceptables de operación. Con la proyección de la demanda desde al año 2016 hasta el año 2022 mediante simulaciones en el software Cymdist se tiene que las condiciones más críticas se presentan en el año 2022 pues el alimentador presenta problemas de bajo voltaje en la fase A ya que esta se ha sobrecargado por el crecimiento de la demanda por lo que se requiere tomar acciones para mejorar la operación del año 2022, el porcentaje de pérdidas totales con respecto a la demanda máxima es 3,07% en este año, con esto se verifica la hipótesis planteada siendo afirmativa la misma.

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR DE DISTRIBUCIÓN PILLARO CENTRO CORRESPONDIENTE A LA S/E PILLARO, DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA ELECTRICA AMBATO S.A.”

3.1 Presentación

Este circuito primario se encuentra ubicado en el cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua, posee un nivel de voltaje de 13.8 Kv en la red primaria, es un circuito radial aéreo, dota el servicio de energía eléctrica a sectores urbanos y algunos rurales, pertenece a la S/E Pillaro. La Empresa Eléctrica Ambato S.A califica a este alimentador como Urbano Residencial, posee 4773 clientes residenciales.

Para el desarrollo de la Evaluación del Alimentador Pillaro se realizó el siguiente proceso:

Se inicia con el levantamiento de información referente al alimentador Pillaro Centro, entre estas se realiza la recolección de registros de Demanda para el período Octubre 2014 – Septiembre 2015, del medidor instalado en la cabecera del Alimentador, de estos se determina la demanda máxima en Kw, Kva y factor de potencia.

Para el desarrollo de la modelación se obtienen los ASCII o base de datos que se generan en el programa ArcGis, por con siguiente estos se abren con el software Cymdist para saber si el alimentador se encuentra con su elementos de red en perfectas condiciones para la modelación, se recopilan consumos de energía de 6 meses del software SYSCOM, se ingresa estos valores y la cantidad de usuarios a cada uno de los transformadores en el Cymdist.

La determinación de las pérdidas se consigue al aplicar la ecuación de pérdidas resistivas de potencia, mientras que para los transformadores se adquieren los protocolos de pruebas en el cobre y en vacío por consiguiente se aplican las respectivas ecuaciones. Los parámetros de operación se analizan acorde a las políticas y normas internas de la EEASA

Para poder conocer las condiciones futuras del alimentador Pillaro, se realiza la proyección de la demanda basándose en el Plan Maestro de Electrificación 2013-2022, la proyección de la demanda por consumo de energía se ingresa a cada transformador por consiguiente se realizan simulaciones obteniéndose la demanda máxima por cada año y las condiciones de operación que tiene el alimentador Pillaro desde el año 2016, hasta el año 2022.

3.2 Justificación de la Propuesta

La Empresa Eléctrica Ambato tiene por objetivo suministrar Energía en condiciones de calidad y continuidad, de acuerdo al Plan Maestro De ELECTRIFICACIÓN 2013-2022, donde plantea que las distribuidoras deberán preparar su infraestructura para poder suministrar el servicio, con el incremento de carga por efecto del El Plan de Migración del consumo de GLP a electricidad.

También es primordial destacar que para la EEASA, es importante conocer la operación actual y futura de sus circuitos primarios (Alimentadores), los porcentajes de pérdidas técnicas y perfiles de voltaje deben estar dentro de los parámetros que ha establecido la Empresa Eléctrica, además de planificar la

proyección de la demanda y dotación de energía con la correcta operación de los sistemas de distribución a futuro, por tal motivo el presente estudio está orientado a determinar las condiciones de operación del alimentador Pillaro con la proyección de la demanda a través de software Cymdist, por lo que se obtendrá de acuerdo al nivel de carga, los transformadores a ser cambiados, perfiles de voltaje, pérdidas técnicas, de tal manera que se pueda prever las falencias futuras del sistema eléctrico en estudio con el fin de asegurar la continuidad del servicio energético.

3.3 Objetivos de la Propuesta

3.3.1 Objetivo General

Determinar los transformadores que necesitan ser reubicados del Alimentador Pillaro Centro perteneciente a la Empresa Eléctrica Ambato S.A, por el incremento de carga y mejorar las condiciones de operación para el año 2022 presentado como el más crítico.

3.3.2 Objetivos específicos

- Plasmar los transformadores sobrecargados y su porcentual de carga.
- Elaborar un presupuesto referencial que requerirá el Alimentador Pillaro por el cambio de capacidad de los transformadores y balance de carga.
- Resaltar los planes e inversiones que el gobierno nacional a través del MEER han desarrollado para mejorar los sistemas eléctricos de distribución.

3.4 Propuesta

“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR DE DISTRIBUCIÓN PILLARO CENTRO CORRESPONDIENTE A LA S/E PILLARO, DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA ELECTRICA AMBATO S.A.”

3.4.1 Repotenciación de los transformadores de distribución del Alimentador Pillaro Centro

Las acciones correctivas para mejorar al Primario Pillaro se aplicarán acorde a los resultados obtenidos por las simulaciones realizadas en el software cymdist, por lo que el Departamento de Diseño y Construcción recomienda hacer una repotenciación de los transformadores de distribución que se encuentren sobrecargados por encima del nivel de carga que plantea el Departamento de Operación y Mantenimiento es decir transformadores con un nivel de carga mayor al 136 %, para el caso de los conductores se ha visto la necesidad de añadir una línea más a los tramos bifásicos y dos líneas a los tramos monofásicos con el objeto de reducir la carga en los conductores y reducir las pérdidas sin embargo este no es el caso del alimentador Pillaro, pues mediante las simulaciones realizadas se tienen transformadores sobrecargados y las caídas de voltaje fuera de los límites permitidos que es el caso de año 2022. En base a lo recomendado por el Departamento de Diseño y Construcción se opta por la repotenciación o el cambio de capacidad de los transformadores sobrecargados del Alimentador Pillaro Centro con el objeto de satisfacer la demanda, mientras que para el año más crítico se optara por una transferencia de carga.

La Tabla 45 muestra algunos proyectos que el Departamento de Diseño y Construcción ha desarrollado, con el objeto de mejorar los Alimentadores primarios contribuyendo la reducción de pérdidas técnicas y la optimización operativa del circuito.

TABLA 45 PROYECTOS DE REFORZAMIENTO DE PRIMARIOS

Proyectos Reforzamiento del Sistema Nacional de Distribución	Costo estimado US\$ miles s.n/IVA	Empresa Eléctrica
BID-RSND-EEASA-DI-OB-019 REMODELACIÓN ALIMENTADOR SAN SIMON - SAN LORENZO - SANTIAGO	276000	EEASA
BID-RSND-EEASA-DI-OB-018 REMODELACIÓN ALIMENTADOR TALAGUA - INGAPIRCA - MUSHULLACTA - FACUNDO VELA	357000	EEASA
BID-RSND-EEASA-DI-OB-001 REFORZAMIENTO ALIMENTADOR PRIMARIO CAMINO REAL	290000	EEASA
BID-RSND-EEASA-DI-OB-002 REMODELACION ALIMENTADOR PRIMARIO EL PARAISO Y TILIVI CUATRO ESQUINAS	220000	EEASA
BID-RSND-EEASA-DI-OB-003 REMODELACION ALIMENTADOR PRIMARIO PILAHUIN-YATZAPUCHAN I ETAPA	155000	EEASA

FUENTE: Departamento_ de Diseño _y Construcción

ELABORACIÓN: POSTULANTE

La Tabla 46 muestra los transformadores con prioridad a ser cambiados por el incremento de la demanda en el alimentador Pillaro

TABLA 46 TRANSFORMADORES A SER CAMBIADOS

#Tramo	ID TRAMO	Fase	KVA	D.max	%
223	I37907_MTA	ABC	45	73,5	163,3
316	I33345_MTA	ABC	112,5	174,3	154,9
493	I37901_MTA	C	5	7,2	144
1904	I40076_MTA	A	10	19	190
1914	I45183_MTA	B	25	50,1	200,4
1922	I28849_MTA	ABC	30	51,3	171
1923	I77097_MTA	C	10	20,8	208
1938	I27060_MTA	B	15	26,8	178,7
2847	I33414_MTA	A	15	26,4	176
3427	I40397_MTA	C	10	15,3	153
3587	I201905_MTA	A	25	45,4	181,6
4777	I79590_MTA	A	10	13,9	139
4791	I46682_MTA	ABC	50	82,4	164,8
5022	I40607_MTA	A	10	14	140
5214	I25876_MTA	A	25	48,1	192,4
5351	I44993_MTA	C	15	33,4	222,7
5840	I79776_MTA	ABC	50	82,5	165
6219	I80409_MTA	ABC	50	86,4	172,8
6630	I8701_MTA	A	15	26,8	178,7
7634	I38860_MTA	A	10	15,4	154
7699	I285531_MTA	ABC	50	75,6	151,2
9808	I38779_MTA	ABC	30	42,3	141
9984	I36034_MTA	ABC	50	78	156

ELABORACIÓN: POSTULANTE

La Tabla 47 indica el número de transformadores que necesitara el Alimentador Pillaro para satisfacer la demanda al año 2022, dando un total de 24 unidades.

TABLA 47 CANTIDAD DE TRANSFORMADORES

Potencia Kva	Cantidad
75	7
50	4
45	1
37,5	2
25	5
15	4
10	1
Total	24

ELABORACIÓN: POSTULANTE

3.4.2 Factibilidad Económica

En esta etapa se elabora un presupuesto referencial detallan los precios unitarios de cada uno de los materiales que se utilizarán de mano de obra, como podrá ser para el desmantelamiento o instalación de cualquier equipo, redes, para los sistemas eléctricos de distribución. La Tabla 48 detalla un presupuesto referencial con precios establecidos por la EEASA.

TABLA 48 PRESUPUESTO EN DESMANTELAMIENTO

PRESUPUESTO DESMANTELAMIENTO				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unit	V.Total
Inventario por Km de redes existentes	c/u	24	104,89	2517,36
Retiro de equipos de protección en sistemas monofásicos (seccionadores y pararrayos)	c/u	12	10,36	124,32
Retiro de equipos de protección en sistemas trifásicos (seccionadores y pararrayos)	c/u	12	19,84	238,08
Retiro de centros de transformación monofásicos hasta 37.5 kVA con equipo de protección en baja	c/u	12	82,36	988,32
Retiro de centros de transformación trifásicos hasta 50 kVA con equipo de protección en baja	c/u	12	118,64	1423,68
Retiro conductor # 4 y 2 AWG	Km	5,345	127,24	680,098
Subtotal 1				5971,86

FUENTE: Departamento_ de Diseño _y Construcción

ELABORACIÓN: POSTULANTE

La tabla 49 detalla los precios en materiales y construcción de redes que se utilizarán.

TABLA 49 MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unit	V.Total
Reconocimiento planteo e Inventario por Km de redes (proyecto)	c/u	24	116,55	2797,2
Instalación de equipos de protección en sistemas monofásicos (seccionadores y pararrayos)	c/u	12	11,51	138,12
Instalación de equipos de protección en sistemas trifásicos (seccionadores y pararrayos)	c/u	12	22,04	264,48
Instalación de centros de transformación monofásicos hasta 37.5 kVA con equipo de protección en baja	c/u	12	91,51	1098,12
Instalación de centros de transformación trifásicos hasta 50 kVA con equipo de protección en baja	c/u	12	131,82	1581,84
Estructura monofásica en medio voltaje incluido neutro	c/u	12	7,98	95,76
Estructura trifásica en medio voltaje incluido neutro	c/u	12	14,47	173,64
Bajante del transformador	c/u	48	5,61	269,28
Tendido y regulado de conductor #1/0 y 2/0	c/u	16	135,82	2173,12
Retiro conductor # 4 y 2 AWG	Km	5,345	170,65	912,124
Subtotal 2				9503,68

FUENTE: Departamento_ de Diseño _y Construcción

ELABORACIÓN: POSTULANTE

La Tabla 50 detalla el costo por cada transformador tanto monofásico como trifásico a ser instalado, de igual manera los valores de cada unidad son planteados por la EEASA.

TABLA 50 PRESUPUESTO TRANSFORMADORES 1Ø Y 3 Ø

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN				
Descripción	Unidad/Medida	Cantidad	V.Unit	V.Total
XII. TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICOS				
TRAFO MONOF.AUTOPROTEGIDO 10KVA. 13.800 GRDY/7970/240/120V	C/U	1	1256,6	1256,64
TRAFO MONOF.AUTOPROTEGIDO 15KVA. 13.800 GRDY/7970/240/120V	C/U	4	1514	6056,16
TRAFO MONOF.AUTOPROTEGIDO 25KVA. 13.800 GRDY/7970/240/120V	C/U	5	1883,6	9418,2
TRAFO MONOF.AUTOPROTEGIDO 37,5KVA. 13.800 GRDY/7970/240/120V	C/U	2	1883,6	3767,28
XIII. TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TRIFASICO CONVENCIONALES				
TRAFO TRIF.CONV.50 KVA.13.8/208V.DYN-5	C/U	4	3780	15120
TRAFO TRIF.CONV.75 KVA.13.8/208V.DYN-5	C/U	7	3978,6	27849,92
TRAFO TRIF.CONV.45 KVA.13.8/208V.DYN-5	C/U	1	5612	5612
Subtotal 3				69080,2

FUENTE: Departamento_ de Diseño _y Construcción

ELABORACIÓN: POSTULANTE

TABLA 51 PRESUPUESTO COSTOS INDIRECTOS

COSTOS INDIRECTOS	
Diseño	1200
Administración	700
Dirección Técnica	1000
Subtotal 4	2900

FUENTE: Departamento_ de Diseño _y Construcción

ELABORACIÓN: POSTULANTE

La Tabla 52 detalla el presupuesto total para repotenciar los transformadores de distribución del Alimentador Pillaro.

TABLA 52 PRESUPUESTO TOTAL ALIMENTADOR PILLARO

DETALLE PRESUPUESTO ESTIMADO	
DESMANTELAMIENTO	5971,86
MATERIALES	9503,68
TRANSFORMADORES	69080,20
COSTOS INDIRECTOS	2900
TOTAL \$	87455,74

FUENTE: Departamento_ de Diseño _y Construcción

ELABORACIÓN: POSTULANTE

Inversión

La inversión para el presente proyecto está destinada para la adquisición de transformadores de distribución tiene un valor total de \$87455,74.

Flujo de caja

El flujo de caja es un estado financiero que mide los movimientos de efectivo, constituye las entradas y salidas de dinero, para el presente proyecto se realiza la proyección de ingresos hasta 7 años, con la tasa de crecimiento de energía facturada a clientes residenciales de 4,8 %, se utiliza el valor de energía facturada promedio de 438764 Kwh y con un costo promedio de la energía de 9,3 Cent/Kwh.

TABLA 53 FLUJOS DE CAJA

Detalle	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Consumo de Energía(Kwh)	459824,67	481896,26	505027,28	529268,59	554673,48	581297,80	609200,10
Costo Promedio de la Energía(USD/Kwh)	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093	0,093
Total Ingreso	42763,694	44816,35	46967,54	49221,978	51584,63	54060,7	56655,61
Operación y Mantenimiento	2750,60	2750,60	2750,60	2750,60	2750,60	2750,60	2750,60
Total Flujo	40013,09	42065,75	44216,94	46471,38	48834,03	51310,10	53905,01

Evaluación Financiera del Proyecto

Una vez determinado el flujo de fondos se procede a la evaluación financiera, en el presente proyecto se evaluará la rentabilidad a través del VAN y el TIR.

Valor Presente Neto (VAN)

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de flujos descontados a la inversión inicial. Para obtener el VAN se traslada los flujos de fondos al presente a través de la tasa de descuento, para la aceptación un proyecto el VAN tiene que ser mayor que cero, la fórmula del valor presente neto es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FNCt}{(1+i)^t} - I_0$$

Dónde:

VAN = Valor presente neto

t = Número de períodos

FNC = Flujo neto de caja

i = Tasa de descuento.

Para obtener la tasa de descuento o tasa mínima aceptable de rendimiento, se obtienen datos de la página web del banco central del Ecuador referente al año 2015 para aplicar la siguiente fórmula:

$$TMAR = in + f + (in * f)$$

Dónde:

$Tmar$ = Tasa mínima aceptable de rendimiento

in = % inflación anual (mayo 2014-mayo 2015 4,55%)

f = % de riesgo país anual (junio 2015 8,24%)

$$TMAR = 4,55\% + 8,24\% + (4,55\% * 8,24\%)$$

$$TMAR = 13,16\%.$$

TABLA 54 DETERMINACIÓN DEL VAN

RUBROS	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Flujo de Caja		40013,09	42065,75	44216,94	46471,38	48834,03	51310,10	53905,01
Tasa de Dscto		13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%
Flujos Actualizados		35359,751	32850,56	30514,75	28340,911	26318,3	24436,85	22687,08
Inversión total	87455,74							
VAN del Proyecto	11305,46							

FUENTE: MantenimientoyReparaciones_Ing.Franklin_Melo

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El van del proyecto es de 11305,46, siendo el proyecto viable.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de descuento por la cual el valor presente neto es igual a cero; es decir es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial, y está dada por la siguiente formula:

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{BNt}{(1+i)^t} - I_o = 0$$

Dónde:

TIR = Tasa interna de retorno

T = Número de períodos

BNt = Flujo de caja neto

i = Tasa de descuento

I_o = Inversión inicial.

TABLA 55 DETERMINACIÓN DE LA TIR

RUBROS	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Flujo de Caja		40013,09	42065,75	44216,94	46471,38	48834,03	51310,10	53905,01
Tasa de Dscto		46,00%	46,00%	46,00%	46,00%	46,00%	46,00%	46,00%
Flujos Actualizados		27595,238	20007,49	14503,89	10512,682	7618,73	5520,708	3999,937
Inversión total	87455,74							
Tir Proyecto	-230,16							

ELABORACIÓN: POSTULANTE

La Tasa Interna de Retorno del proyecto por la cual el Valor Actual Neto es 0 es de 46 %, lo que nos indica que es rentable ya que es una tasa superior a la TMAR de 13,16 %.

Relación Beneficio/Costo

Representa la rentabilidad que origina el proyecto por cada dólar invertido.

$$\sum_{t=0}^n \frac{FNC}{(1+i)^t} / INVERSIÓN$$

Dónde:

t = número de períodos

N = tiempo en años

FNC = Flujo Neto de Caja

i = Tasa de Descuento

I = inversión total

TABLA 56 COSTO BENEFICO

COSTO BENEFICIO								
RUBROS	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Flujo de Caja		40013,09	42065,75	44216,94	46471,38	48834,03	51310,10	53905,01
Tasa de Dcto		13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%
Flujos Actualizados		35359,751	32850,56	30514,75	28340,911	26318,3	24436,85	22687,08
Inversión total	87455,74	127065						
TMAR del Proyecto	1,45							

ELABORACIÓN: POSTULANTE

En el proyecto se obtendrá una ganancia de \$0,45 por cada dólar de inversión.

3.5 Transferencia de carga Para el año más crítico 2022

Esta medida consiste en transferir carga de las fases más cargadas, hacia aquellas con menores cargas, esto origina una reducción en caídas de voltaje, reducción en las pérdidas de potencia, disminuyen los problemas relacionados a altas corrientes en el neutro, la transferencia de carga o balance de carga se la realiza para el año 2022 puesto que las caídas de voltaje no están dentro del margen que plantea la EEASA, en consecuencia mediante las simulaciones se realizara un balance de carga para mejorar los perfiles de voltaje y el nivel de carga en la fase A, la cual esta sobrecargada.

3.5.1 Balance de Carga en el Alimentador Pillaro Centro

Para realizar el balance de carga se ingresa la demanda obtenida para el año 2022 que es de 3442,49 Kw y se realiza un flujo de carga para obtener los reportes. La Tabla 56 muestra las condiciones para el año 2022.

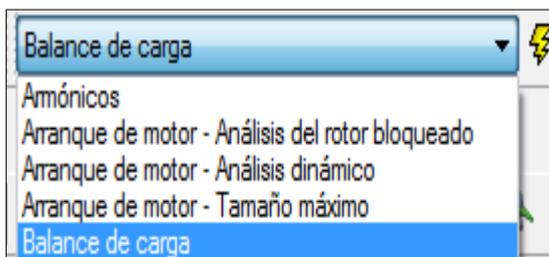
TABLA 57 REPORTE CYMDIST PARA EL AÑO 2022

Resumen total	kW	kVAR	kVA	FP(%)
Fuentes (Potencia de equilibrio)	3441,83	492,33	3476,9	98,99
Generadores	0	0	0	0
Producción total	3441,83	492,33	3476,9	98,99
Carga leída (no regulada)	3335,87	363,3	3355,6	99,41
Carga utilizada (regulada)	3335,87	363,3	3355,6	99,41
Condensadores shunt (regulados)	0	0	0	0
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0
Motores	0	0	0	0
Cargas totales	3335,87	363,3	3355,6	99,41
Capacitancia del cable	0	1,13	1,13	0
Capacitancia de la línea	0	16,73	16,73	0
Capacitancia shunt total	0	17,86	17,86	0
Pérdidas en las líneas	84,61	83,79	119,08	71,05
Pérdidas en los transformadores	20,57	62,51	65,8	31,25
Pérdidas totales	105,97	146,9	181,13	58,5

FUENTE: Software Cymdist

Para realizar el balance se utiliza la aplicación de Cymdist balance de carga, el gráfico 24 muestra esta aplicación a ser utilizada.

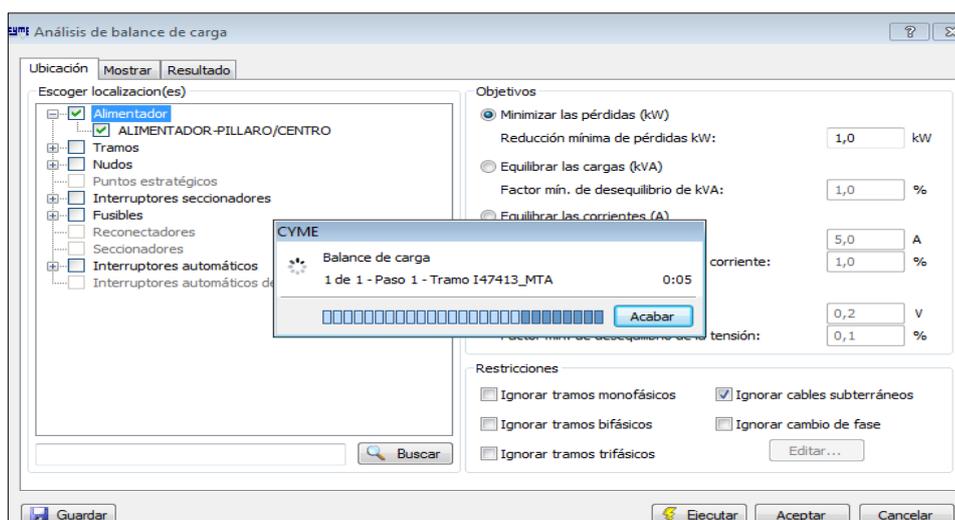
GRÁFICO 24 BALANCE DE CARGA



FUENTE: Software Cymdist

El gráfico 25 indica el análisis de balance de carga que realiza el software Cymdist que se inicia al hacer clic en ejecutar, y empieza a buscar la opción o las condiciones óptimas para mejorar al alimentador.

GRÁFICO 25 ANÁLISIS DE BALANCE DE CARGA



FUENTE: Software Cymdist

3.5.2 Reportes del balance de carga

En la Tabla 57 se detalla los resultados del alimentador Pillaro Centro antes después de haber realizado el balance de carga, es evidente la reducción de las pérdidas totales.

TABLA 58 RESUMEN DEL NIVEL DE CARGA

P026	Fase A (kVA)	Fase B (kVA)	Fase C (kVA)	Pérdidas totales (kW)
Antes	1663,81	896,59	917,04	105,97
Después	1223,81	1209,48	1029,18	92,57

FUENTE: Software Cymdist

La Tabla 58 muestra el cambio de fase recomendado por Cymdist para mejorar al alimentador Pillaro.

TABLA 59 CAMBIO DE FASE RECOMENDADO

Nombre del tramo	Cambio de fase (kVA)			P026	Fase A	Fase B	Fase C	Pérdidas totales
	A	B	C		(kVA)	(kVA)	(kVA)	(kW)
197121_MTA	a B			Antes	1663,81	896,59	917,04	105,97
	294			Después	1345,41	1206,96	912,83	95,53
55016_MTA	a C			Antes	1345,41	1206,96	912,83	95,53
	110,6			Después	1223,81	1209,48	1029,18	92,57

FUENTE: Software Cymdist

Después de realizar el cambio recomendado por Cymdist sobre el balance de carga se realiza una vez más un flujo de potencia para obtener los resultados deseados, la Tabla 60 muestra un resumen de los resultados de antes y después del balance de carga en el alimentador Pillaro.

TABLA 60 CONDICIONES DE OPERACIÓN AÑO 2022

ALIMENTADOR PILLARO CENTRO	Antes año 2022				Después Año 2022			
	kW	kVAR	kVA	FP(%)	kW	kVAR	kVA	FP(%)
Resumen total								
Fuentes (Potencia de equilibrio)	3441,83	492,33	3476,9	98,99	3429,6	474,93	3462,3	99,05
Generadores	0	0	0	0	0	0	0	0
Producción total	3441,83	492,33	3476,9	98,99	3429,6	474,93	3462,3	99,05
Carga leída (no regulada)	3335,87	363,3	3355,6	99,41	3337	363,39	3356,8	99,41
Carga utilizada (regulada)	3335,87	363,3	3355,6	99,41	3337	363,39	3356,8	99,41
Condensadores shunt (regulados)	0	0	0	0	0	0	0	0
Reactancias shunt(reguladas)	0	0	0	0	0	0	0	0
Motores	0	0	0	0	0	0	0	0
Cargas totales	3335,87	363,3	3355,6	99,41	3337	363,39	3356,8	99,41
Capacitancia del cable	0	1,13	1,13	0	0	1,13	1,13	0
Capacitancia de la línea	0	16,73	16,73	0	0	16,94	16,94	0
Capacitancia shunt total	0	17,86	17,86	0	0	18,07	18,07	0
Pérdidas en las líneas	84,61	83,79	119,08	71,05	71,48	67,12	98,06	72,9
Pérdidas en los transformadores	20,57	62,51	65,8	31,25	20,5	62,03	65,33	31,39
Pérdidas totales	105,97	146,9	181,13	58,5	92,57	129,61	159,27	58,12

FUENTE: Software Cymdist

3.5.3 Perfiles de voltaje en el alimentador Pillaro Año 2022

Después de haber realizado el balance de carga las caídas de voltaje han mejorado a lo largo de los tramos que presentaban porcentajes altos, tal es el caso del transformador más alejado la subestación que ahora muestra una caída de voltaje aceptable. El transformador 9984 ubicado en el tramo 5382_MTA IDcyme, muestra las siguientes caídas de voltaje dentro del margen de 3,5%.

TABLA 61 CAIDAS DE VOLTAJE TRANSFORMADOR 9984

Antes año 2022			
Fase	kVLL	%	kVLN
A	13,2	4,35	7,5
B	13,5	2,17	7,9
C	13,4	2,90	7,7
Después año 2022			
FASE	kVLL	Voltaje (%)	kVLN
A	13,4	2,89	7,7
B	13,4	2,89	7,7
C	13,4	2,89	7,7

FUENTE: Software Cymdist

Para el transformador más alejado monofásico 9794 en el tramo 35041_MTA IDcyme/Fase B se muestra la caída de voltaje en la Tabla 61, recordando que inicialmente este transformador estaba en la fase A, es decir antes del balance de carga.

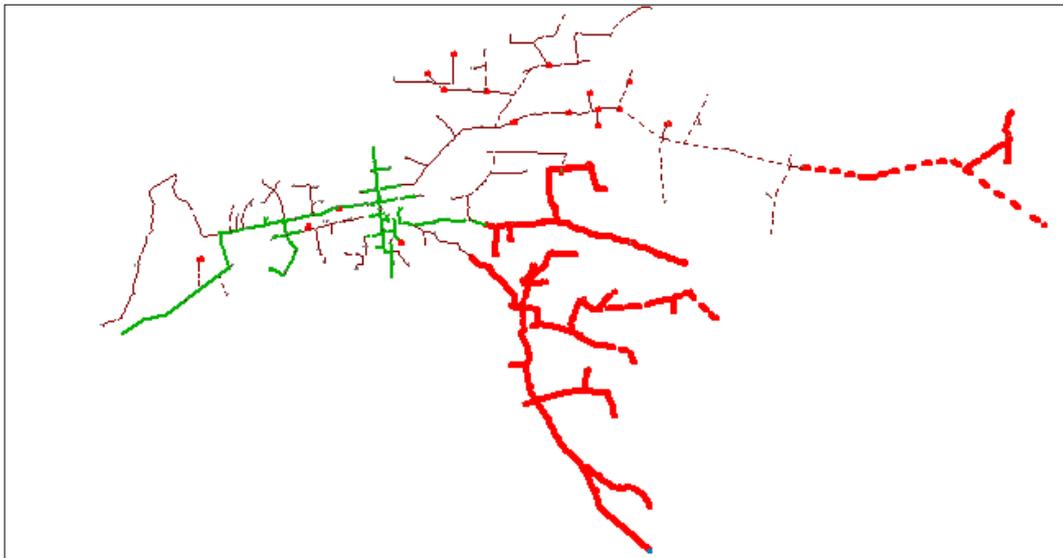
TABLA 62 CAÍDAS DE VOLTAJE TRANSFORMADOR 9794

Transformador 9794 (∅)		
Antes año 2022		
Fase	%	kVLN
A	5,06	7,5
B		
C		
Después año 2022		
FASE	Voltaje (%)	kVLN
A		
B	2,53	7,7
C		

FUENTE: Software Cymdist

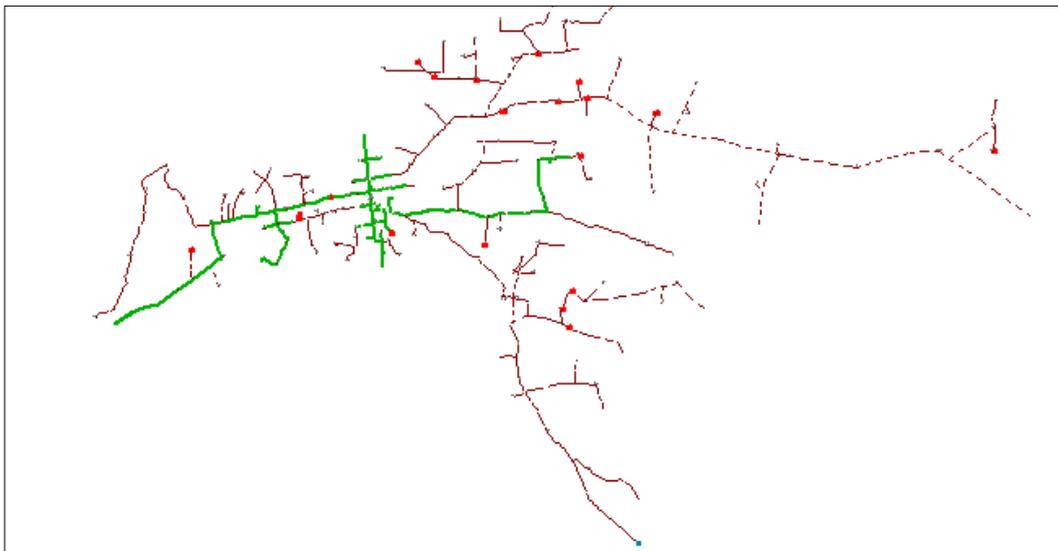
El gráfico 26 muestra el alimentador Pillaro con las condiciones críticas en sus tramos, mientras que el gráfico 27 muestra un alimentador en condiciones de operación aceptables después de realizarle un balance de carga.

GRÁFICO 26 ALIMENTADOR PILLARO AÑO 2022 SIN BALANCE DE CARGA



FUENTE: Software Cymdist

GRÁFICO 27 DESPUÉS DEL BALANCE DE CARGA



FUENTE: Software Cymdist

3.5.4 Análisis económico de una transferencia (Balance) de carga

Los costos de inversión son asociados con la transferencia de carga por los equipos de apertura y cierre que se instalaran, se obtuvieron de los presupuestos realizados para cada modificación considerando los precios unitarios de los materiales a ser utilizados, la mano de obra un valor estimado y costos indirectos, aquellos en los se incluye, rubros como movilización, combustible, materiales menores, etc. de igual manera valores estimados.

TABLA 63 COSTO DE MATERIALES PARA LA TRANSFERENCIA

Descripción de los materiales	Unidad de medida	Cantidad	ValorUnit	Valor total
Montaje e Instalación de Seccionador 100A.15 Kv.	c/u	2	102	204
Montaje de Conductor ALUMINIO TIPO ACSR # 2 AWG , 6/1 HILOS	m	640	0,65	416
Desmontaje de Conductor ALUMINIO TIPO ACSR # 2 AWG , 6/1 HILOS	m	359	0,65	233,35
Abrir Seccionador	c/u	3	5,9	17,7
Cerrar Seccionador	c/u	2	6,9	13,8
Cruceta de Hierro 75x75x6x2400 mm	c/u	9	44,8	403,2
Platina pie amigo de 3/16" x 1 1/2" x 28"	c/u	18	13,94	250,92
Perno pin simple para punta de poste con doble abrazadera	c/u	9	1,8	16,2
Perno de rosca corrida de 1/2" x 1 1/2"	c/u	18	0,85	15,3
Perno u de 1/2" x 70 cm	c/u	9	2,2	19,8
Arandela cuadrada de 2" x 2"	c/u	36	0,38	13,68
Perno pin espiga corta de 5/8"	c/u	18	3,8	68,4
Aislador tipo pin ANSI 55-5 .15Kv	c/u	19	4,75	90,25
Varillas cortas de armar para simple soporte	c/u	27	0,75	20,25
Alambre de atar #6	c/u	27	0,5	13,5
Abrazadera simple para pie amigo de 3/16" x 1 1/2"	c/u	9	4,1	36,9
TOTAL u\$D				1833,25

TABLA 64 COSTOS DE INVERSIÓN

BALANCE DE CARGA ALIMENTADOR PILLARO	
DESCRIPCIÓN	MONTO
Materiales USD	1833,25
Mano de Obra USD	1319,01
Costos indirectos USD	129,6
TOTAL	3281,86

FUENTE: Departamento_ de Diseño _y Construcción

La suma los costos de inversión a utilizarse para la transferencia de carga del alimentador primario están valorados en 3281,86 dólares, este valor se debe a que la operación de transferencia de carga requiere la apertura y cierre de los seccionadores, que favorecerán a la operación de alimentador mejorando las caídas de voltaje y el nivel de carga en el alimentador.

TABLA 65 VAN DE LA TRANSFERENCIA DE CARGA

RUBROS	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Flujo de Caja		40013,09	42065,75	44216,94	46471,38	48834,03	51310,10	53905,01
Tasa de Dcto		13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%
Flujos Actualizados		35359,751	32850,56	30514,75	28340,911	26318,3	24436,85	22687,08
Inversión total	3281,86							
VAN del Proyecto	1972,34							

ELABORACIÓN: POSTULANTE

El van del proyecto es 1972,34 siendo viable.

TABLA 66 TIR DE LA TRANSFERENCIA DE CARGA

RUBROS	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Flujo de Caja		40013,09	42065,75	44216,94	46471,38	48834,03	51310,10	53905,01
Tasa de Dcto		24,00%	24,00%	24,00%	24,00%	24,00%	24,00%	24,00%
Flujos actualizados		27595,238	20007,49	14503,89	10512,682	7618,73	5520,708	3999,937
inversión total	3281,86							
Tir Proyecto	-127,34							

ELABORACIÓN: POSTULANTE

La Tasa Interna de Retorno del proyecto por la cual el Valor Actual Neto es 0 es de 24 %, lo que nos indica que es rentable ya que es una tasa superior a la TMAR de 13,16 %.

TABLA 67 RELACIÓN COSTO BENEFICIO

RUBROS	COSTO BENEFICIO							
	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Flujo de Caja		40013,09	42065,75	44216,94	46471,38	48834,03	51310,10	53905,01
Tasa de Dcto		13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%	13,16%
Flujos actualizados		35359,751	32850,56	30514,75	28340,911	26318,3	24436,85	22687,08
inversión total	3281,86							
TMAR del Proyecto	1,67							

ELABORACIÓN: POSTULANTE

En el proyecto se obtendrá una ganancia de \$0,67 por cada dólar de inversión.

- **Financiamiento de Obras para Reforzar los Sistemas de Distribución**

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) es el ejecutor del proyecto llamado Programa de Reforzamiento del Sistema Nacional de Distribución, el cual tiene por objetivo Fortalecer el SND favoreciendo el cambio de la matriz energética y la provisión de un servicio eléctrico de calidad a los clientes residenciales. Entre los objetivos específicos se tiene que: (i) continuar con el reforzamiento del SND para operar a niveles de 220 V; (ii) incrementar los niveles de confiabilidad del SND; y (iii) contribuir al desarrollo de la estrategia

que facilite el desplazamiento de Gas Licuado de Petróleo (GLP) por electricidad en los clientes residenciales.

El costo estimado del Programa asciende a US\$247,4 millones, de los cuales US\$220 millones serán financiados por el BID (Banco Iberoamericano de Desarrollo) y US\$27,4 millones reconocidos como recursos de contraparte.

Es necesario recordar que hace una década atrás las Empresas Eléctricas de Distribución no tenían el financiamiento para mejorar sus sistemas de distribución o invertir en programas para reducir las pérdidas de energía, las pocas o escasas inversiones que se hacían para mejorar la operatividad de la distribuidora eran por iniciativa propia de la empresa, en la actualidad el Gobierno Nacional del Ecuador a través del MEER destina recursos económicos para mejorar el sector eléctrico, y en especial a las Empresas Distribuidoras de Energía para que mejoren sus sistemas de distribución contribuyendo así al cambio de la matriz energética.

3.6 Factibilidad Operacional

El MEER y ARCONEL a través de las empresas distribuidoras impulsan los instrumentos legales, normativos y proyectos dirigidos a desarrollar el sector eléctrico del Ecuador y en particular a ordenar la gestión de las distribuidoras, con énfasis principal en la reducción de pérdidas de energía, mejorar la calidad de servicio y ampliar la cobertura; es así que se han diseñado programas de inversión relacionados con la Reducción de Pérdidas de Energía, PLANREP, mejora de la calidad de servicio, Plan de Mejoramiento de la Distribución(PMD), se enfoca en el reforzamiento de los sistemas de distribución, Programa de Energización Rural y Electrificación Urbano-Marginal(FERUM), aumento de cobertura; estos programas actualmente son planificados y financiados desde el Presupuesto General del Estado y administrados por el MEER.

El estudio del alimentador Pillaro Centro se realizó estimando el porcentaje actual de pérdidas de energía, por consiguiente para asegurar la continuidad y calidad del

suministro de energía eléctrica se determinó la proyección de la demanda utilizando tasas de crecimiento y un consumo promedio de 100kwh por cocina de inducción referentes al Plan maestro de Electrificación 2013-2022, a través de simulaciones en el software Cymdist de propiedad de la Empresa Eléctrica, se verifican transformadores sobrecargados del alimentador Pillaro y el incremento en las pérdidas técnicas tanto en las líneas y transformadores, caídas de voltaje, se verifica que el año más crítico del alimentador Pillaro es el año 2022, así que por sugerencia del Departamento de Diseño y Construcción, se tiene que repotenciar los transformadores de distribución, para mejorar las condiciones críticas del 2022; se ha visto la necesidad de realizar un balance de carga ya que la fase A se sobrecarga a medida que crece la demanda, de esta manera mantener condiciones de operación aceptables en el alimentador Pillaro dentro de estándares que contribuyan a la eficiencia de la distribución de energía eléctrica.

CONCLUSIONES

- En base al estudio realizado al alimentador Pillaro Centro, mediante las simulaciones hasta el año 2022 se obtuvieron 24 transformadores sobrecargados que requieren mejorar su nivel de carga.
- De las simulaciones el año más crítico se presenta en el año 2022 pues las caídas de voltaje tienden valores fuera de lo planteado por la EEASA, tal es el caso de la Fase A que presenta una caída de voltaje de 4,35%, recordando que para un alimentador urbano las caídas de voltaje no deben sobrepasar el 3,5 % del centro de transformación más alejado.
- La inversión estimada para repotenciación de los transformadores de distribución que la Empresa Eléctrica Ambato S.A requiere de U\$D 87455,74 con una rentabilidad de \$0,45 por cada dólar de inversión.
- La transferencia o balance de carga se muestra como una opción favorable para mejora las condiciones críticas operativas de año 2022.
- La inversión por la transferencia o balance de carga tiene un costo estimado de U\$D 3281,86 y se muestra como la solución más económica.

RECOMENDACIONES

- Para obtener un resultado más acertado sobre el nivel de carga de los transformadores se recomienda también modelar en el software cymdist las redes de bajo voltaje.
- En el alimentador es necesario que se realice una transferencia de carga puesto que la mayor parte de esta se encuentra en la Fase A. referente a año 2022.
- Se recomienda implementar una base de datos histórica, para realizar un seguimiento del tiempo de servicio que tiene cada transformador, para poder realizar una adecuada planificación en la sustitución de transformadores que presenten sobrecarga.
- En base al estudio realizado, se recomienda realizar la transferencia de carga en el alimentador Pillaro, de esta manera se obtendrá una reducción en caídas de voltaje, reducción en las pérdidas de potencia.
- En el alimentador es necesario realizar estudios integrales de remodelación de redes en bajo voltaje para reconfigurar sus circuitos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ARCONEL: Agencia de Regulación y Control de Electricidad

BID: Banco Iberoamericano de Desarrollo

Demanda: Carga en los terminales de recepción, promediada normalmente durante 15 minutos aunque a veces es 10 minutos

EEASA: Empresa Eléctrica Ambato S.A

Factor de potencia: Es la relación entre la potencia reactiva y la potencia activa en una instalación eléctrica

FERUM: Fondo de Energización Rural y Electrificación Urbano-Marginal

Kv: Unidad de voltaje (Kilovoltios)

Kvar: Unidad de Potencia (Kilovoltamperio Reactivo)

Kva: Unidad de Potencia (Kilovoltamperio)

MEER: Ministerio de electricidad y Energía Renovable

Primario: Red de distribución primaria en medio voltaje

PME: Plan Maestro de Electrificación

PEC: Programa eficiente de cocción.

BIBLIOGRAFÍA

ALCÓN Mesa, José. 2010. ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE CARGA SEGURA EN TRANSFORMADORES DE POTENCIA. Tesis (Ingeniero Eléctrico). Madrid, Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Ingeniería Eléctrica : s.n., 2010. pág 28.

ARCONEL. 2001. REGULACION No. 004/01. CALIDAD DE SERVICIO ELECTRICO DE DISTRIBUCION. Quito : Microsoft, 2001. pág 03.

CASTELLANOS Bustamante, Rafael. 2013. Determinación de límites de transmisión en sistemas. México : s.n., 2013. pág. 272.

CYME, Software. 2011. Tutorial Distribución de carga. Ambato, Empresa Electrica Ambato S.A : CYME INTERNATIONAL, 2011. pag.02.

ENRÍQUEZ Harper, Gilberto. 1980. Líneas de Transmisión y Redes de Distribución de Potencia Eléctrica, Volumen 2. México : LIMUSA, 1980.

FREIRE Villasís, Byron Vladimir. 2012. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA OPERACIÓN DEL ALIMENTADOR N° 2 DE LA S/E OTAVALO, DE LA EMPRESA ELÉCTRICA EMELNORTE S.A. Tesis (Ingeniero Electrico). Quito, Escuela Politecnica Nacional, Facultad de Ingenieria Electrica y Electronica : s.n., 2012. pág 20 .

MUYULEMA Masaquiza, Jimmy Paúl. 2008. ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A. Tesis (Ingeniero Electrico). Quito, Escuela Politecnica Nacional, Facultad de Ingenieria, Electrica y Electronica : s.n., 2008. pág 31.

POVEDA, Mentor. 1999. A NEW METHOD TO CALCULATE POWER DISTRIBUTION LOSSES IN AN ENVIRONMENT OF HIGH UNREGISTERED LOADS. NEW ORLEANS : s.n., 1999.

—. 2014. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE COCINAS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S. A. Quito : s.n., 2014. pág 4.

RIOFRIO, Carlos. 2004. Ingeniería de Distribución Eléctrica. Quito : s.n., 2004.

VÁSQUEZ Castillo, Alex. 2008. METODOLOGÍA PARA EL CALCULO DE PÉRDIDAS TÉCNICAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA. Tesis (Ingeniero Eléctrico). Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Eléctrica : s.n., 2008. Pág 30.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022 “Estudio y Gestión de la Demanda Eléctrica”pdf//Arconel.gob.ec
- Transformadores de Distribución - Catálogo Técnico 2007(ECUATRAN)pdf
- Factor de potencia “Triangulo de potencias” www.afinidadelectrica.com
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER)/ Reforzamiento del Sistema Nacional de Distribución//http/%&meer.gob.ec//
- MEER//PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL 2014 – 2017 pdf
- ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA INCORPORACIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN EN EL SISTEMA ELÉCTRICO/informemaildavid_sylar@yahoo.com
- EC-L1136_-_Plan_de_Adquisiciones//MEER//Microsoftword2010

ANEXOS

ANEXO 1 TRANSFORMADORES DEL ALIMENTADOR PILLARO CENTRO

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION ALIMENTADOR P026

Alimentador	Subtipo	Fase Conexión	Voltaje	No.Transf.	Propiedad	Codigo Estructura	P.Nominal	Alimentador	Subtipo	Fase Conexión	Voltaje	No.Transf.	Propiedad	Codigo Estructura	P.Nominal
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	223	EEASA	3C45T	45	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	C	7.96 kV	5351	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	C	7.96 kV	237	EEASA	1A37.5T	37,5	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	5352	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	316	EEASA	3C112.5T	112,5	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	5442	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	376	EEASA	3C75T	75	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	5774	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	400	EEASA	1C5T	5	PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	5840	EEASA	3C50T	50
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	428	EEASA	1A25T	25	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	5944	EEASA	1A25T	25
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	483	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	5945	EEASA	1A37.5T	37,5
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	C	7.96 kV	493	EEASA	1A5T	5	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	5946	EEASA	1A37.5T	37,5
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	711	EEASA	1A5T	5	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6013	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	718	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6019	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	945	PARTICULAR	3C30T	30	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	6051	EEASA	1C50T	50
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	1361	EEASA	1C5T	5	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6110	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	1638	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	C	7.96 kV	6175	PARTICULAR	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	1791	EEASA	3C50T	50	PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	6219	EEASA	3C50T	50
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	1826	EEASA	1C10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6266	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	1834	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6283	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	1902	EEASA	3C50T	50	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6310	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	1903	COMERCIAL	3C75T	75	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6311	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	1904	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6352	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	1914	EEASA	1A25T	25	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6432	PARTICULAR	1C10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	1918	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	6437	PARTICULAR	3C250T	250
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	C	7.96 kV	1919	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6473	EEASA	1C10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	1922	EEASA	3C30T	30	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6530	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	C	7.96 kV	1923	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6531	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	1924	EEASA	1C10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6532	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	1928	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6630	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	1933	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6633	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	1935	EEASA	3C50T	50	PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	6686	EEASA	3C50T	50
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	1938	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6775	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	1940	EEASA	3C50T	50	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	6828	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	C	7.96 kV	1949	EEASA	1A25T	25	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	7062	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	1952	EEASA	3C75T	75	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	7142	EEASA	1A5T	5
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	C	7.96 kV	1954	COMERCIAL	1A25T	25	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	7218	ILUMINACION	1C5T	5
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	2095	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	7372	EEASA	1A25T	25
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	2632	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	7491	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	2691	ILUMINACION	1A5T	5	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	7496	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	2701	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	7548	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	2847	EEASA	TRT0256	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	7609	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	3042	PARTICULAR	1A5T	5	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	7634	EEASA	1A10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	3096	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	7699	EEASA	3C50T	50
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	3206	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	7890	EEASA	1A5T	5
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	3207	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	8011	EEASA	3C30T	30
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	3317	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	8017	EEASA	3C50T	50
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	C	7.96 kV	3427	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	8039	EEASA	1A5T	5
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	3525	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	8122	EEASA	1C10T	10
PILLARO CENTRO	Transformador Trifásico en Poste	ABC	13.8 kV	3533	EEASA	3C75T	75	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	8183	INDUSTRIAL	1A25T	25
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	3574	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	8355	EEASA	1A5T	5
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	3587	EEASA	1A25T	25	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	8557	EEASA	1A25T	25
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	3623	EEASA	1A10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	8558	EEASA	1A25T	25
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	3805	PARTICULAR	1C10T	10	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	8713	EEASA	1A15T	15
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	B	7.96 kV	3976	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	8726	EEASA	1A25T	25
PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	4070	EEASA	1A15T	15	PILLARO CENTRO	Transformador Monofásico en Poste	A	7.96 kV	8727	EEASA	1A25T	25

ANEXO 2 PÉRDIDAS EN VACÍO Y EN EL COBRE DE LOS TRANSFORMADORES
ENSAYOS DE LABORATORIO PARA TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIO PILLARO



Fase Conexión	Voltaje	No.Transf.	N°Serie	Marca	Po [W]	Pcu [W]	Propiedad	Codigo Estructura	P.Nominal	Voltaje Secundario	Conf. Lado Media
ABC	13.8 kV	223	71K3120-885	WESTINGHOUSE	108	536,18	EEASA	3C45T	45	220 V	Delta
C	7.96 kV	237	2956992	Ecuatran	122	374,24	EEASA	1A37.5T	37,5	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	316	78A102045	WESTINGHOUSE	361	1539	EEASA	3C112.5T	112,5	220 V	Delta
ABC	13.8 kV	376	81A071777	WESTINGHOUSE	320	1071,92	EEASA	3C75T	75	220 V	Delta
A	7.96 kV	400	81A091030	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
C	7.96 kV	428	L322008Y74AA	General Electric	98	289	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	483	70AF10434	WESTINGHOUSE	39,3	276,4	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	13.8 kV	493	K743679Y72A	General Electric	34,3	106,82	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	711	K782404Y72A	General Electric	34,3	106,82	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	718	573744	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	945	8923336	INATRA	134	514	EEASA	3C30T	30	220 V	Delta
B	7.96 kV	1361	3951194	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	1638	100064T12	MORETRAN	52	142	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	1791	338196	Ecuatran	177,33	705,64	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
A	7.96 kV	1826	02M1467723	ERMCO	52	142	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	1834	H651058Y68	General Electric	81,3	195,1	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	1902	81A062003	WESTINGHOUSE	197	776	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
ABC	13.8 kV	1903	78A125011940	WESTINGHOUSE	320	1071,92	EEASA	3C75T	75	240 V	Delta
A	7.96 kV	1904	N146270YHSA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	1914	2013799	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	1918	MO77331YKMA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
C	7.96 kV	1919	1784488	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	1922	81A061774	WESTINGHOUSE	134	514	EEASA	3C30T	30	220 V	Delta
C	7.96 kV	1923	70AF10439	WESTINGHOUSE	39,3	276,4	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	1924	MO70425YKMA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	1928	131760795	Rymel	68	192	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	1933	81A093511	WESTINGHOUSE	39,3	276,4	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	1935	0272294	Ecuatran	177,33	705,64	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
B	7.96 kV	1938	1439177	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	1940	81A061772	WESTINGHOUSE	197	776	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
C	13.8 kV	1949	81A060689	WESTINGHOUSE	98	289	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	1952	881A062806	WESTINGHOUSE	320	1071,92	EEASA	3C75T	75	220 V	Delta
C	13.8 kV	1954	81A0607099	WESTINGHOUSE	98	289	EEASA	1B25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	2095	K795489Y72AA	General Electric	81,3	195,1	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
B	13.8 kV	2632	TRF1894	General Electric	81,3	195,1	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	2691	81A091063	WESTINGHOUSE	64,4	63,19	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	2701	N220205YBTA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	2847	1781888	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	3042	81A091005	WESTINGHOUSE	64,4	63,19	PARTICULAR	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	3096	2931692	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	3206	2239399	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	3207	3208693	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	3317	L823386YDLA	WESTINGHOUSE	39,3	276,4	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
C	7.96 kV	3427	197122	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	3525	5077696	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	3533	340496	Ecuatran	266	1094	EEASA	3C75T	75	220 V	Delta
A	7.96 kV	3574	81A091033	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica

A	7.96 kV	3587	5058996	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	3623	K738432Y72AA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	3805	4722796	Ecuatran	47,84	175,94	PARTICULAR	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
B	13.8 kV	3976	3810594F	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4070	L347352Y74AA	General Electric	81,3	195,1	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4170	3684727	ALLIS CHALMERS	68	192	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	4268	337696F	Ecuatran	134	514	EEASA	3C30T	30	240 V	Delta
A	7.96 kV	4416	5404597	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4442	524844	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4446	81A073111	WESTINGHOUSE	39,3	276,4	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4447	81A073103	WESTINGHOUSE	68	192	EEASA	1A15T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4448	410043E	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4450	2684707	ALLIS CHALMERS	52	142	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4471	321633	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4472	926967YJRA	General Electric	98	289	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4473	3136893	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4475	8868AYODSA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4477	8869GYDSA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4478	88691YDSA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4479	88703YDSA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4480	88697YDSA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4515	L823338YDLA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4517	L987151YHMA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4519	324744	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4521	M09865841LMA	General Electric	58,7	158,15	PARTICULAR	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4522	80A072040	WESTINGHOUSE	39,3	276,4	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4525	70AJL13653	WESTINGHOUSE	68	192	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
B	13.8 kV	4536	5146497	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	4544	0342796F	Ecuatran	177,33	705,64	EERCS	3C50T	50	220 V	Delta
A	7.96 kV	4561	100064T14	MORETRAN	52	142	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4612	N077377YKMA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	4657	78A125015	WESTINGHOUSE	108	536,18	EEASA	3C45T	45	220 V	Delta
A	13.8 kV	4689	441644	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	13.8 kV	4691	395733	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4774	L983378YHMA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4776	1000179T13	MORETRAN	52	142	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4777	1301377	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4778	1451677	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4779	L990462YHMA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	13.8 kV	4780	84A139001	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	4781	215334321	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	13.8 kV	4935	5470097	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	4957	81A041035	WESTINGHOUSE	64,4	63,19	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	5021	88705YDSA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	5022	410015E	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	5025	TRF2030	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	5026	TRF2028	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	13.8 kV	5214	5813598	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	13.8 kV	5226	5968098	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1B15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	5267	4812296	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	5302	6006396	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
C	7.96 kV	5351	6234799	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	5352	6241599	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	5442	6240399	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica

A	7.96 kV	5774	6570600	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	5840	EG2295	Rymel	197	776	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
B	7.96 kV	5944	3982496	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	5945	3167695	Ecuatran	122	374,24	EEASA	1C37.5T	37,5	240 V	Linea Monofasica
B	13.8 kV	5946	3982596	MAGNETRON	130	403	EEASA	1A37.5T	37,5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6013	84A154812	WESTINGHOUSE	39,3	276,4	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6019	6932701	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
B	13.8 kV	6051	5384597	Ecuatran	160	512	EEASA	1C50T	50	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6110	5740898	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
C	7.96 kV	6175	TRF1910	Ecuatran	60,02	261,766	PARTICULAR	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	6219	470601	Ecuatran	177,33	705,64	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
A	7.96 kV	6266	7484702	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6283	7484102	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6310	7361702	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6311	7360702	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6352	7475402	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6432	7809002	Ecuatran	47,84	175,94	PARTICULAR	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	6437	517102	Ecuatran	666	3153	PARTICULAR	3C250T	250	220 V	Delta
A	13.8 kV	6473	8104803	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6530	81247	MAGNETRON	68	192	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6531	81253	MAGNETRON	68	192	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6532	81248	MAGNETRON	68	192	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	13.8 kV	6630	5398797	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6633	L347368Y74AA	General Electric	58,7	158,15	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	6686	392898	Ecuatran	177,33	705,64	EEASA	3C50T	50	240 V	Delta
A	7.96 kV	6775	8116203	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	6828	8115403	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	7062	8487003	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	7142	IY1362	Rymel	31	91	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	7218	8740704	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1C5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	7372	IJ1999	Rymel	98	289	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	7491	IY1567	Rymel	53,4	147,33	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	7496	IY1577	Rymel	53,4	147,33	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	7548	TRF1970	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	7609	IY1576	Rymel	53,4	147,33	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	13.8 kV	7634	IJ1814	Rymel	53,4	147,33	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	7699	JC4674	Rymel	197	776	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
A	7.96 kV	7890	KG3740	Rymel	31	91	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	8011	ID4852	Rymel	134	514	EEASA	3C30T	30	220 V	Delta
ABC	13.8 kV	8017	125170	MAGNETRON	203	754,39	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
A	7.96 kV	8039	10204906	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	8122	10568507	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	8183	TRF47	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	13.8 kV	8355	TRF230	Rymel	31	91	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	8557	TRF1804	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	8558	TRF1806	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	8713	TRF1098	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	8726	TRF1118	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	8727	TRF680	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
B	13.8 kV	8791	TRF1278	Rymel	53,4	147,33	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	8968	TRF1600	Rymel	53,4	147,33	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	8981	TRF1626	Rymel	53,4	147,33	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	8982	TRF1628	Rymel	53,4	147,33	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	8999	TRF1650	Rymel	68	192	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica

A	7.96 kV	9039	TRF2020	MORETRAN	52	142	EEASA	1C10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9040	TRF2026	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1C5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9041	TRF2024	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9042	TRF2022	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9068	6151099	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
C	7.96 kV	9207	TRF2466	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9242	TRF2760	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
C	13.8 kV	9265	TRF2652	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
C	7.96 kV	9321	TRF2650	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9338	TRF2728	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9339	TRF2730	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9788	TRF4336	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9792	TRF4328	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9793	TRF4326	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	9794	TRF4324	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
C	7.96 kV	9808	TRF3690	Ecuatran	134	514	EEASA	3C30T	30	220 V	Delta
B	7.96 kV	9931	TRF4154	INATRA	91,5	276,96	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
C	7.96 kV	9938	TRF4192	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
C	7.96 kV	9974	TRF4502	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	9983	TRF4524	INATRA	171	769,67	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
ABC	13.8 kV	9984	TRF4526	INATRA	171	769,67	EEASA	3C50T	50	240 V	Delta
A	7.96 kV	10023	TRF4532	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	10024	TRF4534	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	10126	TRF4870	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	10150	1189213	Ecuatran	177,33	705,64	PARTICULAR	3C50T	50	220 V	Delta
B	7.96 kV	10179	14461512	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	10201	14460012	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	10321	14803813	Ecuatran	25,45	79,18	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	10340	14880813	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	10352	1209113	Ecuatran	300	1265,66	PARTICULAR	3C100T	100	240 V	Delta
ABC	13.8 kV	10400	1269513	Ecuatran	177,33	705,64	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
ABC	13.8 kV	10505	1277713	Ecuatran	134	514	EEASA	3C30T	30	220 V	Delta
A	13.8 kV	10736	K743679Y72A	General Electric	34,3	106,82	EEASA	1A5T	5	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	10770	1591215	Ecuatran	177,33	705,64	PARTICULAR	3C50T	50	220 V	Delta
A	7.96 kV	10951	15740614	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	10979	81A061749	Ecuatran	89,24	279,292	EEASA	1A25T	25	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	11002	717507	Ecuatran	177,33	705,64	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
C	13.8 kV	11003	5932398	Ecuatran	122	374,24	EEASA	1C37.5T	37,5	240 V	Linea Monofasica
ABC	13.8 kV	11004	TRF4208	Ecuatran	177,33	705,64	EEASA	3C50T	50	220 V	Delta
C	7.96 kV	11006	101123566	INATRA	130	403	EEASA	1A37.5T	37,5	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	11008	TRF0813	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica
A	7.96 kV	11009	157406166	Ecuatran	60,02	261,766	EEASA	1A15T	15	240 V	Linea Monofasica
B	7.96 kV	30201	1295314	Ecuatran	47,84	175,94	EEASA	1A10T	10	240 V	Linea Monofasica

ELABORACION:POSTULANTE

ANEXO 3 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS

Transformadores Monofásicos de Distribución Pérdidas sin carga (P_o), pérdidas con carga a 85° C (P_c)

Potencia Nominal kVA	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_c (W)	P_t (W)	U_{zn} (%)
3	2,5	21	70	91	3,0
5	2,5	31	91	122	3,0
10	2,5	52	142	194	3,0
15	2,4	68	192	260	3,0
25	2,0	98	289	387	3,0
37,5	2,0	130	403	533	3,0
50	1,9	160	512	672	3,0
75	1,7	214	713	927	3,0
100	1,6	263	897	1 160	3,0
167*	1,5	379	1 360	1 739	3,0

FUENTE: NORMA INEN 2 114: 2004 Segunda revisión

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

Transformadores Trifásicos de Distribución Pérdidas sin carga (P_o), pérdidas con carga a 85° C (P_c)

POTENCIA NOMINAL (kVA)	I_o (% de I_n)	P_o (W)	P_c (W)	P_t (W)	U_{zn} (%)
15	4,4	80	313	393	3,0
30	3,6	134	514	648	3,0
45	3,6	182	711	893	3,0
50	3,4	197	776	973	3,0
60	3,2	225	903	1 128	3,5
75	2,6	266	1 094	1 360	3,5
100	2,6	330	1 393	1 723	3,5
112,5	2,6	361	1 539	1 900	3,5
125	2,6	390	1 682	2 072	3,5
150	2,4	447	1 959	2 406	4,0
160	2,5	486	2 211	2 697	4,0
200	2,1	569	2 630	3 199	4,0
225	2,1	618	2 892	3 510	4,0
250	2,1	666	3 153	3 819	4,0
300	2,0	758	3 677	4 435	4,5

FUENTE: NORMA INEN 2 115: 2004 Segunda revisión

RECOPIACIÓN: POSTULANTE

ANEXO 4 TRANSFORMADORES SUBUTILIZADOS REPORTE CYMDIST/P026

# TRAF0	Fase	P.Nominal (KvA)	Consumo (Kwh)	# Clientes	P.Total (KvA)	Cargabilidad (%)	ESTADO
376	ABC	75	13611	75	43,2	58	SUBUTILIZADO
400	A	5	797	6	2,5	50	SUBUTILIZADO
428	B	25	1397	23	4,4	18	SUBUTILIZADO
483	A	10	1581	23	5	50	SUBUTILIZADO
711	A	5	242	3	0,8	16	SUBUTILIZADO
718	A	15	1082	15	3,4	23	SUBUTILIZADO
1361	B	5	345	3	1,1	22	SUBUTILIZADO
1638	A	10	1634	22	5,2	52	SUBUTILIZADO
1826	A	10	817	14	2,6	26	SUBUTILIZADO
1834	A	15	2265	25	7,2	48	SUBUTILIZADO
1902	ABC	50	3411	17	10,8	22	SUBUTILIZADO
1903	ABC	75	3420	2	10,8	14	SUBUTILIZADO
1918	A	10	223	7	0,7	7	SUBUTILIZADO
1919	C	15	1384	16	4,4	29	SUBUTILIZADO
1924	A	10	929	11	3	30	SUBUTILIZADO
1928	A	15	2174	35	6,9	46	SUBUTILIZADO
1933	B	10	479	9	1,5	15	SUBUTILIZADO
1949	C	25	4018	27	12,8	51	SUBUTILIZADO
1954	C	25	594	2	1,9	8	SUBUTILIZADO
2095	A	15	1543	18	4,9	33	SUBUTILIZADO
2632	B	10	1427	16	4,5	45	SUBUTILIZADO
2701	B	10	1095	11	3,5	35	SUBUTILIZADO
3206	A	15	2674	36	8,5	57	SUBUTILIZADO
3207	A	15	1172	17	3,7	25	SUBUTILIZADO
3317	A	10	1525	10	4,8	48	SUBUTILIZADO
3427	C	10	800	14	2,5	25	SUBUTILIZADO
3525	A	10	705	13	2,2	22	SUBUTILIZADO
3574	A	10	840	14	2,7	27	SUBUTILIZADO
3623	A	10	669	19	2,1	21	SUBUTILIZADO
3976	B	15	2313	24	7,3	49	SUBUTILIZADO
4070	A	15	1298	15	4,1	27	SUBUTILIZADO
4170	A	15	2389	31	7,6	51	SUBUTILIZADO
4268	ABC	30	2502,9	29,1	8,1	27	SUBUTILIZADO
4416	A	10	1488	20	4,7	47	SUBUTILIZADO
4442	A	25	823	15	2,6	10	SUBUTILIZADO
4446	A	10	1675	32	5,3	53	SUBUTILIZADO
4448	A	10	1059	8	3,4	34	SUBUTILIZADO
4450	A	10	801	1	2,5	25	SUBUTILIZADO
4472	A	25	3114	48	9,9	40	SUBUTILIZADO
4473	A	10	808	14	2,6	26	SUBUTILIZADO
4475	A	10	837	15	2,7	27	SUBUTILIZADO
4477	A	10	1540	26	4,9	49	SUBUTILIZADO
4478	A	10	82	7	0,3	3	SUBUTILIZADO
4479	A	10	1153	16	3,7	37	SUBUTILIZADO
4480	A	10	52	3	0,2	2	SUBUTILIZADO
4515	A	10	1049	10	3,3	33	SUBUTILIZADO
4517	A	10	823	19	2,6	26	SUBUTILIZADO
4519	A	25	686	18	2,2	9	SUBUTILIZADO
4522	A	10	913	14	2,9	29	SUBUTILIZADO
4525	A	15	1438	36	4,6	31	SUBUTILIZADO
4536	B	10	552	7	1,8	18	SUBUTILIZADO
4544	ABC	50	6972,9	42	22,2	44	SUBUTILIZADO
4561	A	10	447	10	1,4	14	SUBUTILIZADO
4612	A	10	477	10	1,5	15	SUBUTILIZADO
4657	ABC	45	5768,1	54	18,3	41	SUBUTILIZADO
4689	A	10	614	15	2	20	SUBUTILIZADO
4691	A	10	546	9	1,7	17	SUBUTILIZADO
4774	A	10	931	19	3	30	SUBUTILIZADO
4776	A	10	470	12	1,5	15	SUBUTILIZADO
4777	A	15	1561	21	5	33	SUBUTILIZADO
4778	A	15	1620	22	5,1	34	SUBUTILIZADO
4779	A	10	163	1	0,5	5	SUBUTILIZADO
4780	A	10	1867	27	5,9	59	SUBUTILIZADO
4781	A	10	460	9	1,5	15	SUBUTILIZADO
4935	A	10	566	12	1,8	18	SUBUTILIZADO
4957	B	5	38	1	0,1	2	SUBUTILIZADO
5021	A	10	1550	24	4,9	49	SUBUTILIZADO
5025	A	10	368	8	1,2	12	SUBUTILIZADO
5026	A	10	94	6	0,3	3	SUBUTILIZADO
5267	A	25	3817	10	12,1	48	SUBUTILIZADO
5302	A	10	1662	16	5,3	53	SUBUTILIZADO
5352	A	15	803	15	2,6	17	SUBUTILIZADO

5442	A	15	2063	19	6,6	44	SUBUTILIZADO
5774	A	10	2244	20	7,1	71	SUBUTILIZADO
5944	B	25	294	4	0,9	4	SUBUTILIZADO
5945	B	37,5	1670	16	5,3	14	SUBUTILIZADO
5946	B	37,5	1463	11	4,6	12	SUBUTILIZADO
6013	A	10	225	11	0,7	7	SUBUTILIZADO
6019	A	10	531	11	1,7	17	SUBUTILIZADO
6051	B	50	5746	52	18,3	37	SUBUTILIZADO
6110	A	15	25	3	0,1	1	SUBUTILIZADO
6266	A	10	1272	16	4	40	SUBUTILIZADO
6283	A	10	893	13	2,8	28	SUBUTILIZADO
6310	A	10	315	12	1	10	SUBUTILIZADO
6311	A	10	526	12	1,7	17	SUBUTILIZADO
6352	A	15	1825	30	5,8	39	SUBUTILIZADO
6473	A	10	343	1	1,1	11	SUBUTILIZADO
6530	A	15	748	18	2,4	16	SUBUTILIZADO
6531	A	15	987	19	3,1	21	SUBUTILIZADO
6532	A	15	1298	19	4,1	27	SUBUTILIZADO
6633	A	10	878	20	2,8	28	SUBUTILIZADO
6775	A	10	886	13	2,8	28	SUBUTILIZADO
6828	A	10	907	17	2,9	29	SUBUTILIZADO
7062	A	15	896	17	2,8	19	SUBUTILIZADO
7142	A	5	22	4	0,1	2	SUBUTILIZADO
7372	A	25	2784	56	8,8	35	SUBUTILIZADO
7496	A	10	1136	16	3,6	36	SUBUTILIZADO
7548	A	15	1298	15	4,1	27	SUBUTILIZADO
7609	A	10	709	13	2,3	23	SUBUTILIZADO
7890	A	5	135	8	0,4	8	SUBUTILIZADO
8011	ABC	30	4884,9	18,9	15,6	52	SUBUTILIZADO
8017	ABC	50	5235	42	16,5	33	SUBUTILIZADO
8039	A	5	79	6	0,3	6	SUBUTILIZADO
8122	A	10	50	1	0,2	2	SUBUTILIZADO
8183	A	25	1630	1	5,2	21	SUBUTILIZADO
8355	A	5	109	1	0,3	6	SUBUTILIZADO
8557	A	25	510	5	1,6	6	SUBUTILIZADO
8558	A	25	2767	47	8,8	35	SUBUTILIZADO
8713	A	15	1423	23	4,5	30	SUBUTILIZADO
8726	A	25	3317	43	10,5	42	SUBUTILIZADO
8727	A	25	4605	32	14,6	58	SUBUTILIZADO
8981	A	10	299	5	1	10	SUBUTILIZADO
8982	A	10	595	11	1,9	19	SUBUTILIZADO
8999	B	15	1298	15	4,1	27	SUBUTILIZADO
9039	A	10	317	6	1	10	SUBUTILIZADO
9040	A	5	130	1	0,4	8	SUBUTILIZADO
9042	A	5	703	11	2,2	44	SUBUTILIZADO
9068	A	5	908	1	2,9	58	SUBUTILIZADO
9207	C	5	307	6	1	20	SUBUTILIZADO
9265	C	15	932	11	3	20	SUBUTILIZADO
9321	C	15	905	15	2,9	19	SUBUTILIZADO
9338	A	10	888	13	2,8	28	SUBUTILIZADO
9339	A	10	1335	22	4,2	42	SUBUTILIZADO
9788	A	5	130	1	0,4	8	SUBUTILIZADO
9792	A	5	137	1	0,4	8	SUBUTILIZADO
9793	A	5	54	1	0,2	4	SUBUTILIZADO
9794	A	5	137	1	0,4	8	SUBUTILIZADO
9931	B	25	2767	47	8,8	35	SUBUTILIZADO
9983	ABC	50	6738	1	21,3	43	SUBUTILIZADO
10023	A	5	87	1	0,3	6	SUBUTILIZADO
10024	A	5	121	1	0,4	8	SUBUTILIZADO
10126	B	15	1298	15	4,1	27	SUBUTILIZADO
10179	B	15	685	10	2,2	15	SUBUTILIZADO
10201	A	5	200	10	0,6	12	SUBUTILIZADO
10321	A	5	101	3	0,3	6	SUBUTILIZADO
10400	ABC	50	6905,1	0,9	21,9	44	SUBUTILIZADO
10736	A	5	137	1	0,4	8	SUBUTILIZADO
10951	A	15	1561	21	5	33	SUBUTILIZADO
10979	A	25	674	4	2,1	8	SUBUTILIZADO
11003	C	37,5	4197	22	13,3	35	SUBUTILIZADO
11006	B	37,5	4197	22	13,3	35	SUBUTILIZADO
11009	A	15	2174	39	6,9	46	SUBUTILIZADO

ELABORACIÓN:POSTULANTE

ANEXO 5 TRANSFORMADORES DE ESTADO NORMAL REPORTE CYMDIST/P026

# TRAF0	Fase	P.Nominal (KvA)	Consumo (Kwh)	# Clientes	P.Total (KvA)	Cargabilidad (%)	ESTADO
223	ABC	45	13836,9	130	44,1	98	NORMAL
237	C	37,5	8982	104	28,5	76	NORMAL
316	ABC	112,5	32835,9	175	104,4	93	NORMAL
493	C	5	1171	15	3,7	74	NORMAL
1904	A	10	3590	20	11,4	114	NORMAL
1923	C	10	3916	26	12,4	124	NORMAL
1935	ABC	50	10599,9	63	33,6	67	NORMAL
1938	B	15	3166	23	10,1	67	NORMAL
1940	abc	50,1	10079,1	84,9	32,1	64	NORMAL
1952	ABC	75	17990,1	138	57,3	76	NORMAL
2847	A	15	3624	48	11,5	77	NORMAL
3096	A	10	2621	31	8,3	83	NORMAL
3533	abc	75	16929,9	119,1	53,7	72	NORMAL
3587	A	25	8562	20	27,2	109	NORMAL
4447	A	10	2231	38	7,1	71	NORMAL
4471	A	10	2244	20	7,1	71	NORMAL
5022	A	10	2638	41	8,4	84	NORMAL
5226	A	15	3769	27	12	80	NORMAL
6630	A	15	5628	36	17,9	119	NORMAL
6686	ABC	50,1	11076	83,1	35,1	70	NORMAL
7491	A	10	2350	33	7,5	75	NORMAL
7634	A	10	2896	28	9,2	92	NORMAL
7699	ABC	50	14261,1	132	45,3	91	NORMAL
8791	B	10	1928	25	6,1	61	NORMAL
8968	B	10	1960	16	6,2	62	NORMAL
9041	A	10	2244	24	7,1	71	NORMAL
9242	A	10	2244	20	7,1	71	NORMAL
9808	abc	30	7986	71,1	25,5	85	NORMAL
9938	C	10	2244	20	7,1	71	NORMAL
9974	C	25	6110	11	19,4	78	NORMAL
9984	ABC	50	14726,1	1	46,8	94	NORMAL
10340	A	10	2244	20	7,1	71	NORMAL
10505	ABC	30	7986	69	25,5	85	NORMAL
11002	ABC	50	11703,9	93	37,2	74	NORMAL
11004	ABC	50	14969,1	96,9	47,7	95	NORMAL
11008	A	10	2244	20	7,1	71	NORMAL
30201	B	10	2244	20	7,1	71	NORMAL

ELABORACIÓN:POSTULANTE

**ANEXO 6 DEMANDA POR LAS COSINAS DE
INDUCCIÓN EN LOS TRANSFORMADORES DEL
ALIMENTADOR PILLARO**

Nº TRANSFO	P.NOMINAL (KvA)	DISTRIBUCION DE LA CARGA (KvA)	INDUCCIÓN (KvA)	CAPACIDAD NUEVA (KvA)
223	45	44,1	39,14	83
237	37,5	28,5	33,20	62
316	112,5	104,4	48,74	153
376	75	43,2	26,08	69
400	5	2,5	4,04	7
428	25	4,4	10,90	15
483	10	5	10,90	16
493	5	3,7	7,95	12
711	5	0,8	2,42	3
718	15	3,4	7,95	11
1361	5	1,1	2,42	4
1638	10	5,2	10,55	16
1826	10	2,6	7,56	10
1834	15	7,2	11,59	19
1902	50	10,8	8,72	20
1904	10	11,4	9,83	21
1914	25	40,6	8,34	49
1918	10	0,7	4,53	5
1919	15	4,4	8,34	13
1922	30	109,2	24,79	134
1923	10	12,4	11,93	24
1924	10	3	6,33	9
1928	15	6,9	14,86	22
1933	10	1,5	5,45	7
1935	50	33,6	22,93	57
1938	15	10,1	10,90	21
1940	50	32,1	28,36	60
1949	25	12,8	12,27	25
1952	75	57,3	40,90	98
2095	15	4,9	9,10	14
2632	10	4,5	8,34	13
2701	10	3,5	6,33	10
2847	15	11,5	18,76	30
3096	10	8,3	13,59	22
3206	15	8,5	15,17	24
3207	15	3,7	8,72	12
3317	10	4,8	5,90	11
3427	10	2,5	7,56	10
3525	10	2,2	7,16	9
3533	75	53,7	36,69	90
3574	10	2,7	7,56	10
3587	25	27,2	9,83	37
3623	10	2,1	9,47	12
3976	15	7,3	11,25	19
4070	15	4,1	7,95	12
4170	15	7,6	13,59	21
4268	30	8,1	12,97	21
4416	10	4,7	9,83	15
4442	25	2,6	7,95	11
4446	10	5,3	13,91	19
4447	10	7,1	15,79	23
4448	10	3,4	5,00	8
4471	10	7,1	9,83	17
4472	25	9,9	18,76	29
4473	10	2,6	7,56	10
4475	10	2,7	7,95	11
4477	10	4,9	11,93	17
4478	10	0,3	4,53	5
4479	10	3,7	8,34	12

4480	10	0,2	2,42	3
4515	10	3,3	5,90	9
4517	10	2,6	9,47	12
4519	25	2,2	9,10	11
4522	10	2,9	7,56	10
4525	15	4,6	15,17	20
4536	10	1,8	4,53	6
4544	50	22,2	17,00	39
4561	10	1,4	5,90	7
4612	10	1,5	5,90	7
4657	45	18,3	20,47	39
4689	10	2	7,95	10
4691	10	1,7	5,45	7
4774	10	3	9,47	12
4776	10	1,5	6,74	8
4777	15	5	10,19	15
4778	15	5,1	10,55	16
4779	10	0,5	1,08	2
4780	10	5,9	12,27	18
4781	10	1,5	5,45	7
4791	50	93	50,38	143
4935	10	1,8	6,74	9
4957	5	0,1	1,08	1
5021	10	4,9	11,25	16
5022	10	8,4	16,70	25
5025	10	1,2	5,00	6
5026	10	0,3	4,04	4
5226	15	12	12,27	24
5267	25	12,1	5,90	18
5302	10	5,3	8,34	14
5351	15	40,1	10,90	51
5352	15	2,6	7,95	11
5442	15	6,6	9,47	16
5774	10	7,1	9,83	17
5840	50	90,9	49,77	141
5944	25	0,9	3,00	4
5945	37,5	5,3	8,34	14
5946	37,5	4,6	6,33	11
6013	10	0,7	6,33	7
6019	10	1,7	6,33	8
6051	50	18,3	19,90	38
6110	15	0,1	2,42	3
6219	50	82,8	39,36	122
6266	10	4	8,34	12
6283	10	2,8	7,16	10
6310	10	1	6,74	8
6311	10	1,7	6,74	8
6352	15	5,8	13,26	19
6473	10	1,1	1,08	2
6530	15	2,4	9,10	11
6531	15	3,1	9,47	13
6532	15	4,1	9,47	14
6633	10	2,8	9,83	13
6630	15	17,9	15,17	33

6686	50,1	35,1	28,13	63
6775	10	2,8	7,16	10
6828	10	2,9	8,72	12
7062	15	2,8	8,72	12
7142	5	0,1	3,00	3
7372	25	8,8	21,02	30
7491	10	7,5	14,23	22
7496	10	3,6	8,34	12
7548	15	4,1	7,95	12
7609	10	2,3	7,16	9
7634	10	9,2	12,61	22
7699	50	45,3	39,58	85
7890	5	0,4	5,00	5
8011	30	15,6	9,43	25
8017	50	16,5	17,00	34
8039	5	0,3	4,04	4
8122	10	0,2	1,08	1
8355	5	0,3	1,08	1
8557	25	1,6	3,53	5
8558	25	8,8	18,47	27
8713	15	4,5	10,90	15
8726	25	10,5	17,30	28
8727	25	14,6	13,91	29
8791	10	6,1	11,59	18
8968	10	6,2	8,34	15
8981	10	1	3,53	5
8982	10	1,9	6,33	8
8999	15	4,1	7,95	12
9039	10	1	4,04	5
9040	5	0,4	1,08	1
9041	10	7,1	11,25	18
9042	5	2,2	6,33	9
9207	5	1	4,04	5
9242	10	7,1	9,83	17
9265	15	3	6,33	9
9321	15	2,9	7,95	11
9338	10	2,8	7,16	10
9339	10	4,2	10,55	15
9788	5	0,4	1,08	1
9792	5	0,4	1,08	1
9793	5	0,2	1,08	1
9794	5	0,4	1,08	1
9808	30	25,5	25,07	51
9931	25	8,8	18,47	27
9938	10	7,1	9,83	17
9974	25	19,4	6,33	26
10023	5	0,3	1,08	1
10024	5	0,4	1,08	1
10126	15	4,1	7,95	12
10179	15	2,2	5,90	8
10201	5	0,6	5,90	6
10321	5	0,3	2,42	3
10340	10	7,1	9,83	17
10505	30	25,5	24,53	50
10736	5	0,4	1,08	1
10951	15	5	10,19	15
11002	50	37,2	30,57	68
11003	37,5	13,3	10,55	24
11004	50	47,7	31,51	79
11006	37,5	13,3	10,55	24
11008	10	7,1	9,83	17
11009	15	6,9	16,10	23
30201	10	7,1	9,83	17

ELABORACION: POSTULANTE

ANEXO 7 PROYECCIÓN DE USUARIOS AL AÑO 2022

ALIMENTADOR PILLARO CENTRO				INCREMENTO USUARIOS RESIDENCIALES							
#TRAFO	P.NOMINAL	#Clientes.Resid	%Resid	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
				2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	45	148	3,9%	148	154	160	166	172	179	186	193
237	37,5	104	3,9%	104	108	112	117	121	126	131	136
316	112,5	172	3,9%	172	179	186	193	200	208	216	225
376	75	68	3,9%	68	71	73	76	79	82	86	89
400	5	6	3,9%	6	6	6	7	7	7	8	8
428	25	23	3,9%	23	24	25	26	27	28	29	30
483	10	23	3,9%	23	24	25	26	27	28	29	30
493	5	15	3,9%	15	16	16	17	17	18	19	20
711	5	3	3,9%	3	3	3	3	3	4	4	4
718	15	15	3,9%	15	16	16	17	17	18	19	20
1361	5	3	3,9%	3	3	3	3	3	4	4	4
1638	10	22	3,9%	22	23	24	25	26	27	28	29
1791	50	186	3,9%	186	193	201	209	217	225	234	243
1826	10	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18
1834	15	25	3,9%	25	26	27	28	29	30	31	33
1902	50	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18
1904	10	20	3,9%	20	21	22	22	23	24	25	26
1914	25	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18
1918	10	7	3,9%	7	7	8	8	8	8	9	9
1919	15	18	3,9%	18	19	19	20	21	22	23	24
1922	30	71	3,9%	71	74	77	80	83	86	89	93
1923	10	30	3,9%	30	31	32	34	35	36	38	39
1924	10	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14
1928	15	35	3,9%	35	36	38	39	41	42	44	46
1933	10	9	3,9%	9	9	10	10	10	11	11	12
1935	50	60	3,9%	60	62	65	67	70	73	75	78
1938	15	26	3,9%	26	27	28	29	30	31	33	34
1940	50	85	3,9%	85	88	92	95	99	103	107	111
1949	25	28	3,9%	28	29	30	31	33	34	35	37
1952	75	139	3,9%	139	144	150	156	162	168	175	182
2095	15	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
2632	15	16	3,9%	16	17	17	18	19	19	20	21
2701	10	12	3,9%	12	12	13	13	14	15	15	16
2847	15	48	3,9%	48	50	52	54	56	58	60	63
3096	10	30	3,9%	30	31	32	34	35	36	38	39
3206	15	36	3,9%	36	37	39	40	42	44	45	47
3207	15	17	3,9%	17	18	18	19	20	21	21	22
3317	10	10	3,9%	10	10	11	11	12	12	13	13
3427	10	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18
3525	10	13	3,9%	13	14	14	15	15	16	16	17
3533	75	119	3,9%	119	124	128	133	139	144	150	156
3574	10	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18
3587	25	21	3,9%	21	22	23	24	24	25	26	27
3623	10	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
3976	15	25	3,9%	25	26	27	28	29	30	31	33
4070	15	15	3,9%	15	16	16	17	17	18	19	20
4170	15	31	3,9%	31	32	33	35	36	38	39	41
4268	30	29	3,9%	29	30	31	33	34	35	36	38
4416	10	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
4442	25	15	3,9%	15	16	16	17	17	18	19	20
4446	10	32	3,9%	32	33	35	36	37	39	40	42
4447	10	44	3,9%	44	46	47	49	51	53	55	58
4448	10	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18
4471	10	20	3,9%	20	21	22	22	23	24	25	26
4472	25	48	3,9%	48	50	52	54	56	58	60	63
4473	10	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18

4475	10	15	3,9%	15	16	16	17	17	18	19	20
4477	10	26	3,9%	26	27	28	29	30	31	33	34
4478	10	7	3,9%	7	7	8	8	8	8	9	9
4479	10	16	3,9%	16	17	17	18	19	19	20	21
4480	10	3	3,9%	3	3	3	3	3	4	4	4
4515	10	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14
4517	10	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
4519	25	18	3,9%	18	19	19	20	21	22	23	24
4522	10	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18
4525	15	36	3,9%	36	37	39	40	42	44	45	47
4536	10	7	3,9%	7	7	8	8	8	8	9	9
4544	50	39	3,9%	39	41	42	44	45	47	49	51
4561	10	10	3,9%	10	10	11	11	12	12	13	13
4612	10	10	3,9%	10	10	11	11	12	12	13	13
4657	45	54	3,9%	54	56	58	61	63	65	68	71
4689	10	15	3,9%	15	16	16	17	17	18	19	20
4691	10	9	3,9%	9	9	10	10	10	11	11	12
4774	10	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
4776	10	12	3,9%	12	12	13	13	14	15	15	16
4777	15	21	3,9%	21	22	23	24	24	25	26	27
4778	15	22	3,9%	22	23	24	25	26	27	28	29
4779	10	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
4780	10	26	3,9%	26	27	28	29	30	31	33	34
4781	10	9	3,9%	9	9	10	10	10	11	11	12
4935	10	12	3,9%	12	12	13	13	14	15	15	16
4957	5	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
5021	10	24	3,9%	24	25	26	27	28	29	30	31
5022	10	41	3,9%	41	43	44	46	48	50	52	54
5025	10	8	3,9%	8	8	9	9	9	10	10	10
5026	10	6	3,9%	6	6	6	7	7	7	8	8
5226	15	27	3,9%	27	28	29	30	31	33	34	35
5267	25	10	3,9%	10	10	11	11	12	12	13	13
5302	10	16	3,9%	16	17	17	18	19	19	20	21
5351	15	22	3,9%	22	23	24	25	26	27	28	29
5352	15	15	3,9%	15	16	16	17	17	18	19	20
5442	15	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
5774	10	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
5840	50	171	3,9%	171	178	185	192	199	207	215	224
5944	25	4	3,9%	4	4	4	4	5	5	5	5
5945	37,5	16	3,9%	16	17	17	18	19	19	20	21
5946	37,5	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14
6013	10	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14
6019	10	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14
6051	50	52	3,9%	52	54	56	58	61	63	65	68
6110	15	3	3,9%	3	3	3	3	3	4	4	4
6219	50	123	3,9%	123	128	133	138	143	149	155	161
6266	10	12	3,9%	12	12	13	13	14	15	15	16
6283	10	13	3,9%	13	14	14	15	15	16	16	17
6310	10	12	3,9%	12	12	13	13	14	15	15	16
6311	10	12	3,9%	12	12	13	13	14	15	15	16
6352	15	30	3,9%	30	31	32	34	35	36	38	39
6473	10	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
6530	15	18	3,9%	18	19	19	20	21	22	23	24
6531	15	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
6532	15	18	3,9%	18	19	19	20	21	22	23	24
6630	15	35	3,9%	35	36	38	39	41	42	44	46
6633	10	20	3,9%	20	21	22	22	23	24	25	26
6686	50	82	3,9%	82	85	89	92	96	99	103	107
6775	10	13	3,9%	13	14	14	15	15	16	16	17
6828	10	17	3,9%	17	18	18	19	20	21	21	22

7062	15	17	3,9%	17	18	18	19	20	21	21	22
7142	5	4	3,9%	4	4	4	4	5	5	5	5
7372	25	56	3,9%	56	58	60	63	65	68	70	73
7548	15	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18
7491	10	33	3,9%	33	34	36	37	38	40	42	43
7496	10	16	3,9%	16	17	17	18	19	19	20	21
7609	10	13	3,9%	13	14	14	15	15	16	16	17
7634	10	28	3,9%	28	29	30	31	33	34	35	37
7699	50	132	3,9%	132	137	142	148	154	160	166	173
7890	5	8	3,9%	8	8	9	9	9	10	10	10
8011	30	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
8017	50	42	3,9%	42	44	45	47	49	51	53	55
8039	5	6	3,9%	6	6	6	7	7	7	8	8
8122	10	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
8355	5	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
8557	25	5	3,9%	5	5	5	6	6	6	6	7
8558	25	47	3,9%	47	49	51	53	55	57	59	61
8713	15	23	3,9%	23	24	25	26	27	28	29	30
8726	25	43	3,9%	43	45	46	48	50	52	54	56
8727	25	31	3,9%	31	32	33	35	36	38	39	41
8791	10	25	3,9%	25	26	27	28	29	30	31	33
8968	10	16	3,9%	16	17	17	18	19	19	20	21
8981	10	5	3,9%	5	5	5	6	6	6	6	7
8982	10	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14
8999	15	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18
9039	10	6	3,9%	6	6	6	7	7	7	8	8
9040	5	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
9041	10	24	3,9%	24	25	26	27	28	29	30	31
9042	5	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14
9207	5	6	3,9%	6	6	6	7	7	7	8	8
9242	10	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
9265	15	11	3,9%	11	11	12	12	13	13	14	14
9321	15	15	3,9%	15	16	16	17	17	18	19	20
9338	10	13	3,9%	13	14	14	15	15	16	16	17
9339	10	22	3,9%	22	23	24	25	26	27	28	29
9788	5	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
9792	5	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
9793	5	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
9794	5	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
9808	30	71	3,9%	71	74	77	80	83	86	89	93
9931	25	47	3,9%	47	49	51	53	55	57	59	61
9938	10	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
9974	25	10	3,9%	10	10	11	11	12	12	13	13
10023	5	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
10024	5	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
10126	15	14	3,9%	14	15	15	16	16	17	18	18
10179	15	10	3,9%	10	10	11	11	12	12	13	13
10201	5	10	3,9%	10	10	11	11	12	12	13	13
10321	5	3	3,9%	3	3	3	3	3	4	4	4
10340	10	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
10505	30	69	3,9%	69	72	74	77	80	84	87	90
10736	5	1	3,9%	1	1	1	1	1	1	1	1
10951	15	21	3,9%	21	22	23	24	24	25	26	27
11002	50	93	3,9%	93	97	100	104	108	113	117	122
11003	37,5	21	3,9%	21	22	23	24	24	25	26	27
11004	50	92	3,9%	92	96	99	103	107	111	116	120
11006	37,5	21	3,9%	21	22	23	24	24	25	26	27
11008	10	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25
11009	15	39	3,9%	39	41	42	44	45	47	49	51
30201	10	19	3,9%	19	20	21	21	22	23	24	25

ELABORACIÓN:POSTULANTE

ANEXO 8 INCREMENTO USUARIOS COMERCIALES

ALIMENTADOR PILLARO CENTRO				Incremento Usuarios Comerciales							
#TRAFO	P.NOMINAL	#Clientes.co mercial	%Comercial	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
				2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	45	0	3,5%	0	0	0	0	0	0	0	0
237	37,5	4	3,5%	4	4	4	4	5	5	5	5
316	112,5	18	3,5%	18	19	19	20	21	21	22	23
376	75	6	3,5%	6	6	6	7	7	7	7	8
400	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
428	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
483	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
493	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
711	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
718	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1361	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1638	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1791	50	7	3,5%	7	7	7	8	8	8	9	9
1826	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1834	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1902	50	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1
1904	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1914	25	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1
1918	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1919	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1922	30	5	3,5%	5	5	5	6	6	6	6	6
1923	10	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1
1924	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1928	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1933	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1935	50	2	3,5%	2	2	2	2	2	2	2	3
1938	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1940	50		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
1949	25	2	3,5%	2	2	2	2	2	2	2	3
1952	75		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
2095	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
2632	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
2701	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
2847	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
3096	10	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1
3206	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
3207	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
3317	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
3427	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
3525	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
3533	75		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
3574	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
3587	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
3623	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
3976	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4070	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4170	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4268	30		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4416	10	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1
4442	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4446	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4447	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4448	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4471	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4472	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0

4473	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4475	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4477	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4478	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4479	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4480	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4515	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4517	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4519	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4522	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4525	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4536	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4544	50	2	3,5%	2	2	2	2	2	2	2	3
4561	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4612	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4657	45		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4689	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4691	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4774	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4776	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4777	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4778	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4779	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4780	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4781	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4935	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
4957	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5021	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5022	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5025	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5026	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5226	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5267	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5302	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5351	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5352	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5442	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5774	10	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1
5840	50	7	3,5%	7	7	7	8	8	8	9	9
5944	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5945	37,5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
5946	37,5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6013	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6019	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6051	50		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6110	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6219	50	8	3,5%	8	8	9	9	9	10	10	10
6266	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6283	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6310	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6311	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6352	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6473	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6530	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6531	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6532	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6630	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6633	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0
6686	50	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1
6775	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0

6828	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
7062	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
7142	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
7372	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
7548	15	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7491	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
7496	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
7609	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
7634	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
7699	50		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
7890	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8011	30		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8017	50		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8039	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8122	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8355	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8557	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8558	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8713	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8726	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8727	25	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8791	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8968	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8981	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8982	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
8999	15	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9039	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9040	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9041	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9042	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9207	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9242	10	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9265	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9321	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9338	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9339	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9788	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9792	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9793	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9794	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9808	30		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9931	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
9938	10	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9974	25		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
10023	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
10024	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
10126	15	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10179	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
10201	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
10321	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
10340	10	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10505	30		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
10736	5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
10951	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
11002	50		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
11003	37,5	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11004	50	5	3,5%	5	5	5	6	6	6	6	6	6
11006	37,5		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
11008	10	1	3,5%	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11009	15		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0
30201	10		3,5%		0	0	0	0	0	0	0	0

ELABORACIÓN:POSTULANTE

ANEXO 9 INCREMENTO TOTAL DE USUARIOS AL AÑO 2022

ALIMENTADOR PILLARO CENTRO			INCREMENTO TOTAL DE USUARIOS AL AÑO 2022						
#TRAFO	P.NOMINAL	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	45	148	154	160	166	172	179	186	193
237	37,5	108	112	117	121	126	131	136	141
316	112,5	190	197	205	213	221	230	239	248
376	75	75	78	81	84	87	91	94	98
400	5	6	6	6	7	7	7	8	8
428	25	23	24	25	26	27	28	29	30
483	10	23	24	25	26	27	28	29	30
493	5	15	16	16	17	17	18	19	20
711	5	3	3	3	3	3	4	4	4
718	15	15	16	16	17	17	18	19	20
1361	5	3	3	3	3	3	4	4	4
1638	10	22	23	24	25	26	27	28	29
1791	50	195	203	210	219	227	236	245	254
1826	10	14	15	15	16	16	17	18	18
1834	15	25	26	27	28	29	30	31	33
1902	50	17	18	18	19	20	20	21	22
1904	10	20	21	22	22	23	24	25	26
1914	25	16	17	17	18	19	19	20	21
1918	10	7	7	8	8	8	8	9	9
1919	15	18	19	19	20	21	22	23	24
1922	30	77	80	83	86	90	93	97	100
1923	10	32	33	35	36	37	39	40	42
1924	10	11	11	12	12	13	13	14	14
1928	15	35	36	38	39	41	42	44	46
1933	10	9	9	10	10	10	11	11	12
1935	50	63	65	68	71	73	76	79	82
1938	15	26	27	28	29	30	31	33	34
1940	50	85	88	92	95	99	103	107	111
1949	25	30	31	32	34	35	36	38	39
1952	75	139	144	150	156	162	168	175	182
2095	15	19	20	21	21	22	23	24	25
2632	15	16	17	17	18	19	19	20	21
2701	10	12	12	13	13	14	15	15	16
2847	15	48	50	52	54	56	58	60	63
3096	10	31	32	33	35	36	38	39	40
3206	15	36	37	39	40	42	44	45	47
3207	15	17	18	18	19	20	21	21	22
3317	10	11	11	12	12	13	13	14	14
3427	10	14	15	15	16	16	17	18	18
3525	10	13	14	14	15	15	16	16	17
3533	75	119	124	128	133	139	144	150	156
3574	10	14	15	15	16	16	17	18	18
3587	25	22	23	24	25	26	27	28	29
3623	10	19	20	21	21	22	23	24	25
3976	15	25	26	27	28	29	30	31	33
4070	15	15	16	16	17	17	18	19	20
4170	15	31	32	33	35	36	38	39	41
4268	30	29	30	31	33	34	35	36	38
4416	10	20	21	22	22	23	24	25	26
4442	25	15	16	16	17	17	18	19	20
4446	10	32	33	35	36	37	39	40	42
4447	10	44	46	47	49	51	53	55	58
4448	10	14	15	15	16	16	17	18	18

4471	10	20	21	22	22	23	24	25	26
4472	25	48	50	52	54	56	58	60	63
4473	10	14	15	15	16	16	17	18	18
4475	10	15	16	16	17	17	18	19	20
4477	10	26	27	28	29	30	31	33	34
4478	10	7	7	8	8	8	8	9	9
4479	10	16	17	17	18	19	19	20	21
4480	10	3	3	3	3	3	4	4	4
4515	10	11	11	12	12	13	13	14	14
4517	10	19	20	21	21	22	23	24	25
4519	25	18	19	19	20	21	22	23	24
4522	10	14	15	15	16	16	17	18	18
4525	15	36	37	39	40	42	44	45	47
4536	10	7	7	8	8	8	8	9	9
4544	50	42	44	45	47	49	51	53	55
4561	10	10	10	11	11	12	12	13	13
4612	10	10	10	11	11	12	12	13	13
4657	45	54	56	58	61	63	65	68	71
4689	10	15	16	16	17	17	18	19	20
4691	10	9	9	10	10	10	11	11	12
4774	10	19	20	21	21	22	23	24	25
4776	10	12	12	13	13	14	15	15	16
4777	15	21	22	23	24	24	25	26	27
4778	15	22	23	24	25	26	27	28	29
4779	10	1	1	1	1	1	1	1	1
4780	10	26	27	28	29	30	31	33	34
4781	10	9	9	10	10	10	11	11	12
4935	10	12	12	13	13	14	15	15	16
4957	5	1	1	1	1	1	1	1	1
5021	10	24	25	26	27	28	29	30	31
5022	10	41	43	44	46	48	50	52	54
5025	10	8	8	9	9	9	10	10	10
5026	10	6	6	6	7	7	7	8	8
5226	15	27	28	29	30	31	33	34	35
5267	25	10	10	11	11	12	12	13	13
5302	10	16	17	17	18	19	19	20	21
5351	15	23	24	25	26	27	28	29	30
5352	15	15	16	16	17	17	18	19	20
5442	15	19	20	21	21	22	23	24	25
5774	10	20	21	22	22	23	24	25	26
5840	50	180	187	194	202	210	218	226	235
5944	25	4	4	4	4	5	5	5	5
5945	37,5	16	17	17	18	19	19	20	21
5946	37,5	11	11	12	12	13	13	14	14
6013	10	11	11	12	12	13	13	14	14
6019	10	11	11	12	12	13	13	14	14
6051	50	52	54	56	58	61	63	65	68
6110	15	3	3	3	3	3	4	4	4
6219	50	131	136	141	147	153	158	165	171
6266	10	12	12	13	13	14	15	15	16
6283	10	13	14	14	15	15	16	16	17
6310	10	12	12	13	13	14	15	15	16
6311	10	12	12	13	13	14	15	15	16
6352	15	30	31	32	34	35	36	38	39
6473	10	1	1	1	1	1	1	1	1
6530	15	18	19	19	20	21	22	23	24
6531	15	19	20	21	21	22	23	24	25
6532	15	19	20	20	21	22	23	24	25
6630	15	36	37	39	40	42	44	45	47
6633	10	20	21	22	22	23	24	25	26
6686	50	83	86	90	93	97	100	104	108

6775	10	13	14	14	15	15	16	16	17
6828	10	17	18	18	19	20	21	21	22
7062	15	17	18	18	19	20	21	21	22
7142	5	4	4	4	4	5	5	5	5
7372	25	56	58	60	63	65	68	70	73
7548	15	15	16	16	17	17	18	19	20
7491	10	33	34	36	37	38	40	42	43
7496	10	16	17	17	18	19	19	20	21
7609	10	13	14	14	15	15	16	16	17
7634	10	28	29	30	31	33	34	35	37
7699	50	132	137	142	148	154	160	166	173
7890	5	8	8	9	9	9	10	10	10
8011	30	19	20	21	21	22	23	24	25
8017	50	42	44	45	47	49	51	53	55
8039	5	6	6	6	7	7	7	8	8
8122	10	1	1	1	1	1	1	1	1
8355	5	1	1	1	1	1	1	1	1
8557	25	5	5	5	6	6	6	6	7
8558	25	47	49	51	53	55	57	59	61
8713	15	23	24	25	26	27	28	29	30
8726	25	43	45	46	48	50	52	54	56
8727	25	32	33	35	36	37	39	40	42
8791	10	25	26	27	28	29	30	31	33
8968	10	16	17	17	18	19	19	20	21
8981	10	5	5	5	6	6	6	6	7
8982	10	11	11	12	12	13	13	14	14
8999	15	15	16	16	17	17	18	19	20
9039	10	6	6	6	7	7	7	8	8
9040	5	1	1	1	1	1	1	1	1
9041	10	24	25	26	27	28	29	30	31
9042	5	11	11	12	12	13	13	14	14
9207	5	6	6	6	7	7	7	8	8
9242	10	20	21	22	22	23	24	25	26
9265	15	11	11	12	12	13	13	14	14
9321	15	15	16	16	17	17	18	19	20
9338	10	13	14	14	15	15	16	16	17
9339	10	22	23	24	25	26	27	28	29
9788	5	1	1	1	1	1	1	1	1
9792	5	1	1	1	1	1	1	1	1
9793	5	1	1	1	1	1	1	1	1
9794	5	1	1	1	1	1	1	1	1
9808	30	71	74	77	80	83	86	89	93
9931	25	47	49	51	53	55	57	59	61
9938	10	20	21	22	22	23	24	25	26
9974	25	11	11	12	12	13	13	14	14
10023	5	1	1	1	1	1	1	1	1
10024	5	1	1	1	1	1	1	1	1
10126	15	15	16	16	17	17	18	19	20
10179	15	10	10	11	11	12	12	13	13
10201	5	10	10	11	11	12	12	13	13
10321	5	3	3	3	3	3	4	4	4
10340	10	20	21	22	22	23	24	25	26
10505	30	69	72	74	77	80	84	87	90
10736	5	1	1	1	1	1	1	1	1
10951	15	21	22	23	24	24	25	26	27
11002	50	93	97	100	104	108	113	117	122
11003	37,5	22	23	24	25	26	27	28	29
11004	50	97	101	105	109	113	117	122	127
11006	37,5	21	22	23	24	24	25	26	27
11008	10	20	21	22	22	23	24	25	26
11009	15	39	41	42	44	45	47	49	51
30201	10	19	20	21	21	22	23	24	25

ELABORACION:POSTULANTE

ANEXO 10 DISTRIBUCIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN

ALIMENTADOR PILLARO CENTRO			COCINAS A DISTRIBUIR						
#TRAFO	P.NOMINAL	Total Usuarios al 2022	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
			3%	10%	14%	14%	14%	15%	15%
223	45	193	6	19	27	27	27	29	29
237	37,5	136	4	14	19	19	19	20	20
316	112,5	225	7	22	31	31	31	34	34
376	75	89	3	9	12	12	12	13	13
400	5	8	0	1	1	1	1	1	1
428	25	30	1	3	4	4	4	5	5
483	10	30	1	3	4	4	4	5	5
493	5	20	1	2	3	3	3	3	3
711	5	4	0	0	1	1	1	1	1
718	15	20	1	2	3	3	3	3	3
1361	5	4	0	0	1	1	1	1	1
1638	10	29	1	3	4	4	4	4	4
1791	50	243	7	24	34	34	34	36	36
1826	10	18	1	2	3	3	3	3	3
1834	15	33	1	3	5	5	5	5	5
1902	50	18	1	2	3	3	3	3	3
1904	10	26	1	3	4	4	4	4	4
1914	25	18	1	2	3	3	3	3	3
1918	10	9	0	1	1	1	1	1	1
1919	15	24	1	2	3	3	3	4	4
1922	30	93	3	9	13	13	13	14	14
1923	10	39	1	4	5	5	5	6	6
1924	10	14	0	1	2	2	2	2	2
1928	15	46	1	5	6	6	6	7	7
1933	10	12	0	1	2	2	2	2	2
1935	50	78	2	8	11	11	11	12	12
1938	15	34	1	3	5	5	5	5	5
1940	50	111	3	11	16	16	16	17	17
1949	25	37	1	4	5	5	5	5	5
1952	75	182	5	18	25	25	25	27	27
2095	15	25	1	2	3	3	3	4	4
2632	15	21	1	2	3	3	3	3	3
2701	10	16	0	2	2	2	2	2	2
2847	15	63	2	6	9	9	9	9	9
3096	10	39	1	4	5	5	5	6	6
3206	15	47	1	5	7	7	7	7	7
3207	15	22	1	2	3	3	3	3	3
3317	10	13	0	1	2	2	2	2	2
3427	10	18	1	2	3	3	3	3	3
3525	10	17	1	2	2	2	2	3	3
3533	75	156	5	16	22	22	22	23	23
3574	10	18	1	2	3	3	3	3	3
3587	25	27	1	3	4	4	4	4	4
3623	10	25	1	2	3	3	3	4	4
3976	15	33	1	3	5	5	5	5	5
4070	15	20	1	2	3	3	3	3	3
4170	15	41	1	4	6	6	6	6	6
4268	30	38	1	4	5	5	5	6	6
4416	10	25	1	2	3	3	3	4	4
4442	25	20	1	2	3	3	3	3	3
4446	10	42	1	4	6	6	6	6	6
4447	10	58	2	6	8	8	8	9	9
4448	10	18	1	2	3	3	3	3	3
4471	10	26	1	3	4	4	4	4	4
4472	25	63	2	6	9	9	9	9	9

4473	10	18	1	2	3	3	3	3	3
4475	10	20	1	2	3	3	3	3	3
4477	10	34	1	3	5	5	5	5	5
4478	10	9	0	1	1	1	1	1	1
4479	10	21	1	2	3	3	3	3	3
4480	10	4	0	0	1	1	1	1	1
4515	10	14	0	1	2	2	2	2	2
4517	10	25	1	2	3	3	3	4	4
4519	25	24	1	2	3	3	3	4	4
4522	10	18	1	2	3	3	3	3	3
4525	15	47	1	5	7	7	7	7	7
4536	10	9	0	1	1	1	1	1	1
4544	50	51	2	5	7	7	7	8	8
4561	10	13	0	1	2	2	2	2	2
4612	10	13	0	1	2	2	2	2	2
4657	45	71	2	7	10	10	10	11	11
4689	10	20	1	2	3	3	3	3	3
4691	10	12	0	1	2	2	2	2	2
4774	10	25	1	2	3	3	3	4	4
4776	10	16	0	2	2	2	2	2	2
4777	15	27	1	3	4	4	4	4	4
4778	15	29	1	3	4	4	4	4	4
4779	10	1	0	0	0	0	0	0	0
4780	10	34	1	3	5	5	5	5	5
4781	10	12	0	1	2	2	2	2	2
4935	10	16	0	2	2	2	2	2	2
4957	5	1	0	0	0	0	0	0	0
5021	10	31	1	3	4	4	4	5	5
5022	10	54	2	5	8	8	8	8	8
5025	10	10	0	1	1	1	1	2	2
5026	10	8	0	1	1	1	1	1	1
5226	15	35	1	4	5	5	5	5	5
5267	25	13	0	1	2	2	2	2	2
5302	10	21	1	2	3	3	3	3	3
5351	15	29	1	3	4	4	4	4	4
5352	15	20	1	2	3	3	3	3	3
5442	15	25	1	2	3	3	3	4	4
5774	10	25	1	2	3	3	3	4	4
5840	50	224	7	22	31	31	31	34	34
5944	25	5	0	1	1	1	1	1	1
5945	37,5	21	1	2	3	3	3	3	3
5946	37,5	14	0	1	2	2	2	2	2
6013	10	14	0	1	2	2	2	2	2
6019	10	14	0	1	2	2	2	2	2
6051	50	68	2	7	10	10	10	10	10
6110	15	4	0	0	1	1	1	1	1
6219	50	161	5	16	23	23	23	24	24
6266	10	16	0	2	2	2	2	2	2
6283	10	17	1	2	2	2	2	3	3
6310	10	16	0	2	2	2	2	2	2
6311	10	16	0	2	2	2	2	2	2
6352	15	39	1	4	5	5	5	6	6
6473	10	1	0	0	0	0	0	0	0
6530	15	24	1	2	3	3	3	4	4
6531	15	25	1	2	3	3	3	4	4
6532	15	24	1	2	3	3	3	4	4
6630	15	46	1	5	6	6	6	7	7
6633	10	26	1	3	4	4	4	4	4
6686	50	107	3	11	15	15	15	16	16
6775	10	17	1	2	2	2	2	3	3
6828	10	22	1	2	3	3	3	3	3
7062	15	22	1	2	3	3	3	3	3

7142	5	5	0	1	1	1	1	1	1
7372	25	73	2	7	10	10	10	11	11
7548	15	18	1	2	3	3	3	3	3
7491	10	43	1	4	6	6	6	6	6
7496	10	21	1	2	3	3	3	3	3
7609	10	17	1	2	2	2	2	3	3
7634	10	37	1	4	5	5	5	5	5
7699	50	173	5	17	24	24	24	26	26
7890	5	10	0	1	1	1	1	2	2
8011	30	25	1	2	3	3	3	4	4
8017	50	55	2	5	8	8	8	8	8
8039	5	8	0	1	1	1	1	1	1
8122	10	1	0	0	0	0	0	0	0
8355	5	1	0	0	0	0	0	0	0
8557	25	7	0	1	1	1	1	1	1
8558	25	61	2	6	9	9	9	9	9
8713	15	30	1	3	4	4	4	5	5
8726	25	56	2	6	8	8	8	8	8
8727	25	41	1	4	6	6	6	6	6
8791	10	33	1	3	5	5	5	5	5
8968	10	21	1	2	3	3	3	3	3
8981	10	7	0	1	1	1	1	1	1
8982	10	14	0	1	2	2	2	2	2
8999	15	18	1	2	3	3	3	3	3
9039	10	8	0	1	1	1	1	1	1
9040	5	1	0	0	0	0	0	0	0
9041	10	31	1	3	4	4	4	5	5
9042	5	14	0	1	2	2	2	2	2
9207	5	8	0	1	1	1	1	1	1
9242	10	25	1	2	3	3	3	4	4
9265	15	14	0	1	2	2	2	2	2
9321	15	20	1	2	3	3	3	3	3
9338	10	17	1	2	2	2	2	3	3
9339	10	29	1	3	4	4	4	4	4
9788	5	1	0	0	0	0	0	0	0
9792	5	1	0	0	0	0	0	0	0
9793	5	1	0	0	0	0	0	0	0
9794	5	1	0	0	0	0	0	0	0
9808	30	93	3	9	13	13	13	14	14
9931	25	61	2	6	9	9	9	9	9
9938	10	25	1	2	3	3	3	4	4
9974	25	13	0	1	2	2	2	2	2
10023	5	1	0	0	0	0	0	0	0
10024	5	1	0	0	0	0	0	0	0
10126	15	18	1	2	3	3	3	3	3
10179	15	13	0	1	2	2	2	2	2
10201	5	13	0	1	2	2	2	2	2
10321	5	4	0	0	1	1	1	1	1
10340	10	25	1	2	3	3	3	4	4
10505	30	90	3	9	13	13	13	14	14
10736	5	1	0	0	0	0	0	0	0
10951	15	27	1	3	4	4	4	4	4
11002	50	122	4	12	17	17	17	18	18
11003	37,5	27	1	3	4	4	4	4	4
11004	50	120	4	12	17	17	17	18	18
11006	37,5	27	1	3	4	4	4	4	4
11008	10	25	1	2	3	3	3	4	4
11009	15	51	2	5	7	7	7	8	8
30201	10	25	1	2	3	3	3	4	4

ELABORACIÓN:POSTULANTE

ANEXO 11 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA RESIDENCIAL

ALIMENTADOR P026		PROYECCIÓN DE LA DEMANDA (Kwh) RESIDENCIAL						
#TRAFO	Actual	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	13866	14532	15229	15960	16726	17529	18370	19252
237	7191	7536	7898	8277	8674	9091	9527	9984
316	21408	22436	23512	24641	25824	27063	28362	29724
376	7723	8094	8482	8889	9316	9763	10232	10723
400	800	838	879	921	965	1011	1060	1111
428	1398	1465	1535	1609	1686	1767	1852	1941
483	1583	1659	1739	1822	1910	2001	2097	2198
493	1171	1227	1286	1348	1413	1480	1551	1626
711	243	255	267	280	293	307	322	337
718	1084	1136	1191	1248	1308	1370	1436	1505
1361	345	362	379	397	416	436	457	479
1638	1638	1717	1799	1885	1976	2071	2170	2274
1791	20786	21784	22829	23925	25074	26277	27538	28860
1826	817	856	897	940	986	1033	1082	1134
1834	2265	2374	2488	2607	2732	2863	3001	3145
1902	1260	1320	1384	1450	1520	1593	1669	1749
1904	3590	3762	3943	4132	4331	4538	4756	4985
1914	1287	1349	1414	1481	1552	1627	1705	1787
1918	223	234	245	257	269	282	295	310
1919	1384	1450	1520	1593	1669	1750	1834	1922
1922	7811	8186	8579	8991	9422	9874	10348	10845
1923	1806	1893	1984	2079	2179	2283	2393	2508
1924	928	973	1019	1068	1119	1173	1229	1288
1928	2178	2283	2392	2507	2627	2753	2886	3024
1933	481	504	528	554	580	608	637	668
1935	7507	7867	8245	8641	9055	9490	9946	10423
1938	3167	3319	3478	3645	3820	4004	4196	4397
1940	10079	10563	11070	11601	12158	12742	13353	13994
1949	2814	2949	3091	3239	3394	3557	3728	3907
1952	17990	18854	19758	20707	21701	22742	23834	24978
2095	1545	1619	1697	1778	1864	1953	2047	2145
2632	1427	1495	1567	1643	1721	1804	1891	1981
2701	1097	1150	1205	1263	1323	1387	1453	1523
2847	3628	3802	3985	4176	4376	4586	4807	5037
3096	2219	2326	2437	2554	2677	2805	2940	3081
3206	2679	2808	2942	3084	3232	3387	3549	3720
3207	1175	1231	1291	1352	1417	1485	1557	1631
3317	450	472	494	518	543	569	596	625
3427	800	838	879	921	965	1011	1060	1111
3525	705	739	774	811	850	891	934	979
3533	16930	17743	18594	19487	20422	21402	22430	23506
3574	840	880	923	967	1013	1062	1113	1166
3587	1336	1400	1467	1538	1612	1689	1770	1855
3623	669	701	735	770	807	846	886	929
3976	2317	2428	2545	2667	2795	2929	3070	3217
4070	1298	1360	1426	1494	1566	1641	1720	1802
4170	2392	2507	2627	2753	2885	3024	3169	3321
4268	2506	2626	2752	2884	3023	3168	3320	3479
4416	1090	1142	1197	1255	1315	1378	1444	1513
4442	825	865	906	950	995	1043	1093	1145
4446	1674	1754	1839	1927	2019	2116	2218	2324
4447	2234	2341	2454	2571	2695	2824	2960	3102
4448	1059	1110	1163	1219	1277	1339	1403	1470
4471	2244	2352	2465	2583	2707	2837	2973	3116
4472	3114	3263	3420	3584	3756	3937	4126	4324

4473	808	847	887	930	975	1021	1070	1122
4475	838	878	920	965	1011	1059	1110	1164
4477	1543	1617	1695	1776	1861	1951	2044	2142
4478	83	87	91	96	100	105	110	115
4479	1154	1209	1267	1328	1392	1459	1529	1602
4480	52	54	57	60	63	66	69	72
4515	1050	1100	1153	1209	1267	1327	1391	1458
4517	823	863	904	947	993	1040	1090	1143
4519	687	720	755	791	829	868	910	954
4522	913	957	1003	1051	1101	1154	1210	1268
4525	1439	1508	1580	1656	1736	1819	1906	1998
4536	552	578	606	635	666	698	731	766
4544	3811	3994	4186	4387	4597	4818	5049	5291
4561	448	470	492	516	540	566	594	622
4612	478	501	525	550	577	604	633	664
4657	5771	6048	6338	6643	6961	7296	7646	8013
4689	615	645	675	708	742	777	815	854
4691	546	572	600	628	659	690	723	758
4774	933	978	1025	1074	1125	1179	1236	1295
4776	470	493	516	541	567	594	623	653
4777	1561	1636	1714	1797	1883	1973	2068	2167
4778	1620	1698	1779	1865	1954	2048	2146	2249
4779	163	171	179	188	197	206	216	226
4780	1867	1957	2051	2149	2252	2360	2474	2592
4781	460	482	505	529	555	582	609	639
4935	566	593	622	651	683	716	750	786
4957	38	40	42	44	46	48	50	53
5021	1553	1628	1706	1788	1873	1963	2057	2156
5022	2638	2765	2897	3036	3182	3335	3495	3663
5025	368	386	404	424	444	465	488	511
5026	95	100	104	109	115	120	126	132
5226	3769	3950	4140	4338	4546	4765	4993	5233
5267	3817	4000	4192	4393	4604	4825	5057	5300
5302	1663	1743	1826	1914	2006	2102	2203	2309
5351	2130	2232	2339	2452	2569	2693	2822	2957
5352	804	843	883	925	970	1016	1065	1116
5442	2064	2163	2267	2376	2490	2609	2734	2866
5774	1297	1359	1425	1493	1565	1640	1718	1801
5840	17906	18765	19666	20610	21600	22636	23723	24862
5944	294	308	323	338	355	372	390	408
5945	1670	1750	1834	1922	2014	2111	2213	2319
5946	1464	1534	1608	1685	1766	1851	1940	2033
6013	225	236	247	259	271	284	298	312
6019	532	558	584	612	642	673	705	739
6051	5746	6022	6311	6614	6931	7264	7613	7978
6110	75	79	82	86	90	95	99	104
6219	14954	15672	16424	17212	18039	18904	19812	20763
6266	1273	1334	1398	1465	1536	1609	1687	1767
6283	893	936	981	1028	1077	1129	1183	1240
6310	315	330	346	363	380	398	417	437
6311	526	551	578	605	634	665	697	730
6352	1825	1913	2004	2101	2201	2307	2418	2534
6473	343	359	377	395	414	434	454	476
6530	748	784	822	861	902	946	991	1039
6531	987	1034	1084	1136	1191	1248	1308	1370
6532	767	804	842	883	925	970	1016	1065
6630	2632	2758	2891	3029	3175	3327	3487	3654
6633	878	920	964	1011	1059	1110	1163	1219
6686	10420	10920	11444	11994	12569	13173	13805	14468
6775	886	929	973	1020	1069	1120	1174	1230
6828	907	951	996	1044	1094	1147	1202	1259
7062	896	939	984	1031	1081	1133	1187	1244
7142	22	23	24	25	27	28	29	31
7372	2784	2918	3058	3204	3358	3519	3688	3865

7548	767	804	842	883	925	970	1016	1065
7491	2350	2463	2581	2705	2835	2971	3113	3263
7496	1136	1191	1248	1308	1370	1436	1505	1577
7609	709	743	779	816	855	896	939	984
7634	2896	3035	3181	3333	3493	3661	3837	4021
7699	14261	14946	15663	16415	17203	18028	18894	19801
7890	135	141	148	155	163	171	179	187
8011	4885	5119	5365	5623	5893	6175	6472	6783
8017	5235	5486	5750	6026	6315	6618	6936	7269
8039	79	83	87	91	95	100	105	110
8122	50	52	55	58	60	63	66	69
8355	109	114	120	125	131	138	144	151
8557	510	534	560	587	615	645	676	708
8558	2767	2900	3039	3185	3338	3498	3666	3842
8713	1423	1491	1563	1638	1717	1799	1885	1976
8726	3317	3476	3643	3818	4001	4193	4395	4605
8727	3066	3213	3367	3529	3698	3876	4062	4257
8791	1928	2021	2118	2219	2326	2437	2554	2677
8968	1960	2054	2153	2256	2364	2478	2597	2721
8981	299	313	328	344	361	378	396	415
8982	595	624	653	685	718	752	788	826
8999	767	804	842	883	925	970	1016	1065
9039	317	332	348	365	382	401	420	440
9040	130	136	143	150	157	164	172	180
9041	2244	2352	2465	2583	2707	2837	2973	3116
9042	703	737	772	809	848	889	931	976
9207	307	322	337	353	370	388	407	426
9242	1297	1359	1425	1493	1565	1640	1718	1801
9265	932	977	1024	1073	1124	1178	1235	1294
9321	905	948	994	1042	1092	1144	1199	1257
9338	888	931	975	1022	1071	1123	1176	1233
9339	1335	1399	1466	1537	1610	1688	1769	1854
9788	130	136	143	150	157	164	172	180
9792	137	144	150	158	165	173	182	190
9793	54	57	59	62	65	68	72	75
9794	137	144	150	158	165	173	182	190
9808	7986	8369	8771	9192	9633	10096	10580	11088
9931	2767	2900	3039	3185	3338	3498	3666	3842
9938	1297	1359	1425	1493	1565	1640	1718	1801
9974	1399	1466	1537	1610	1688	1769	1853	1942
10023	87	91	96	100	105	110	115	121
10024	121	127	133	139	146	153	160	168
10126	767	804	842	883	925	970	1016	1065
10179	685	718	752	788	826	866	908	951
10201	200	210	220	230	241	253	265	278
10321	100	105	110	115	121	126	132	139
10340	1297	1359	1425	1493	1565	1640	1718	1801
10505	7773	8146	8537	8947	9376	9826	10298	10792
10736	137	144	150	158	165	173	182	190
10951	1561	1636	1714	1797	1883	1973	2068	2167
11002	11704	12266	12855	13472	14118	14796	15506	16250
11003	2728	2859	2996	3140	3291	3449	3614	3788
11004	11368	11914	12486	13085	13713	14371	15061	15784
11006	2728	2859	2996	3140	3291	3449	3614	3788
11008	1297	1359	1425	1493	1565	1640	1718	1801
11009	2174	2278	2388	2502	2622	2748	2880	3018
30201	1297	1359	1425	1493	1565	1640	1718	1801

ELABORACIÓN:POSTULANTE

ANEXO 12 PROYECCIÓN DE ENERGÍA RESIDENCIAL + ENERGÍA POR INDUCCIÓN

ALIMENTADOR P026	PROYECCIÓN DE LA ENERGÍA RESIDENCIAL + ENERGÍA POR INDUCCIÓN						
#TRAFO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	15132	17129	18660	19426	20229	20370	22152
237	7936	9298	10177	10574	10991	12927	11984
316	23136	25712	27741	28924	30163	29662	33124
376	8394	9382	10089	10516	10963	10332	12023
400	838	979	1021	1065	1111	1560	1211
428	1565	1835	2009	2086	2167	2352	2441
483	1759	2039	2222	2310	2401	2397	2698
493	1327	1486	1648	1713	1780	1651	1926
711	255	267	380	393	407	622	437
718	1236	1391	1548	1608	1670	1536	1805
1361	362	379	497	516	536	857	579
1638	1817	2099	2285	2376	2471	5770	2674
1791	22484	25229	27325	28474	29677	27838	32460
1826	956	1097	1240	1286	1333	1582	1434
1834	2474	2788	3107	3232	3363	3301	3645
1902	1420	1584	1750	1820	1893	2069	2049
1904	3862	4243	4532	4731	4938	5056	5385
1914	1449	1614	1781	1852	1927	1805	2087
1918	234	345	357	369	382	695	410
1919	1550	1720	1893	1969	2050	3234	2322
1922	8486	9479	10291	10722	11174	10948	12245
1923	1993	2384	2579	2679	2783	2593	3108
1924	973	1119	1268	1319	1373	1929	1488
1928	2383	2892	3107	3227	3353	3086	3724
1933	504	628	754	780	808	1837	868
1935	8067	9045	9741	10155	10590	10446	11623
1938	3419	3778	4145	4320	4504	5896	4897
1940	10863	12170	13201	13758	14342	13853	15694
1949	3049	3491	3739	3894	4057	6428	4407
1952	19354	21558	23207	24201	25242	24234	27678
2095	1719	1897	2078	2164	2253	2347	2545
2632	1595	1767	1943	2021	2104	2091	2281
2701	1150	1405	1463	1523	1587	2353	1723
2847	4002	4585	5076	5276	5486	5407	5937
3096	2426	2837	3054	3177	3305	3640	3681
3206	2908	3442	3784	3932	4087	3849	4420
3207	1331	1491	1652	1717	1785	1757	1931
3317	472	594	718	743	769	896	825
3427	938	1079	1221	1265	1311	1360	1411
3525	839	974	1011	1050	1091	3234	1279
3533	18243	20194	21687	22622	23602	22730	25806
3574	980	1123	1267	1313	1362	1513	1466
3587	1500	1767	1938	2012	2089	2170	2255
3623	801	935	1070	1107	1146	1386	1329
3976	2528	2845	3167	3295	3429	3370	3717
4070	1460	1626	1794	1866	1941	2320	2102
4170	2607	3027	3353	3485	3624	3769	3921
4268	2726	3152	3384	3523	3668	3720	4079
4416	1242	1397	1555	1615	1678	1744	1913
4442	965	1106	1250	1295	1343	1693	1445

4446	1854	2239	2527	2619	2716	3118	2924
4447	2541	3054	3371	3495	3624	3260	4002
4448	1210	1363	1519	1577	1639	1803	1770
4471	2452	2765	2983	3107	3237	3873	3516
4472	3463	4020	4484	4656	4837	4426	5224
4473	947	1087	1230	1275	1321	1370	1422
4475	978	1120	1265	1311	1359	1610	1464
4477	1717	1995	2276	2361	2451	2144	2642
4478	87	191	196	200	205	410	215
4479	1309	1467	1628	1692	1759	1629	1902
4480	54	57	160	163	166	269	172
4515	1100	1253	1409	1467	1527	1791	1658
4517	963	1104	1247	1293	1340	1490	1543
4519	820	955	1091	1129	1168	1210	1354
4522	1057	1203	1351	1401	1454	1910	1568
4525	1608	2080	2356	2436	2519	2006	2698
4536	578	706	735	766	798	1531	866
4544	4194	4686	5087	5297	5518	5249	6091
4561	470	592	716	740	766	794	822
4612	501	625	750	777	804	1733	864
4657	6248	7038	7643	7961	8296	7946	9113
4689	745	875	1008	1042	1077	1015	1154
4691	572	700	828	859	890	1123	958
4774	1078	1225	1374	1425	1479	1436	1695
4776	493	716	741	767	794	1023	853
4777	1736	2014	2197	2283	2373	2468	2567
4778	1798	2079	2265	2354	2448	2146	2649
4779	171	179	188	197	206	716	226
4780	2057	2351	2649	2752	2860	2674	3092
4781	482	605	729	755	782	809	839
4935	593	822	851	883	916	750	986
4957	40	42	44	46	48	550	53
5021	1728	2006	2188	2273	2363	2857	2656
5022	2965	3397	3836	3982	4135	3695	4463
5025	386	504	524	544	565	588	711
5026	100	204	209	215	220	626	232
5226	4050	4540	4838	5046	5265	5193	5733
5267	4000	4292	4593	4804	5025	5357	5500
5302	1843	2026	2214	2306	2402	2603	2609
5351	2332	2639	2852	2969	3093	3122	3357
5352	943	1083	1225	1270	1316	1465	1416
5442	2263	2467	2676	2790	2909	3134	3266
5774	1459	1625	1793	1865	1940	5118	2201
5840	19465	21866	23710	24700	25736	23823	28262
5944	308	423	438	455	472	690	508
5945	1850	2034	2222	2314	2411	2413	2619
5946	1534	1708	1885	1966	2051	2140	2233
6013	236	347	459	471	484	498	512
6019	558	684	812	842	873	1705	939
6051	6222	7011	7614	7931	8264	7713	8978
6110	79	82	186	190	195	2499	204
6219	16172	18024	19512	20339	21204	20012	23163
6266	1334	1598	1665	1736	1809	1987	1967
6283	1036	1181	1228	1277	1329	1383	1540
6310	330	546	563	580	598	617	637
6311	551	778	805	834	865	1297	930
6352	2013	2404	2601	2701	2807	2418	3134

6473	359	377	395	414	434	854	476
6530	884	1022	1161	1202	1246	1391	1439
6531	1134	1284	1436	1491	1548	1708	1770
6532	904	1042	1183	1225	1270	1716	1465
6630	2858	3391	3629	3775	3927	3887	4354
6633	1020	1264	1411	1459	1510	2763	1619
6686	11220	12544	13494	14069	14673	14105	16068
6775	1029	1173	1220	1269	1320	1474	1530
6828	1051	1196	1344	1394	1447	1502	1559
7062	1039	1184	1331	1381	1433	1287	1544
7142	23	124	125	127	128	1129	131
7372	3118	3758	4204	4358	4519	3988	4965
7548	904	1042	1183	1225	1270	1616	1365
7491	2563	2981	3305	3435	3571	3413	3863
7496	1291	1448	1608	1670	1736	1805	1877
7609	843	979	1016	1055	1096	1439	1284
7634	3135	3581	3833	3993	4161	6437	4521
7699	15446	17363	18815	19603	20428	19094	22401
7890	141	248	255	263	271	579	387
8011	5219	5565	5923	6193	6475	7272	7183
8017	5686	6250	6826	7115	7418	7036	8069
8039	83	187	191	195	200	105	210
8122	52	55	58	60	63	66	69
8355	114	120	125	131	138	244	151
8557	534	660	687	715	745	1576	808
8558	3100	3639	4085	4238	4398	4166	4742
8713	1591	1863	2038	2117	2199	2685	2476
8726	3676	4243	4618	4801	4993	4995	5405
8727	3313	3767	4129	4298	4476	4562	4857
8791	2121	2418	2719	2826	2937	2854	3177
8968	2154	2353	2556	2664	2778	2697	3021
8981	313	428	444	461	478	596	515
8982	624	753	885	918	952	1088	1026
8999	904	1042	1183	1225	1270	1116	1365
9039	332	448	465	482	501	420	540
9040	136	143	150	157	164	672	180
9041	2452	2765	2983	3107	3237	3173	3616
9042	737	872	1009	1048	1089	1031	1176
9207	322	437	453	470	488	807	526
9242	1459	1625	1793	1865	1940	1918	2201
9265	977	1124	1273	1324	1378	1535	1494
9321	1048	1194	1342	1392	1444	1499	1557
9338	1031	1175	1222	1271	1323	1576	1533
9339	1499	1766	1937	2010	2088	1769	2254
9788	136	143	150	157	164	172	180
9792	144	150	158	165	173	182	190
9793	57	59	62	65	68	72	75
9794	144	150	158	165	173	1582	190
9808	8669	9671	10492	10933	11396	11480	12488
9931	3100	3639	4085	4238	4398	4066	4742
9938	1459	1625	1793	1865	1940	1918	2201
9974	1466	1637	1810	1888	1969	1853	2142
10023	91	96	100	105	110	115	121
10024	127	133	139	146	153	460	168
10126	904	1042	1183	1225	1270	1216	1365
10179	718	852	988	1026	1066	1108	1151
10201	210	320	430	441	453	365	478
10321	105	110	215	221	226	532	239
10340	1459	1625	1793	1865	1940	3118	2201
10505	8446	9437	10247	10676	11126	10298	12192
10736	144	150	158	165	173	582	190
10951	1736	2014	2197	2283	2373	3868	2567
11002	12666	14055	15172	15818	16496	15906	18050
11003	2959	3296	3540	3691	3849	5414	4188
11004	12314	13686	14785	15413	16071	15461	17584
11006	2959	3296	3540	3691	3849	4014	4188
11008	1459	1625	1793	1865	1940	2518	2201
11009	2478	2888	3202	3322	3448	3280	3818
30201	1459	1625	1793	1865	1940	1718	2201

ELABORACION:POSTULANTE

ANEXO 13 PROYECCIÓN DE ENERGÍA HASTA EL AÑO 2022

ALIMENTADOR P026	PROYECCIÓN DE ENERGÍA HASTA EL AÑO 2022 CON COCINA DE INDUCCIÓN (Kwh)						
#TRAMO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
223	15132	17129	18660	19426	20229	20370	22152
237	9843	11313	12307	12826	13371	15443	14644
316	35231	38498	41255	43208	45262	45621	49992
376	14613	15950	17025	17840	18698	18500	20649
400	838	979	1021	1065	1111	1560	1211
428	1565	1835	2009	2086	2167	2352	2441
483	1759	2039	2222	2310	2401	2397	2698
493	1327	1486	1648	1713	1780	1651	1926
711	255	267	380	393	407	622	437
718	1236	1391	1548	1608	1670	1536	1805
1361	362	379	497	516	536	857	579
1638	1817	2099	2285	2376	2471	5770	2674
1791	31416	34643	37246	38929	40696	39452	44700
1826	956	1097	1240	1286	1333	1582	1434
1834	2474	2788	3107	3232	3363	3301	3645
1902	3684	3966	4258	4459	4670	4993	5126
1904	3862	4243	4532	4731	4938	5056	5385
1914	13531	14326	15156	15924	16732	17382	18476
1918	234	345	357	369	382	695	410
1919	1550	1720	1893	1969	2050	3234	2322
1922	36411	38850	41182	43214	45349	46893	50052
1923	4232	4743	5066	5301	5547	5506	6179
1924	973	1119	1268	1319	1373	1929	1488
1928	2383	2892	3107	3227	3353	3086	3724
1933	504	628	754	780	808	1837	868
1935	11328	12482	13364	13974	14615	14688	16095
1938	3419	3778	4145	4320	4504	5896	4897
1940	10863	12170	13201	13758	14342	13853	15694
1949	4328	4842	5168	5405	5654	8116	6191
1952	19354	21558	23207	24201	25242	24234	27678
2095	1719	1897	2078	2164	2253	2347	2545
2632	1595	1767	1943	2021	2104	2091	2281
2701	1150	1405	1463	1523	1587	2353	1723
2847	4002	4585	5076	5276	5486	5407	5937
3096	2854	3290	3532	3682	3840	4205	4278
3206	2908	3442	3784	3932	4087	3849	4420
3207	1331	1491	1652	1717	1785	1757	1931
3317	1602	1783	1967	2056	2149	2346	2349
3427	938	1079	1221	1265	1311	1360	1411
3525	839	974	1011	1050	1091	3234	1279
3533	18243	20194	21687	22622	23602	22730	25806
3574	980	1123	1267	1313	1362	1513	1466
3587	9096	9750	10328	10830	11357	11910	12492
3623	801	935	1070	1107	1146	1386	1329
3976	2528	2845	3167	3295	3429	3370	3717
4070	1460	1626	1794	1866	1941	2320	2102
4170	2607	3027	3353	3485	3624	3769	3921
4268	2726	3152	3384	3523	3668	3720	4079
4416	1665	1844	2027	2114	2206	2302	2503
4442	965	1106	1250	1295	1343	1693	1445
4446	1854	2239	2527	2619	2716	3118	2924
4447	2541	3054	3371	3495	3624	3260	4002

4448	1210	1363	1519	1577	1639	1803	1770
4471	2452	2765	2983	3107	3237	3873	3516
4472	3463	4020	4484	4656	4837	4426	5224
4473	947	1087	1230	1275	1321	1370	1422
4475	978	1120	1265	1311	1359	1610	1464
4477	1717	1995	2276	2361	2451	2144	2642
4478	87	191	196	200	205	410	215
4479	1309	1467	1628	1692	1759	1629	1902
4480	54	57	160	163	166	269	172
4515	1100	1253	1409	1467	1527	1791	1658
4517	963	1104	1247	1293	1340	1490	1543
4519	820	955	1091	1129	1168	1210	1354
4522	1057	1203	1351	1401	1454	1910	1568
4525	1608	2080	2356	2436	2519	2006	2698
4536	578	706	735	766	798	1531	866
4544	7533	8210	8807	9224	9662	9624	10709
4561	470	592	716	740	766	794	822
4612	501	625	750	777	804	1733	864
4657	6248	7038	7643	7961	8296	7946	9113
4689	745	875	1008	1042	1077	1015	1154
4691	572	700	828	859	890	1123	958
4774	1078	1225	1374	1425	1479	1436	1695
4776	493	716	741	767	794	1023	853
4777	1736	2014	2197	2283	2373	2468	2567
4778	1798	2079	2265	2354	2448	2146	2649
4779	171	179	188	197	206	716	226
4780	2057	2351	2649	2752	2860	2674	3092
4781	482	605	729	755	782	809	839
4935	593	822	851	883	916	750	986
4957	40	42	44	46	48	550	53
5021	1728	2006	2188	2273	2363	2857	2656
5022	2965	3397	3836	3982	4135	3695	4463
5025	386	504	524	544	565	588	711
5026	100	204	209	215	220	626	232
5226	4050	4540	4838	5046	5265	5193	5733
5267	4000	4292	4593	4804	5025	5357	5500
5302	1843	2026	2214	2306	2402	2603	2609
5351	13353	14222	15025	15764	16540	17255	18211
5352	943	1083	1225	1270	1316	1465	1416
5442	2263	2467	2676	2790	2909	3134	3266
5774	2460	2683	2911	3047	3189	6439	3597
5840	30736	33745	36230	37895	39644	38482	43712
5944	308	423	438	455	472	690	508
5945	1850	2034	2222	2314	2411	2413	2619
5946	1534	1708	1885	1966	2051	2140	2233
6013	236	347	459	471	484	498	512
6019	558	684	812	842	873	1705	939
6051	6222	7011	7614	7931	8264	7713	8978
6110	79	82	186	190	195	2499	204
6219	27922	30444	32641	34215	35872	35516	39550
6266	1334	1598	1665	1736	1809	1987	1967
6283	1036	1181	1228	1277	1329	1383	1540
6310	330	546	563	580	598	617	637
6311	551	778	805	834	865	1297	930
6352	2013	2404	2601	2701	2807	2418	3134
6473	359	377	395	414	434	854	476
6530	884	1022	1161	1202	1246	1391	1439
6531	1134	1284	1436	1491	1548	1708	1770
6532	1461	1628	1798	1872	1949	2430	2216
6630	6007	6700	7108	7430	7769	7925	8598

6633	1020	1264	1411	1459	1510	2763	1619
6686	11912	13276	14267	14887	15537	15018	17033
6775	1029	1173	1220	1269	1320	1474	1530
6828	1051	1196	1344	1394	1447	1502	1559
7062	1039	1184	1331	1381	1433	1287	1544
7142	23	124	125	127	128	1129	131
7372	3118	3758	4204	4358	4519	3988	4965
7548	1464	1635	1809	1887	1969	2355	2146
7491	2563	2981	3305	3435	3571	3413	3863
7496	1291	1448	1608	1670	1736	1805	1877
7609	843	979	1016	1055	1096	1439	1284
7634	3135	3581	3833	3993	4161	6437	4521
7699	15446	17363	18815	19603	20428	19094	22401
7890	141	248	255	263	271	579	387
8011	5219	5565	5923	6193	6475	7272	7183
8017	5686	6250	6826	7115	7418	7036	8069
8039	83	187	191	195	200	105	210
8122	52	55	58	60	63	66	69
8355	114	120	125	131	138	244	151
8557	534	660	687	715	745	1576	808
8558	3100	3639	4085	4238	4398	4166	4742
8713	1591	1863	2038	2117	2199	2685	2476
8726	3676	4243	4618	4801	4993	4995	5405
8727	4940	5487	5946	6219	6507	6708	7126
8791	2121	2418	2719	2826	2937	2854	3177
8968	2154	2353	2556	2664	2778	2697	3021
8981	313	428	444	461	478	596	515
8982	624	753	885	918	952	1088	1026
8999	1464	1635	1809	1887	1969	1855	2146
9039	332	448	465	482	501	420	540
9040	136	143	150	157	164	672	180
9041	2452	2765	2983	3107	3237	3173	3616
9042	737	872	1009	1048	1089	1031	1176
9207	322	437	453	470	488	807	526
9242	2460	2683	2911	3047	3189	3239	3597
9265	977	1124	1273	1324	1378	1535	1494
9321	1048	1194	1342	1392	1444	1499	1557
9338	1031	1175	1222	1271	1323	1576	1533
9339	1499	1766	1937	2010	2088	1769	2254
9788	136	143	150	157	164	172	180
9792	144	150	158	165	173	182	190
9793	57	59	62	65	68	72	75
9794	144	150	158	165	173	1582	190
9808	8669	9671	10492	10933	11396	11480	12488
9931	3100	3639	4085	4238	4398	4066	4742
9938	2460	2683	2911	3047	3189	3239	3597
9974	6417	6840	7279	7636	8010	8203	8816
10023	91	96	100	105	110	115	121
10024	127	133	139	146	153	460	168
10126	1464	1635	1809	1887	1969	1955	2146
10179	718	852	988	1026	1066	1108	1151
10201	210	320	430	441	453	365	478
10321	105	110	215	221	226	532	239
10340	2460	2683	2911	3047	3189	4439	3597
10505	8446	9437	10247	10676	11126	10298	12192
10736	144	150	158	165	173	582	190
10951	1736	2014	2197	2283	2373	3868	2567
11002	12666	14055	15172	15818	16496	15906	18050
11003	4513	4939	5276	5526	5788	7464	6355
11004	16119	17708	19036	19907	20821	20481	22891
11006	2959	3296	3540	3691	3849	4014	4188
11008	2460	2683	2911	3047	3189	3839	3597
11009	2478	2888	3202	3322	3448	3280	3818
30201	1459	1625	1793	1865	1940	1718	2201

ELABORACION:POSTULANTE

ANEXO 14 CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN DEL ALIMENTADOR PILLARO CENTRO

NIVEL DE CARGA POR AÑO EN TRANSFORMADORES REPORTES SOFTWARE CYMDIST																			
ALIMENTADOR PILLARO CENTRO				ACTUAL		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
#	ID.TRAFO CYME	Capacidad(Kva)	FASE	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)	(KVA)	CARGA (%)
1	137907_MTA	45	ABC	44,1	98,0	61,2	136,0	63,3	140,7	65,1	144,7	66,9	148,7	69	153,3	71,1	158,0	73,5	163,3
2	138771_MTA	37,5	C	28,5	76,0	39,7	105,9	41	109,3	42,3	112,8	43,5	116,0	44,9	119,7	46,2	123,2	47,6	126,9
3	133345_MTA	112,5	ABC	104,4	92,8	145,2	129,1	150	133,3	154,5	137,3	159	141,3	164,1	145,9	168,9	150,1	174,3	154,9
4	17962_MTA	75	ABC	43,2	57,6	60,3	80,4	62,1	82,8	63,9	85,2	66	88,0	68,1	90,8	70,2	93,6	72,3	96,4
5	180695_MTA	5	A	2,5	50,0	3,5	70,0	3,6	72,0	3,7	74,0	3,9	78,0	4	80,0	4,1	82,0	4,2	84,0
6	180697_MTA	25	B	4,4	17,6	6,2	24,8	8,5	34,0	9,4	37,6	10,4	41,6	11,5	46,0	13,2	52,8	14,6	58,4
7	143154_MTA	10	A	5	50,0	7	70,0	7,2	72,0	7,4	74,0	7,7	77,0	7,9	79,0	8,1	81,0	8,4	84,0
8	137901_MTA	5	C	3,7	74,0	5,2	104,0	5,3	106,0	5,5	110,0	5,7	114,0	5,8	116,0	6,5	130,0	7,2	144,0
9	1200348_MTA	5	A	0,8	16,0	1,1	22,0	1,5	30,0	1,9	38,0	2,2	44,0	2,9	58,0	3,1	62,0	3,2	64,0
10	129430_MTA	15	A	3,4	22,7	4,8	32,0	5,1	34,0	5,2	34,7	5,4	36,0	6,1	40,7	6,5	43,3	7,5	50,0
11	142802_MTA	5	B	1,1	22,0	1,5	30,0	1,6	32,0	1,7	34,0	1,8	36,0	1,9	38,0	2,1	42,0	2,8	56,0
12	145135_MTA	10	A	5,2	52,0	7,2	72,0	7,5	75,0	7,7	77,0	7,9	79,0	8,2	82,0	8,4	84,0	8,7	87,0
13	112881_MTA	10	A	2,6	26,0	3,6	36,0	3,7	37,0	3,8	38,0	4	40,0	4,1	41,0	4,2	42,0	4,3	43,0
14	180201_MTA	15	A	7,2	48,0	10	66,7	10,3	68,7	10,7	71,3	11	73,3	11,3	75,3	11,7	78,0	12	80,0
15	119842_MTA	50	ABC	10,8	21,6	15	29,9	15,6	31,1	15,9	31,7	16,5	32,9	17,1	34,1	17,7	35,3	18	35,9
16	128046_MTA	75	ABC	10,8	14,4	15	20,0	18,4	24,5	21,7	28,9	23,5	31,3	26,8	35,7	29,5	39,3	32,7	43,6
17	140076_MTA	10	A	11,4	114,0	15,9	159,0	16,4	164,0	16,9	169,0	17,4	174,0	17,9	179,0	18,5	185,0	19	190,0
18	145183_MTA	25	B	40,6	162,4	38,3	153,2	40,3	161,2	43,6	174,4	45,7	182,8	46,2	184,8	48,3	193,2	50,1	200,4
19	143791_MTA	10	A	0,7	7,0	1	10,0	1	10,0	1	10,0	1,1	11,0	1,1	11,0	1,1	11,0	1,2	12,0
20	179995_MTA	15	C	4,4	29,3	6,1	40,7	6,3	42,0	6,5	43,3	6,7	44,7	6,9	46,0	7,1	47,3	7,3	48,7
21	128849_MTA	30	ABC	109,2	364,0	42,1	140,3	43,2	144,0	44,5	148,3	46,8	156,0	47,8	159,3	49,3	164,3	51,3	171,0
22	177097_MTA	10	C	12,4	124,0	17,3	173,0	17,9	179,0	18,4	184,0	19	190,0	19,6	196,0	20,2	202,0	20,8	208,0
23	17770_MTA	10	A	3	30,0	4,1	41,0	4,2	42,0	4,4	44,0	4,5	45,0	4,6	46,0	4,8	48,0	4,9	49,0
24	1200322_MTA	15	A	6,9	46,0	9,6	64,0	9,9	66,0	10,2	68,0	10,5	70,0	10,9	72,7	11,2	74,7	11,5	76,7
25	137197_MTA	10	B	1,5	15,0	2,1	21,0	2,2	22,0	2,3	23,0	2,3	23,0	2,4	24,0	2,5	25,0	2,5	25,0
26	141614_MTA	50	ABC	33,6	67,2	46,8	93,6	48,3	96,6	49,8	99,6	51,3	102,6	52,8	105,6	54,6	109,2	56,1	112,2
27	127060_MTA	15	B	10,1	67,3	18	120,0	19,3	128,7	20,3	135,3	22,3	148,7	23,8	158,7	24,3	162,0	26,8	178,7
28	138945_MTA	50	ABC	32,1	64,2	44,7	89,4	45,9	91,8	47,4	94,8	48,9	97,8	50,4	100,8	51,9	103,8	53,4	106,8
29	179988_MTA	25	C	12,8	51,2	17,8	71,2	18,3	73,2	18,9	75,6	19,5	78,0	20,1	80,4	20,7	82,8	21,3	85,2
30	1285523_MTA	75	ABC	57,3	76,4	79,5	106,0	82,2	109,6	84,6	112,8	87,3	116,4	89,7	119,6	92,7	123,6	95,4	127,2
31	145822_MTA	25	C	1,9	7,6	5,6	22,4	6,7	26,8	9,1	36,4	10,5	42,0	11,5	46,0	13,5	54,0	15,8	63,2
32	18754_MTA	15	A	4,9	32,7	6,8	45,3	7	46,7	7,3	48,7	7,5	50,0	7,7	51,3	7,9	52,7	8,2	54,7
33	129753_MTA	10	B	4,5	45,0	6,3	63,0	6,5	65,0	6,7	67,0	6,9	69,0	7,1	71,0	7,3	73,0	7,6	76,0
34	145945_MTA	10	B	3,5	35,0	4,8	48,0	5	50,0	5,2	52,0	5,3	53,0	5,5	55,0	5,6	56,0	5,8	58,0
35	133414_MTA	15	A	11,5	76,7	18	120,0	19,5	130,0	21,1	140,7	23,6	157,3	24,1	160,7	25,7	171,3	26,4	176,0
36	179590_MTA	10	A	8,3	83,0	6,9	69,0	7,1	71,0	7,3	73,0	7,6	76,0	7,8	78,0	8	80,0	8,3	83,0
37	1145041_MTA	15	A	8,5	56,7	11,8	78,0	12,2	81,3	12,6	84,0	13	86,7	13,4	89,3	13,8	92,0	14,2	94,7
38	129666_MTA	15	A	3,7	24,7	5,2	34,7	5,9	39,3	6,2	41,3	6,9	46,0	7,1	47,3	7,9	52,7	8,3	55,3
39	1265473_MTA	10	A	4,8	48,0	6,7	67,0	7	70,0	7,2	72,0	7,4	74,0	7,6	76,0	7,8	78,0	8,1	81,0
40	140397_MTA	10	C	2,5	25,0	7,3	73,0	8,4	84,0	9,6	96,0	10,5	105,0	12,5	125,0	13,6	136,0	15,3	153,0
41	131703_MTA	10	A	2,2	22,0	3,1	31,0	4,2	42,0	4,7	47,0	5,2	52,0	5,8	58,0	6,2	62,0	8,1	81,0
42	139602_MTA	75	ABC	53,7	71,6	75	100,0	77,4	103,2	79,8	106,4	81,9	109,2	84,6	112,8	87	116,0	89,7	119,6
43	1911_MTA	10	A	2,7	27,0	3,7	37,0	3,9	39,0	4,5	45,0	4,9	49,0	5,1	51,0	5,9	59,0	6,5	65,0
44	1201905_MTA	25	A	27,2	108,8	37,9	151,6	39,1	156,4	40,3	161,2	41,5	166,0	42,8	171,2	44,1	176,4	45,4	181,6
45	1202545_MTA	10	A	2,1	21,0	3	30,0	3,2	32,0	3,5	35,0	4,1	41,0	4,5	45,0	4,9	49,0	5,3	53,0
46	117476_MTA	15	B	7,3	48,7	10,2	68,0	10,6	70,7	10,9	72,7	11,2	74,7	11,5	76,7	11,9	79,3	12,3	82,0
47	135061_MTA	15	A	4,1	27,3	5,7	38,0	6,2	41,3	6,9	46,0	7,2	48,0	7,9	52,7	8,2	54,7	8,9	59,3
48	116681_MTA	15	A	7,6	50,7	10,6	70,7	10,9	72,7	11,2	74,7	11,6	77,3	11,9	79,3	12,3	82,0	12,7	84,7
49	138799_MTA	30	ABC	8,1	27,0	11,1	37,0	11,4	38,0	11,7	39,0	12	40,0	12,6	42,0	12,9	43,0	15,1	50,3
50	136053_MTA	10	A	4,7	47,0	6,6	66,0	6,8	68,0	7	70,0	7,2	72,0	7,4	74,0	7,7	77,0	7,9	79,0
51	145442_MTA	25	A	2,6	10,4	3,6	14,4	3,8	15,2	4,2	16,8	5,7	22,8	7,4	29,6	9,5	38,0	10,5	42,0
52	179584_MTA	10	A	5,3	53,0	7,4	74,0	7,6	76,0	7,9	79,0	8,1	81,0	8,4	84,0	8,6	86,0	8,9	89,0
53	1264003_MTA	10	A	7,1	71,0	9,9	99,0	10,2	102,0	10,5	105,0	10,8	108,0	11,1	111,0	11,5	115,0	11,8	118,0
54	113520_MTA	10	A	3,4	34,0	4,7	47,0	4,8	48,0	5	50,0	5,1	51,0	5,3	53,0	5,5	55,0	5,6	56,0
55	143136_MTA	10	A	2,5	25,0	3,5	35,0	3,7	37,0	3,8	38,0	3,9	39,0	4	40,0	4,1	41,0	4,5	45,0
56	180551_MTA	10	A	7,1	71,0	9,9	99,0	10,2	102,0	10,6	106,0	10,9	109,0	11,2	112,0	11,5	115,0	11,9	119,0
57	111921_MTA	25	A	9,9	39,6	13,8	55,2	14,2	56,8	14,7	58,8	15,1	60,4	15,5	62,0	16	64,0	16,5	66,0
58	141796_MTA	10	A	2,6	26,0	3,6	36,0	3,9	39,0	4,5	45,0	5,7	57,0	6,2	62,0	6,9	69,0	7,2	72,0
59	136297_MTA	10	A	2,7	27,0	3,7	37,0	3,8	38,0	4,1	41,0	4,5	45,0	5,2	52,0	6,4	64,0	7,3	73,0
60	142319_MTA	10	A	4,9	49,0	6,8	68,0	7	70,0	7,2	72,0	7,5	75,0	7,7	77,0	7,9	79,0	8,2	82,0
61	135426_MTA	10	A	0,3	3,0	0,5	5,0	1,3	13,0	1,9	19,0	2,5	25,0	2,9	29,0	3,4	34,0	4,2	42,0
62	137491_MTA	10	A	3,7	37,0	5,1	51,0	5,3	53,0	5,4	54,0	5,6	56,0	5,8	58,0	5,9	59,0	6,1	61,0

63	I16266_MTA	10	A	0,2	2,0	0,2	2,0	0,2	2,0	0,2	2,0	0,3	3,0	0,3	3,0	0,3	3,0	0,3	3,0
64	I198462_MTA	10	A	3,3	33,0	4,6	46,0	4,8	48,0	4,9	49,0	5,1	51,0	5,2	52,0	5,4	54,0	5,6	56,0
65	I77739_MTA	10	A	2,6	26,0	3,6	36,0	3,8	38,0	3,9	39,0	4	40,0	4,1	41,0	4,2	42,0	4,4	44,0
66	I199720_MTA	25	A	2,2	8,8	3	12,0	3,1	12,4	3,2	12,8	3,3	13,2	3,4	13,6	3,5	14,0	3,6	14,4
67	I39750_MTA	10	A	2,9	29,0	4	40,0	4,2	42,0	4,3	43,0	4,4	44,0	4,6	46,0	4,7	47,0	4,8	48,0
68	I80350_MTA	15	A	4,6	30,7	6,4	42,7	6,6	44,0	6,8	45,3	7	46,7	7,2	48,0	7,4	49,3	7,6	50,7
69	I80654_MTA	10	B	1,8	18,0	2,4	24,0	2,5	25,0	2,6	26,0	2,7	27,0	2,8	28,0	2,8	28,0	2,9	29,0
70	I43779_MTA	50	ABC	22,2	44,4	30,9	61,8	31,8	63,6	32,7	65,4	33,9	67,8	34,8	69,6	36	72,0	36,9	73,8
71	I29626_MTA	10	A	1,4	14,0	2	20,0	2	20,0	2,1	21,0	2,2	22,0	2,2	22,0	2,3	23,0	2,4	24,0
72	I200328_MTA	10	A	1,5	15,0	2,1	21,0	2,2	22,0	2,2	22,0	2,3	23,0	2,4	24,0	2,5	25,0	2,5	25,0
73	I40027_MTA	45	ABC	18,3	40,7	25,5	56,7	26,4	58,7	27	60,0	27,9	62,0	28,8	64,0	29,7	66,0	30,6	68,0
74	I74431_MTA	10	A	2	20,0	2,7	27,0	2,8	28,0	2,9	29,0	3	30,0	3,1	31,0	3,2	32,0	3,3	33,0
75	I17451_MTA	10	A	1,7	17,0	2,4	24,0	2,5	25,0	2,6	26,0	2,6	26,0	2,7	27,0	2,8	28,0	2,9	29,0
76	I286481_MTA	10	A	3	30,0	4,1	41,0	4,2	42,0	4,4	44,0	4,5	45,0	4,6	46,0	4,8	48,0	4,9	49,0
77	I41612_MTA	10	A	1,5	15,0	2,1	21,0	2,1	21,0	2,2	22,0	2,3	23,0	2,3	23,0	2,4	24,0	2,5	25,0
78	I79590_MTA	15	A	5	33,3	11,6	116,0	12	120,0	12,3	123,0	12,7	127,0	13,1	131,0	13,5	135,0	13,9	139,0
79	I285529_MTA	15	A	5,1	34,0	7,2	48,0	7,4	49,3	7,6	50,7	7,8	52,0	8,1	54,0	8,3	55,3	8,6	57,3
80	I19475_MTA	10	A	0,5	5,0	0,7	7,0	0,7	7,0	0,8	8,0	0,8	8,0	0,8	8,0	0,8	8,0	0,9	9,0
81	I4583_MTA	10	A	5,9	59,0	8,3	83,0	8,5	85,0	8,8	88,0	9	90,0	9,3	93,0	9,6	96,0	9,9	99,0
82	I30241_MTA	10	A	1,5	15,0	2	20,0	2,1	21,0	2,2	22,0	2,2	22,0	2,3	23,0	2,4	24,0	2,4	24,0
83	I46682_MTA	50	ABC	93	186,0	69,8	139,6	72,1	144,2	74,4	148,8	76,5	153,0	78,8	157,6	80,1	160,2	82,4	164,8
84	I36553_MTA	10	A	1,8	18,0	2,5	25,0	2,6	26,0	2,7	27,0	2,7	27,0	2,8	28,0	2,9	29,0	3	30,0
85	I79680_MTA	5	B	0,1	2,0	0,2	4,0	0,2	4,0	0,2	4,0	0,2	4,0	0,2	4,0	0,2	4,0	0,2	4,0
86	I285527_MTA	10	A	4,9	49,0	6,9	69,0	7,1	71,0	7,3	73,0	7,5	75,0	7,7	77,0	8	80,0	8,2	82,0
87	I40607_MTA	10	A	8,4	84,0	11,7	117,0	12	120,0	12,4	124,0	12,8	128,0	13,2	132,0	13,6	136,0	14	140,0
88	I43799_MTA	10	A	1,2	12,0	1,6	16,0	1,7	17,0	1,7	17,0	1,8	18,0	1,8	18,0	1,9	19,0	2	20,0
89	I29413_MTA	10	A	0,3	3,0	0,4	4,0	0,4	4,0	0,4	4,0	0,5	5,0	0,5	5,0	0,5	5,0	0,5	5,0
90	I25876_MTA	25	A	66,2	264,8	37,4	149,6	38,5	154,0	40,1	160,4	42,4	169,6	44,2	176,8	46,3	185,2	48,1	192,4
91	I285521_MTA	15	A	12	80,0	16,7	111,3	17,2	114,7	17,7	118,0	18,3	122,0	18,8	125,3	19,4	129,3	20	133,3
92	I36118_MTA	25	A	12,1	48,4	16,9	67,6	17,4	69,6	18	72,0	18,5	74,0	19,1	76,4	19,6	78,4	20,2	80,8
93	I26204_MTA	10	A	5,3	53,0	7,4	74,0	7,6	76,0	7,8	78,0	8,1	81,0	8,3	83,0	8,6	86,0	8,8	88,0
94	I44993_MTA	15	C	40,1	267,3	22,1	147,3	23,4	156,0	26,3	175,3	28,6	190,7	29,3	195,3	31,2	208,0	33,4	222,7
95	I264849_MTA	15	A	2,6	17,3	3,6	24,0	3,7	24,7	3,8	25,3	3,9	26,0	4	26,7	4,1	27,3	4,3	28,7
96	I45741_MTA	15	A	6,6	44,0	9,1	60,7	9,4	62,7	9,7	64,7	10	66,7	10,3	68,7	10,6	70,7	10,9	72,7
97	I194884_MTA	10	A	7,1	71,0	9,9	99,0	10,2	102,0	10,6	106,0	10,9	109,0	11,2	112,0	11,5	115,0	11,9	119,0
98	I79776_MTA	50	ABC	90,9	181,8	72,3	144,6	74,1	148,2	75,6	151,2	77,2	154,4	78,1	156,2	80,2	160,4	82,5	165,0
99	I37308_MTA	25	B	0,9	3,6	1,3	5,2	1,3	5,2	1,4	5,6	1,4	5,6	1,5	6,0	1,5	6,0	1,6	6,4
100	I39263_MTA	37,5	B	5,3	14,1	10,2	27,2	12,4	33,1	14,7	39,2	16,7	44,5	18,5	49,3	20,2	53,9	22,6	60,3
101	I77327_MTA	37,5	B	4,6	12,3	6,5	17,3	6,7	17,9	6,9	18,4	7,1	18,9	7,3	19,5	7,5	20,0	7,8	20,8
102	I40971_MTA	10	A	0,7	7,0	1	10,0	1	10,0	1,1	11,0	1,1	11,0	1,1	11,0	1,2	12,0	1,2	12,0
103	I41502_MTA	10	A	1,7	17,0	2,3	23,0	2,4	24,0	2,5	25,0	2,6	26,0	2,7	27,0	2,7	27,0	2,8	28,0
104	I47413_MTA	50	B	18,3	36,6	25,4	50,8	26,2	52,4	27	54,0	27,8	55,6	28,7	57,4	29,6	59,2	30,5	61,0
105	I77484_MTA	15	A	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,7
106	I80409_MTA	50	ABC	82,8	165,6	74,2	148,4	76,2	152,4	78,3	156,6	79,4	158,8	81,4	162,8	83,3	166,6	86,4	172,8
107	I74119_MTA	10	A	4	40,0	5,6	56,0	5,8	58,0	6	60,0	6,2	62,0	6,4	64,0	6,5	65,0	6,7	67,0
108	I29760_MTA	10	A	2,8	28,0	4	40,0	4,1	41,0	4,2	42,0	4,3	43,0	4,5	45,0	4,6	46,0	4,7	47,0
109	I20938_MTA	10	A	1	10,0	2,4	24,0	3,5	35,0	4,5	45,0	5,2	52,0	6,7	67,0	7,3	73,0	9,5	95,0
110	I16112_MTA	10	A	1,7	17,0	2,3	23,0	2,4	24,0	2,5	25,0	2,5	25,0	2,6	26,0	2,7	27,0	2,8	28,0
111	I43594_MTA	15	A	5,8	38,7	8,1	54,0	8,3	55,3	8,6	57,3	8,8	58,7	9,1	60,7	9,4	62,7	9,7	64,7
112	I10553_MTA	10	A	1,1	11,0	4,5	45,0	5,6	56,0	6,6	66,0	8,7	87,0	9,7	97,0	10,8	108,0	11,2	112,0
113	I80515_MTA	15	A	2,4	16,0	3,3	22,0	3,4	22,7	3,5	23,3	3,6	24,0	3,7	24,7	3,8	25,3	4	26,7
114	I80319_MTA	15	A	3,1	20,7	4,4	29,3	4,5	30,0	4,6	30,7	4,8	32,0	4,9	32,7	5,1	34,0	5,2	34,7
115	I32541_MTA	15	A	4,1	27,3	5,7	38,0	5,9	39,3	6,1	40,7	6,3	42,0	6,5	43,3	6,7	44,7	6,9	46,0
116	I8701_MTA	15	A	17,9	119,3	20,9	139,3	21,7	144,7	22,5	150,0	23,3	155,3	24,1	160,7	25,4	169,3	26,8	178,7
117	I35509_MTA	10	A	2,8	28,0	3,9	39,0	4	40,0	4,1	41,0	4,3	43,0	4,4	44,0	4,5	45,0	4,7	47,0
118	I74337_MTA	50	ABC	35,1	70,2	48,9	97,8	50,7	101,4	52,2	104,4	53,7	107,4	55,2	110,4	57	114,0	58,8	117,6
119	I36523_MTA	10	A	2,8	28,0	3,9	39,0	4	40,0	4,2	42,0	4,3	43,0	4,4	44,0	4,6	46,0	4,7	47,0
120	I16270_MTA	10	A	2,9	29,0	4	40,0	4,1	41,0	4,3	43,0	4,4	44,0	4,5	45,0	4,7	47,0	4,8	48,0
121	I31845_MTA	15	A	2,8	18,7	4,5	30,0	6,1	40,7	7,2	48,0	9,3	62,0	10,5	70,0	12,6	84,0	13,8	92,0
122	I80202_MTA	5	A	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0	0,1	2,0
123	I199352_MTA	25	A	8,8	35,2	12,3	49,2	12,7	50,8	13,1	52,4	13,5	54,0	13,9	55,6	14,3	57,2	14,8	59,2
124	I30778_MTA	10	A	7,5	75,0	10,4	104,0	10,7	107,0	11,1	111,0	11,4	114,0	11,7	117,0	12,1	121,0	12,5	125,0
125	I285873_MTA	10	A	3,6	36,0	5	50,0	5,2	52,0	5,3	53,0	5,5	55,0	5,7	57,0	5,8	58,0	6	60,0
126	I77734_MTA	15	A	4,1	27,3	5,7	38,0	5,9	39,3	6,1	40,7	6,3	42,0	6,5	43,3	6,7	44,7	6,9	46,0
127	I29410_MTA	10	A	2,3	23,0	3,1	31,0	3,2	32,0	3,3	33,0	3,4	34,0	3,5	35,0	3,6	36,0	3,8	38,0
128	I38860_MTA	10	A	9,2	92,0	12,8	128,0	13,2	132,0	13,6	136,0	14	140,0	14,5	145,0	14,9	149,0	15,4	154,0

129	I285531_MTA	50	ABC	45,3	90,6	63	126,0	65,1	130,2	67,2	134,4	69	138,0	71,1	142,2	73,5	147,0	75,6	151,2
130	I39995_MTA	5	A	0,4	8,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,7	14,0	0,7	14,0	0,7	14,0	0,7	14,0
131	I7774_MTA	30	ABC	15,6	52,0	21,6	72,0	22,2	74,0	23,1	77,0	23,7	79,0	24,3	81,0	25,2	84,0	25,8	86,0
132	I45486_MTA	50	ABC	16,5	33,0	23,1	46,2	24	48,0	24,6	49,2	25,5	51,0	26,1	52,2	27	54,0	27,9	55,8
133	I77076_MTA	5	A	0,3	6,0	0,3	6,0	0,4	8,0	0,4	8,0	0,4	8,0	0,4	8,0	0,4	8,0	0,4	8,0
134	I200336_MTA	10	A	0,2	2,0	0,2	2,0	0,2	2,0	0,2	2,0	0,2	2,0	0,2	2,0	0,3	3,0	0,3	3,0
135	I8295_MTA	25	A	5,2	20,8	7,2	28,8	7,4	29,6	7,7	30,8	7,9	31,6	8,1	32,4	8,4	33,6	8,6	34,4
136	I275921_MTA	5	A	0,3	6,0	0,5	10,0	0,5	10,0	0,5	10,0	0,5	10,0	0,5	10,0	0,6	12,0	0,6	12,0
137	I21413_MTA	25	A	1,6	6,4	2,3	9,2	2,3	9,2	2,4	9,6	2,5	10,0	2,5	10,0	2,6	10,4	2,7	10,8
138	I18955_MTA	25	A	8,8	35,2	12,2	48,8	12,6	50,4	13	52,0	13,4	53,6	13,8	55,2	14,2	56,8	14,7	58,8
139	I39510_MTA	15	A	4,5	30,0	6,3	42,0	6,5	43,3	6,7	44,7	6,9	46,0	7,1	47,3	7,3	48,7	7,5	50,0
140	I27601_MTA	25	A	10,5	42,0	14,7	58,8	15,1	60,4	15,6	62,4	16,1	64,4	16,6	66,4	17,1	68,4	17,6	70,4
141	I79830_MTA	25	A	14,6	58,4	20,4	81,6	21	84,0	21,7	86,8	22,3	89,2	23	92,0	23,7	94,8	24,4	97,6
142	I43129_MTA	10	B	6,1	61,0	8,5	85,0	8,8	88,0	9,1	91,0	9,3	93,0	9,6	96,0	9,9	99,0	10,2	102,0
143	I43438_MTA	10	B	6,2	62,0	8,7	87,0	8,9	89,0	9,2	92,0	9,5	95,0	9,8	98,0	10,1	101,0	10,4	104,0
144	I42477_MTA	10	A	1	10,0	3,3	33,0	4,4	44,0	6,4	64,0	8,4	84,0	9,5	95,0	10,5	105,0	11,6	116,0
145	I196488_MTA	10	A	1,9	19,0	3,6	36,0	4,7	47,0	5,8	58,0	6,9	69,0	7,4	74,0	8,2	82,0	9,7	97,0
146	I79539_MTA	15	B	4,1	27,3	5,7	38,0	5,9	39,3	6,1	40,7	6,3	42,0	6,5	43,3	6,7	44,7	6,9	46,0
147	I80040_MTA	10	A	1	10,0	1,4	14,0	1,4	14,0	1,5	15,0	1,5	15,0	1,6	16,0	1,6	16,0	1,7	17,0
148	I40396_MTA	5	A	0,4	8,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,7	14,0	0,7	14,0
149	I79885_MTA	10	A	7,1	71,0	9,9	99,0	10,2	102,0	10,6	106,0	10,9	109,0	11,2	112,0	11,5	115,0	11,9	119,0
150	I41515_MTA	5	A	2,2	44,0	3,1	62,0	3,2	64,0	3,3	66,0	3,4	68,0	3,5	70,0	3,6	72,0	3,7	74,0
151	I30005_MTA	5	A	2,9	58,0	4	80,0	4,1	82,0	4,3	86,0	4,4	88,0	4,5	90,0	4,7	94,0	4,8	96,0
152	I41883_MTA	5	C	1	20,0	1,4	28,0	1,4	28,0	1,4	28,0	1,5	30,0	1,5	30,0	1,6	32,0	1,6	32,0
153	I19005_MTA	10	A	7,1	71,0	9,9	99,0	10,2	102,0	10,6	106,0	10,9	109,0	11,2	112,0	11,5	115,0	11,9	119,0
154	I80709_MTA	15	C	3	20,0	4,1	27,3	4,3	28,7	4,4	29,3	4,5	30,0	4,7	31,3	4,8	32,0	4,9	32,7
155	I46216_MTA	15	C	2,9	19,3	5,7	38,0	6,8	45,3	7,9	52,7	9,8	65,3	10,4	69,3	12,7	84,7	14,2	94,7
156	I265409_MTA	10	A	2,8	28,0	3,9	39,0	4,1	41,0	4,2	42,0	4,3	43,0	4,4	44,0	4,6	46,0	4,7	47,0
157	I199690_MTA	10	A	4,2	42,0	5,9	59,0	6,1	61,0	6,3	63,0	6,5	65,0	6,7	67,0	6,9	69,0	7,1	71,0
158	I31876_MTA	5	A	0,4	8,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,7	14,0	0,7	14,0
159	I42216_MTA	5	A	0,4	8,0	0,6	12,0	0,8	16,0	1,2	24,0	1,5	30,0	2,5	50,0	2,9	58,0	3,2	64,0
160	I79900_MTA	5	A	0,2	4,0	0,2	4,0	0,2	4,0	0,3	6,0	0,3	6,0	0,3	6,0	0,3	6,0	0,3	6,0
161	I35041_MTA	5	A	0,4	8,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,7	14,0	0,7	14,0	0,7	14,0	0,7	14,0
162	I38779_MTA	30	ABC	25,5	85,0	35,4	118,0	36,6	122,0	37,5	125,0	38,7	129,0	39,9	133,0	41,1	137,0	42,3	141,0
163	I41452_MTA	25	B	8,8	35,2	12,2	48,8	12,6	50,4	13	52,0	13,4	53,6	13,8	55,2	14,2	56,8	14,7	58,8
164	I37201_MTA	10	C	7,1	71,0	9,9	99,0	10,2	102,0	10,6	106,0	10,9	109,0	11,2	112,0	11,5	115,0	11,9	119,0
165	I38631_MTA	25	C	19,4	77,6	27	108,0	27,9	111,6	28,7	114,8	29,6	118,4	30,5	122,0	31,4	125,6	32,4	129,6
166	I17413_MTA	50	ABC	21,3	42,6	29,7	59,4	30,9	61,8	31,8	63,6	32,7	65,4	33,6	67,2	34,8	69,6	35,7	71,4
167	I36034_MTA	50	ABC	46,8	93,6	65,1	130,2	67,2	134,4	69,3	138,6	71,4	142,8	73,5	147,0	75,9	151,8	78	156,0
168	I42001_MTA	5	A	0,3	6,0	0,4	8,0	0,4	8,0	0,4	8,0	0,4	8,0	0,4	8,0	0,4	8,0	0,5	10,0
169	I265474_MTA	5	A	0,4	8,0	0,9	18,0	1,2	24,0	2,3	46,0	2,5	50,0	2,8	56,0	2,9	58,0	3,2	64,0
170	I80666_MTA	15	B	4,1	27,3	5,7	38,0	5,9	39,3	6,1	40,7	6,3	42,0	6,5	43,3	6,7	44,7	6,9	46,0
171	I89961_MTA	15	B	2,2	14,7	5,6	37,3	7,6	50,7	8,9	59,3	9,6	64,0	10,4	69,3	12,3	82,0	13,4	89,3
172	I200333_MTA	5	A	0,6	12,0	0,9	18,0	0,9	18,0	0,9	18,0	1	20,0	1	20,0	1	20,0	1,1	22,0
173	I40972_MTA	5	A	0,3	6,0	0,4	8,0	0,5	10,0	0,5	10,0	0,5	10,0	0,5	10,0	0,5	10,0	0,5	10,0
174	I187109_MTA	10	A	7,1	71,0	9,9	99,0	10,2	102,0	10,6	106,0	10,9	109,0	11,2	112,0	11,5	115,0	11,9	119,0
175	I4735_MTA	50	ABC	21,9	43,8	30,6	61,1	31,5	62,9	32,4	64,7	33,6	67,1	34,5	68,9	35,4	70,7	36,6	73,1
176	I108041_MTA	30	ABC	25,5	85,0	35,4	118,0	36,6	122,0	37,5	125,0	38,7	129,0	39,9	133,0	41,1	137,0	42,3	141,0
177	I73405_MTA	5	A	0,4	8,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,6	12,0	0,7	14,0	0,7	14,0	0,7	14,0	0,7	14,0
178	I36468_MTA	15	A	5	33,3	6,9	46,0	7,1	47,3	7,3	48,7	7,6	50,7	7,8	52,0	8	53,3	8,3	55,3
179	I79803_MTA	25	A	2,1	8,4	3	12,0	3,1	12,4	3,2	12,8	3,3	13,2	3,4	13,6	3,5	14,0	3,6	14,4
180	I39786_MTA	50	ABC	37,2	74,4	51,9	103,8	53,4	106,8	55,2	110,4	56,7	113,4	58,5	117,0	60,3	120,6	62,1	124,2
181	I74535_MTA	37,5	C	13,3	35,5	18,6	49,6	19,2	51,2	19,7	52,5	20,3	54,1	21	56,0	21,6	57,6	22,3	59,5
182	I79579_MTA	50	ABC	47,7	95,4	66,3	132,6	68,4	136,8	70,5	141,0	72,6	145,2	74,7	149,4	77,1	154,2	79,5	159,0
183	I45943_MTA	37,5	B	13,3	35,5	18,6	49,6	19,2	51,2	19,7	52,5	20,3	54,1	21	56,0	21,6	57,6	22,3	59,5
184	I197441_MTA	10	A	7,1	71,0	9,9	99,0	10,2	102,0	10,6	106,0	10,9	109,0	11,2	112,0	11,5	115,0	11,9	119,0
185	I22318_MTA	15	A	6,9	46,0	9,6	64,0	9,9	66,0	10,2	68,0	10,5	70,0	10,9	72,7	11,2	74,7	11,5	76,7
186	I38804_MTA	10	B	7,1	71,0	9,9	99,0	10,2	102,0	10,6	106,0	10,9	109,0	11,2	112,0	11,5	115,0	11,9	119,0

ELABORACION:POSTULANTE