ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

"ANÁLISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA ACERCA DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO DE LA ZONA URBANA DE MILAGRO DEL ÁREA DE CONCESIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA MILAGRO USANDO LA REGULACIÓN DEL CONELEC No. – 004/01".

TESIS DE GRADO:

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACIÓN: POTENCIA

Presentada por:

Oscar Stalin Castañeda Ordóñez

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2009

AGRADECIMIENTO

Al supremo creador por haberme permitido la culminación de la carrera universitaria, a mis padres, hermanos y a mis amigos que me han acompañado durante esta etapa de mi vida.

Al Msc. Jorge Aragundi, Director de Tesis; gran valuarte para la finalización de este trabajo.

A la Empresa Eléctrica Milagro, por las facilidades brindadas de información y equipos, lo que me ha permitido con éxito la culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres: Ángel y Amada, hermanos: Ángel, William y Daysy, mi amor Mildred y todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y que de una u otra manera me ayudaron para la realización y culminación del mismo.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Holger Cevallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MSc. Jorge Aragundi
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jorge Chiriboga V.
VOCAL

Ing. Otto Alvarado.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

OSCAR STALIN CASTAÑEDA ORDÖÑEZ

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de Calidad de Energía acerca de la Calidad del Producto, es un medio para que en la parte técnica, el abonado espere obtener del proveedor (empresa distribuidora EEMCA) un suministro con tensiones equilibradas, sinusoidales y de amplitudes y frecuencias constantes.

El incremento en la productividad con logros en la industria debido a la automatización, ha tenido un gran desarrollo tecnológico, en especial de la electrónica de potencia que ha producido una generación de equipos de alta capacidad, alto rendimiento y bajo costo siendo cargas no lineales altamente sensibles a las variaciones en el suministro eléctrico, siendo perturbado el suministro eléctrico por su propia presencia; lo que conlleva que la empresa Distribuidora del Servicio Eléctrico provea una alimentación confiable, ininterrumpida y totalmente libre de perturbaciones en el servicio eléctrico.

Entre los objetivos de la realización de esta Tesis de Calidad de Energía es encontrar soluciones efectivas para corregir los disturbios y variaciones de voltaje y proponer conclusiones para corregir las fallas o problemas que se presenten en el sistema eléctrico.

Se enfocara los aspectos de Calidad de Energía que se vean reducidos por Distorsiones de la Forma de Onda (Armónicos) y Fluctuaciones de Tensión (Flicker) con conclusiones de posibles soluciones empleadas en la actualidad en base de recopilación de datos.

El desarrollo de dicho estudio en todo momento se vera enfocado por la Regulación No. CONELEC 004/01; y en base de las diversas mediciones tomadas en los puntos que dicha regulación lo estipula, se planteará las conclusiones necesarias para mantener un buen servicio que evite el deterioro de las señales de Tensión y conlleve a interrupciones que llevan a la reducción o parada de procesos que ocasionan perjuicios.

INDICE GENERAL

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO ACERCA DE CALIDAD DE ENERGIA

CAPITULO III

3. NORMA EN-50160 Y REGULACION EN ECUADOR

CAPITULO IV

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

Realizar un estudio de Calidad de Energía acerca de la Calidad del Producto comprende el nivel de voltaje, las perturbaciones de voltaje y el factor de potencia; dentro del área de Concesión de la Empresa Eléctrica Milagro. EEMCA de acuerdo a la norma de Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución (Regulación No. CONELEC 004/001).

Realizar el levantamiento de la información necesaria del elemento de medición (Topas 1000), para determinar los parámetros que se encuentran dentro de la regulación presente para el desarrollo de dicho estudio.

Brindar un estudio de la Calidad del Producto de la Empresa Eléctrica Milagro y desarrollar la aplicación de los conocimientos adquiridos de Ingeniería Eléctrica en lo referente a la Calidad de Energía.

Analizar los resultados obtenidos de los diversos parámetros dentro de las mediciones realizadas y emitir conclusiones factibles para mantener en todo momento el funcionamiento continuo, seguro y adecuado de los equipos eléctricos y procesos asociados, sin afectar el medio ambiente y el bienestar de las personas.

CAPÍTULO I

EL ESTADO DEL ARTE.

1.1 EVOLUCIÓN DE LA CARGA

Desde los inicios de la electrificación y durante muchos años las cargas de los usuarios eran lineales por naturaleza. De manera que cuando una tensión sinusoidal se aplicaba a las mismas, estas originaban una corriente sinusoidal, ello ocurría típicamente en aplicaciones tales como iluminación, calefacción y en motores.

Esta reacción con la cual se aprendió a convivir se la generalizó empleándose el criterio para todos los ámbitos de la electricidad como protección, generación, distribución, instalación e incluso de la planificación.

Otra característica que cabe mencionar es que en general, las cargas lineales, no eran muy sensibles a las variaciones momentáneas en la tensión de alimentación, tales como sobre-tensiones y baja-tensiones. Las cargas no se encontraban conectadas en redes y temas como las puestas a tierra no constituían factores críticos de seguridad.

Dentro de lo esperado la demanda de energía aumentó los consumidores y sus cargas se multiplicaron. En estos tiempos se conoce que el consumo de energía eléctrica es un buen índice económico del progreso y de la producción de una nación.

En las últimas décadas como respuesta a las necesidades de las industrias y consumidores en general, se ha tenido un gran desarrollo tecnológico, en especial de la electrónica de potencia que ha producido una generación de equipos de alta capacidad, alto rendimiento y bajo costo.

Nuevos equipos, nuevas tecnologías que ahora hacen catalogar a la mayoría de las cargas como no lineales, puesto que cuentan con componentes más eficientes que sin pensarlo cambiaron la respuesta anteriormente esperada de una forma sinusoidal en la corriente a otras con nuevas características.

1.2 LA IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Una gran ironía consiste en que una gran parte de estas cargas no lineales, responsables de los grandes logros en la industria debido a la automatización, son cargas electrónicas altamente sensibles a las variaciones en el suministro eléctrico que esta siendo perturbado por su propia presencia.

Los problemas se presentan al existir disturbios de la calidad de energía eléctrica en el suministro. La mayoría de las veces resultan en una detención temporaria de los procesos industriales, a esta interrupción están asociados altos costos, una vez que es la causa de pérdidas significativas de producción y descarte de materiales debido a la necesidad de limpiar las máquinas, reiniciar el proceso en la secuencia que se encontraba, y recalibrar las líneas de producción de acuerdo a las especificaciones de proceso requeridas o por concluir con productos defectuosos.

1.2.1 CONCEPTO

El término Calidad de Energía Eléctrica, nombrado CEE por sus siglas en español, es utilizado para describir una combinación de características a través de las cuales el producto y el servicio del suministro eléctrico corresponden a las expectativas del cliente.

Observando la calidad de energía eléctrica en la parte técnica: el abonado espera obtener del proveedor (empresa distribuidora) un suministro con tensiones equilibradas, sinusoidales y de amplitudes y frecuencias constantes. Esto se traduce para él, en la práctica, como contar con un servicio de buena calidad, costos viables de un funcionamiento adecuado, seguro y confiable de equipos y procesos sin afectar el ambiente o el bienestar de las personas.

La Pérdida de la Calidad de Energía significa: "Deterioro de las señales de Tensión y Corriente en lo que respecta a la forma de onda, frecuencia e interrupciones que llevan a la reducción o parada de procesos que ocasionan perjuicios".

1.3 ASPECTOS GENERALES

En los últimos años se ha profundizado el problema con la calidad del producto (calidad de la energía). Por este motivo Instituciones especializadas en el tema, como la IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), IEC (Internacional Electrotechnical Comisssion), CENELEC (Comité Europées de Normalisation Electrotechnique), NEMA (The National Electrical Manufacturers Association), etc. han desarrollado estándares y métodos de medición y construcción de equipos de medición de calidad de energía en los últimos años, perfeccionándolos con el transcurrir del tiempo.

Así mismo los países cada vez han sido más concientes de empezar a monitorear y a regular sus sistemas eléctricos basados en las normativas emitidas por las instituciones anteriormente mencionadas. Se han establecidos métodos, regulaciones, leyes, penalizaciones, etc. que han tratado de regular el sector y han venido perfeccionando estos sistemas.

Los países latinoamericanos han ido poco a poco estableciendo regulaciones de calidad de servicio eléctrico, muchos de estos países tienen en la actualidad regulaciones bien estructuradas. Pero así también existen países tan grandes e industrializados como Brasil que aún no ha emitido una regulación clara para sus sistemas, ni en la parte comercial, ni en la parte técnica.

Para la calidad de servicio eléctrico el ente regulador por lo general es uno estatal y el ente regulado es la Empresa de Distribución, la misma que puede ser estatal o privada. Dado que la Empresa de Distribución es la llamada a velar por la calidad del servicio, las regulaciones o recomendaciones establecen que esta debe monitorear y corregir los problemas en la calidad de energía para el bien de los usuarios.

Ecuador tiene pocos años de haber iniciado el proceso de regular a las empresas de distribución. Esta tardanza le ha dado el beneficio de haber recogido la experiencia de países vecinos para regular sus empresas de distribución con mayor criterio. Es por esto que la ecuatoriana es una de las regulaciones más coherentes y más claras de aplicar. A pesar de esto aún se pueden emitir ciertas recomendaciones para su perfeccionamiento.

Hasta el momento no ha habido una aceptación global de la parte técnica de las regulaciones por parte de las distribuidoras en el Ecuador. El cronograma de etapas no se ha cumplido hasta la fecha, pero se han dado ciertos avances. Es por eso que aún se está a tiempo para dar a conocer las ventajas y corregir las imperfecciones de la Calidad de Servicio Eléctrico de Distribución del Ecuador, dictada por el CONELEC (Concejo Nacional de Electricidad), en la Regulación No. CONELEC-004/01.

1.4 LA CALIDAD DEL PRODUCTO

La Regulación de Calidad de Servicio Eléctrico de Distribución del Ecuador (Regulación No. CONELEC-004/01), establece patrones en tres aspectos tales como:

- ✓ Calidad del Producto

- ✓ Calidad de Servicio Técnico
- ✓ Calidad de Servicio Comercial

La primera, Calidad del Producto, establece pautas para los parámetros eléctricos para poder entregar energía de buena calidad. La Calidad de Servicio Técnico en cambio, regula las interrupciones de servicio eléctrico estableciendo límites para su frecuencia y duración. La calidad de Servicio Comercial a diferencia de las anteriores reglamenta las solicitudes y reclamos de medición y facturación.

El detalle de los incumplimientos y las penalizaciones correspondientes se incorporarán a los respectivos contratos de concesión. El estudio presente tomará a consideración solo la parte de "**Calidad del Producto**" de esta regulación, debido a que la Empresa Eléctrica Milagro (EEMCA) no cuenta con dicho estudio, y para ello tomar como referencia cada una de las presentes mediciones para observar las características de Calidad del Suministro Eléctrico de Distribución que ofrece la Empresa Eléctrica Milagro.

Según la regulación No. CONELEC-004/01, la Calidad del Producto comprende los siguientes aspectos:

1. Nivel de voltaje.

2. Perturbaciones de voltaje.
3. Factor de potencia.

Para analizar la Calidad del Producto que impone el CONELEC, se ha tomado en consideración normas de calidad de energía eléctrica EN50160.

Se presenta la norma EN50160 porque es la base de las regulaciones de varios países latinoamericanos. Esta norma fue dictada por el CENELEC y básicamente es una recopilación de las dos entidades normativas más importantes la IEEE y la IEC de la IEEE se han considerado las publicaciones donde se establecen los límites de tolerancia de valores de calidad, principalmente en armónicos.

De la IEC se toman a consideración las normas donde se establecen los procedimientos para la construcción de los equipos para que estén facultados a procesar internamente las señales y las pueda convertir en valores eléctricos como; parpadeo, armónicos, voltajes, corrientes, etc.

En otras palabras las normativas IEC, consideradas en la norma EN50160, establecen cómo tomar y procesar las lecturas y de la IEEE se tomaron los límites para estas lecturas.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO ACERCA DE CALIDAD DE ENERGIA

2.1 TIPOS DE CARGA

2.1.1 CARGAS LINEALES.

Esto ocurre cuando en la carga posee elementos como resistencias, inductancias y condensadores de valores fijos. Con estas características en el sistema se tiene un voltaje sinusoidal, una corriente también sinusoidal, y por lo general existe un desfase entre ellos.

La iluminación incandescente y las cargas de calefacción son lineales en naturaleza. Esto es, la impedancia de la carga es esencialmente constante independientemente del voltaje aplicado. Como se ve en la figura 2.1, en los circuitos AC la corriente se incrementa proporcionalmente al incremento del voltaje y disminuye proporcionalmente a la disminución del voltaje.

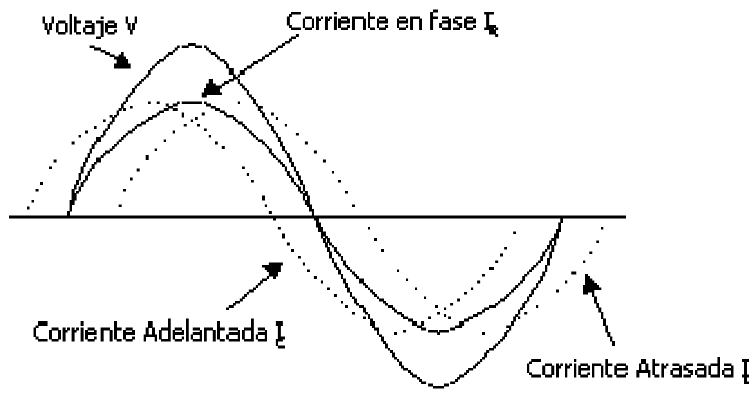
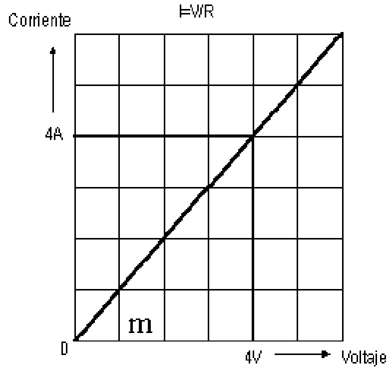


Figura 2.1.- Ondas de voltaje y corriente de una carga lineal

Corrientes lineales: I_R es una corriente pura de circuito resistivo; I_L es una corriente de circuito parcialmente inductiva (atrasada); e I_C es una corriente de circuito parcialmente capacitiva (adelantada).

Una resistencia pura, una inductancia y una capacitancia son todas lineales. Lo que eso significa es que si una onda senoidal de voltaje de una cierta magnitud es puesta en un circuito que contiene una resistencia pura, por ejemplo, la corriente en el circuito obedece a la Ley de Ohm I=V/R. Para un valor específico de ohmios, la relación entre los voltios y los amperios es una línea recta. Esta relación es mostrada en la Figura 2.2. Lo mismo ocurre para las capacitancias, inductancias o una combinación entre las tres.



m = Angulo con respecto al eje de voltaje

Figura 2.2 - Curva del comportamiento de una carga lineal

Con una carga lineal, la relación entre el voltaje y la corriente es lineal y proporcional. La línea diagonal cuando posee un valor de **m** representa una resistencia fija de valor **m**.

Este tipo de cargas no representan un problema de distorsión de la forma de onda por el hecho de comportarse de manera lineal.

2.1.2 CARGAS NO LINEALES.

Las cargas no lineales demandan una corriente no senoidal, cuyo paso por la impedancia del sistema provoca una caída de voltaje no senoidal, lo cual se traduce en una distorsión de voltaje en terminales de la carga. Entre las cargas no lineales más comunes tenemos los convertidores estáticos, dispositivos magnéticos saturados y hornos de arco.

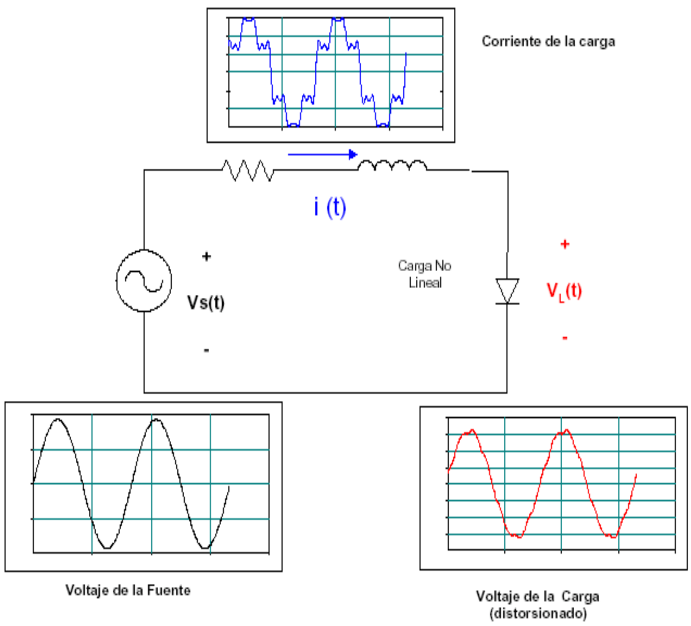


Figura 2.3 Distorsión de voltaje provocada por carga no lineal

Con una carga no lineal no se tiene relación directa entre el voltaje y la corriente como las lineales. Un ejemplo se muestra en la figura 2.4.

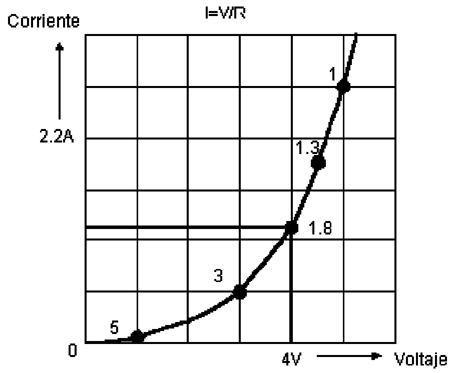


Figura 2.4.- Curva del comportamiento de una carga no lineal

El uso de las cargas no lineales se ha incrementado considerablemente en los últimos años. Los convertidores estáticos son las cargas no lineales mas utilizadas en la industria donde se las usa para una gran variedad de aplicaciones, tales como fuentes de poder para procesos electroquímicos, variadores de velocidad y fuentes ininterrumpibles de poder (UPS).

Una alta distorsión de corriente provoca calentamiento excesivo en conductores y transformadores así como interferencia en equipos de comunicación mientras que la distorsión del voltaje provoca una operación incorrecta de equipos sensibles (computadoras, microcontroladores).

Los efectos de las cargas no lineales en los sistemas eléctricos son:

- ✓ Distorsión de voltaje en el Sistema eléctrico
- ✓ Interrupción de procesos productivos
- ✓ Altos niveles de voltaje de neutro a tierra
- ✓ Sobrecalentamientos en los transformadores y elevados campos electromagnéticos
- ✓ Disminución en la capacidad de los equipos de distribución
- ✓ Penalizaciones tarifarias debido al bajo factor de potencia.

2.2 PERTURBACIONES EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

2.2.1 TRANSITORIOS

En ingeniería eléctrica el término transitorio caracteriza a aquellos eventos indeseables en el sistema que son de naturaleza momentánea.

2.2.1.1 TRANSITORIO IMPULSIVO

Un transitorio impulsivo no provoca alteraciones en las condiciones de estado estable de tensión o corriente, su polaridad es unidireccional, esto es, positiva o negativa.

Debido a la falta de frecuencia un transitorio impulsivo es atenuado rápidamente al recorrer la resistencia presente de los componentes del sistema y no se propagan muy lejos del lugar donde fueron generados. Son considerados transitorios de origen atmosféricos y son también llamados impulsos atmosféricos. Como principal efecto de este disturbio tenemos que puede causar una falla inmediata en el aislamiento de los equipos y fuentes electrónicas.

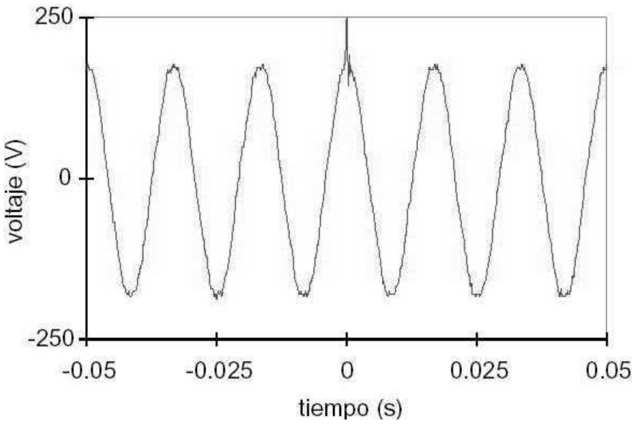


Figura 2.5.- Curva de espectro de transitorio impulsivo

2.2.1.2 TRANSITORIO OSCILATORIO

Un transitorio oscilatorio consiste de variaciones de tensión y corriente cuyos valores instantáneos cambian de polaridad rápidamente. Normalmente son resultado de modificaciones de la configuración de un sistema como por ejemplo, maniobras en líneas de transmisión, enclavamiento de bancos de capacitores.

Como el transitorio impulsivo el transitorio oscilatorio puede causar la quema o daños en los equipos electro – electrónicos.

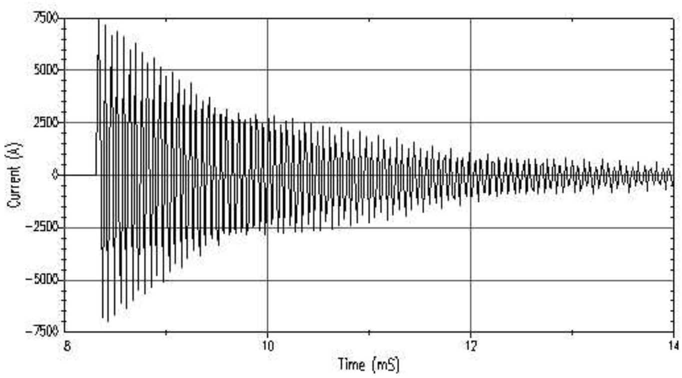


Figura 2.6.- Curva de espectro de transitorio oscilatorio

2.2.2 VARIACIONES DE CORTA DURACIÓN

Las variaciones de tensión de corta duración generalmente se originan por las fallas del un sistema eléctrico, energización de grandes bloques de carga. Dependiendo de la localización de la falla y de las condiciones de operación del sistema, la falla puede ocasionar elevación de tensión (Swell), depresión de tensión (Sag) o una interrupción.

2.2.2.1 INTERRUPCIÓN

Una interrupción se caracteriza por ser un decremento de la tensión de alimentación a un valor menor que 0,1 [p.u] por un período de tiempo de 0,5 ciclos a un minuto. Una interrupción puede ser resultado de fallas en el sistema eléctrico, fallas de los equipos o el mal funcionamiento de los sistemas de control.

La duración de la interrupción debido a fallas en el sistema está determinada por los eventos que generan la falla. De modo general, las interrupciones casi siempre causan daño o mal funcionamiento de los equipos electrónicos.

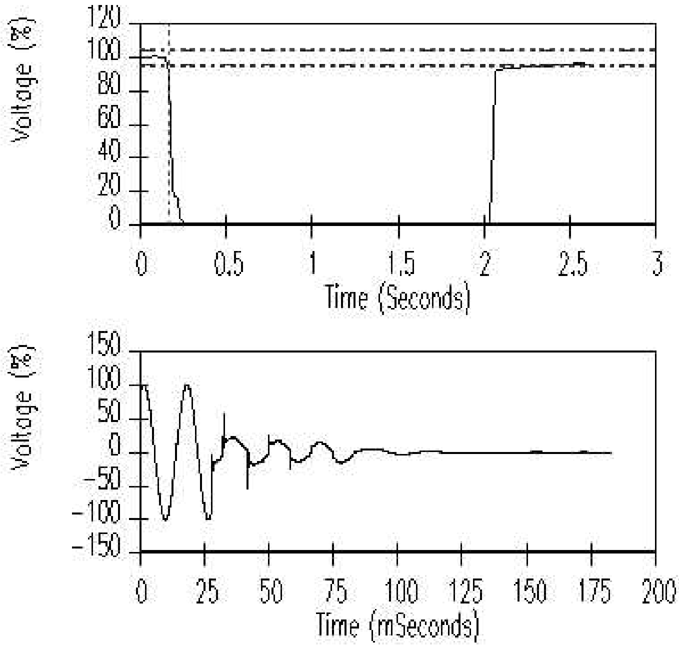


Figura 2.7.- Curva de espectro de interrupción

2.2.2.2 DEPRESIÓN DE TENSIÓN (SAG)

La depresión de tensión es una reducción momentánea del valor eficaz de la tensión al orden de 0,1 a 0,9 [p.u.], con una duración entre 0,5 ciclos a 1 minuto. Generalmente está asociada a fallas del sistema, pero también puede ser producida por la entrada de grandes bloques de carga o arranque de grandes motores. La depresión de tensión puede provocar la parada de equipos electro – electrónicos y la interrupción de los procesos productivos.

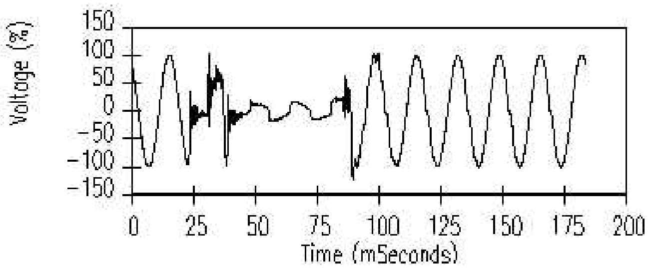


Figura 2.8.- Curva de espectro de sag

2.2.2.3 SALTO DE TENSIÓN (SWELL)

El salto de tensión es caracterizado por el incremento del valor eficaz de la tensión en el orden de 1,1 a 1,8 [p.u.] con una duración entre 0,5 a 1 minuto. El salto de tensión es generalmente asociado a condiciones de falla desequilibrada en el sistema, salida de grandes bloques de carga y entrada de bancos de capacitores.

El salto de tensión puede causar degradación y falla inmediata del aislamiento de los equipos y fuentes electrónicas, quema de varistores y de diodos zener.

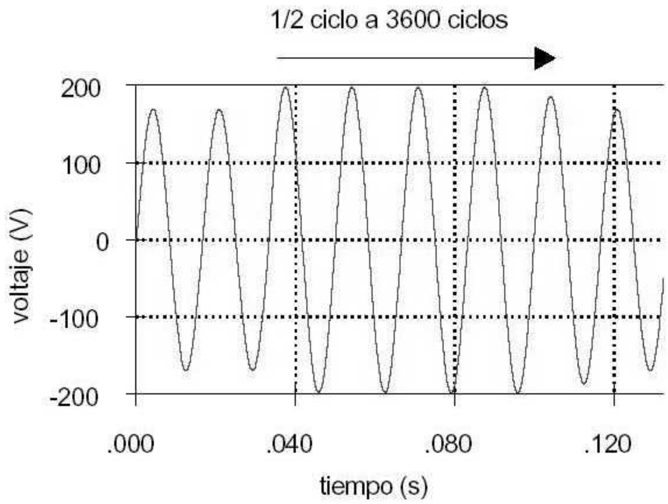


Figura 2.9.- Curva de espectro de swell

2.2.3 VARIACIONES DE LARGA DURACIÓN

Engloban variaciones del valor eficaz de la tensión durante un tiempo superior a 1 minuto, por lo tanto son consideradas como disturbios de régimen permanente.

2.2.3.1 INTERRUPCIÓN SOSTENIDA

Se considera una interrupción sostenida a la reducción de la tensión de alimentación al valor de cero por un tiempo superior a un minuto. Son de naturaleza permanente y requieren intervención manual para restablecimiento de la energía eléctrica del sistema.

2.2.3.2 SUBTENSIÓN

Las subtensiones son definidas como una reducción del valor eficaz de la tensión de 0,8 a 0,9 [p.u.] por un período superior a 1 minuto. La entrada de carga o salida de bancos de capacitores pueden provocar subtensiones, esto hace que los equipos de regulación de tensión del sistema actúen y retornen la tensión a sus límites normales, estas subtensiones también pueden ser causadas por sobrecargas en los alimentadores.

Las subtensiones causan un aumento en las pérdidas en los motores de inducción, parada de la operación de dispositivos electrónicos y mal funcionamiento de los sistemas de mando de motores.

2.2.3.3 SOBRETENSIÓN

Las sobretensiones son caracterizadas por el aumento del valor eficaz de la tensión de 1,1 a 1,2 [p.u.] durante un tiempo superior a 1 minuto. Las sobretensiones pueden tener origen en la salida de grandes bloques de carga, entrada de bancos de capacitores y también al ajuste incorrecto de los taps de los transformadores.

2.2.4 DESEQUILIBRIO DE TENSIÓN

Es definido como la razón entre la componente de secuencia negativa y la componente de secuencia positiva. La tensión de secuencia negativa en los sistemas de potencia es el resultado del desequilibrio de carga lo cual causa un flujo de corriente de secuencia negativa.

Un desequilibrio de tensión puede ser estimado como el máximo desvío de la media de las tensiones de las tres fases dividido por la media de las tensiones, expresado en forma de porcentaje. La principal fuente de desequilibrio de tensión es la conexión de cargas monofásicas en circuitos trifásicos; anomalías en bancos de capacitores.

2.2.5 DISTORSIÓN DE LA FORMA DE ONDA

La distorsión de la forma de onda es un desvío, en régimen permanente, de la forma de onda de corriente o tensión en relación a la señal sinusoidal pura.

2.2.5.1 ARMÓNICOS

Se conoce como distorsión armónica a la deformación de la onda de su característica sinusoidal pura original. Un análisis matemático (Fourier) de ondas distorsionadas por cargas no lineales muestra que ellas están compuestas de la onda seno fundamental, además de una o más ondas con una frecuencia que es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental.

Por ejemplo: una onda fundamental de 60 Hz, una onda de 180 Hz y otra de 300 Hz cuando se suman juntas resulta en un tipo de onda distorsionada específica. Estos múltiplos de la frecuencia fundamental han sido llamados "armónicos".

Las formas de onda no senoidales consisten de (y pueden ser descompuestas en) un número finito de ondas seno puras de diferentes frecuencias. En la figura se muestra la combinación de una forma de onda de voltaje senoidal y una forma de onda de 3er armónico crea una forma de onda armónicamente distorsionada. La forma de onda resultante dependerá del desplazamiento de fase del 3er armónico.

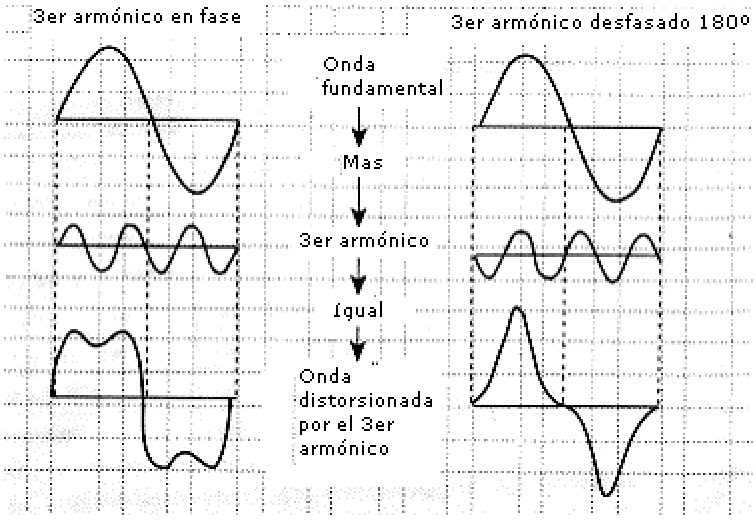


Figura 2.10.- Distorsión de una onda fundamental por armónicos

2.2.5.2 CORTE

Corte es un disturbio periódico de la tensión normal de los equipos que utilizan electrónica de potencia, cuando la corriente es conmutada de una fase a otra. Durante este período ocurre un corto circuito entre las dos fases. Si el efecto de corte ocurre continuamente (estado permanente), este puede ser caracterizado a través del espectro armónico. La principal fuente de cortes de tensión son los convertidores trifásicos.

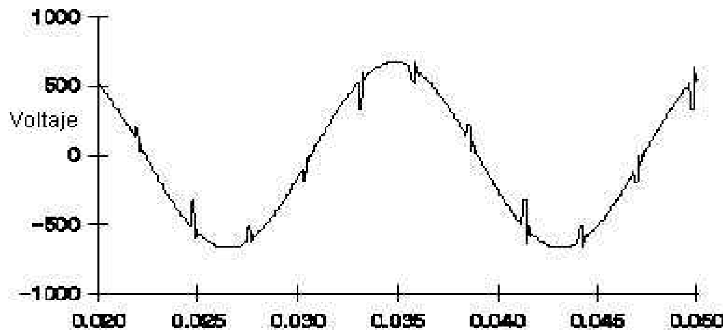


Figura 2.11.- Curva de espectro de corte

2.2.5.3 RUIDO

El fenómeno conocido como ruido es una señal indeseable, como espectro de frecuencia amplia, menor que 200 [kHz], de baja intensidad, superpuesto a la corriente o tensión en los conductores de fase, o encontrado en los conductores de neutro.

Normalmente este tipo de interferencia es resultado de operaciones defectuosas, de equipos, instalación inadecuada de componentes en el sistema por las empresas suministradoras o por los usuarios y por los aterrizamientos impropios.

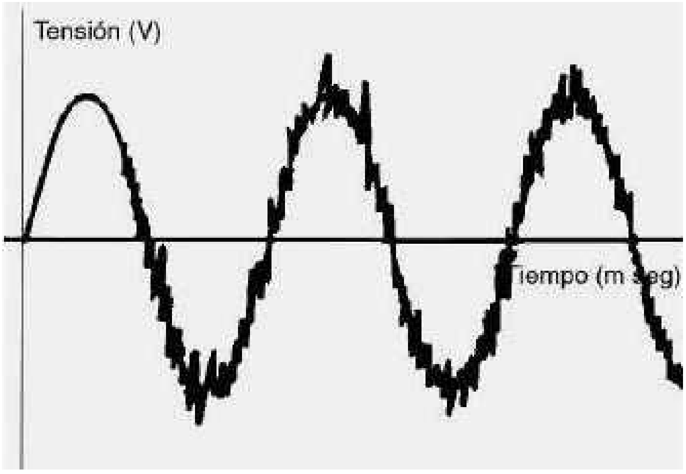


Figura 2.12.- Curva de espectro de ruido

2.2.6 FLUCTUACIÓN DE TENSIÓN

Las fluctuaciones de tensión son variaciones sistemáticas del perfil de la tensión o una serie de variaciones aleatorias de la magnitud de la tensión, las cuales normalmente exceden el límite especificado de 0,95 a 1,05 [p.u.].

El flicker o parpadeo de la luz (del inglés: flicker = parpadear, titilar) se define como “impresión subjetiva de fluctuación de la luminancia”. Es un fenómeno de origen fisiológico visual que sufren los usuarios de lámparas alimentadas por una fuente común a iluminación y a una carga perturbadora. Normalmente las variaciones de tensión que provocan el flicker poseen una amplitud inferior a 1 % y la frecuencia de ocurrencia de falla de 0 a 30 Hz.

La molestia del parpadeo se pone de manifiesto en las lámparas de baja tensión. Por el contrario, las cargas perturbadoras pueden encontrarse conectadas a cualquier nivel de tensión. En el origen de este fenómeno están las fluctuaciones bruscas de la tensión de red.

Principalmente el flicker es el resultado de fluctuaciones rápidas de pequeña amplitud de la tensión de alimentación, provocadas por la variación fluctuante de potencia que absorben diversos receptores: hornos de arco, máquinas de soldar, motores, etc. Por la alimentación o desconexión de cargas importantes: arranque de motores, maniobra de baterías de condensadores, etc.

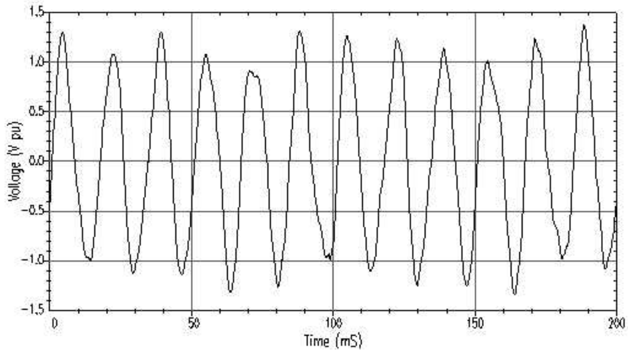


Figura 2.13.- Curva de espectro de fluctuación de tensión

Tabla I. PERTURBACIONES EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

Categoría	Duración Típica	Magnitud Típica del Voltaje
1. Transitorios		
1.1 Transitorio Impulsivo	< 0.5 ciclos	
1.2 Transitorio Oscilatorio	< 0.5 ciclos	0 – 8 p.u.
2. Corta Duración		
2.1 Interrupción	0.5 ciclos – 1 min	< 0.1 p.u.
2.2 Depresión de Tensión (Sag)	0.5 ciclos – 1 min	0.1 – 0.9 p.u.
2.3 Salto de Tensión (Swell)	0.5 ciclos – 1 min	1.1 – 1.8 p.u.
3. Larga Duración		
3.1 Interrupción Sostenida	> 1 min	0 p.u.
3.2 Subtensión	> 1 min	0.8 – 0.9 p.u.
3.3 Sobretensión	> 1 min	1.1 – 1.2 p.u
4. Desequilibrio de Tensión	Estado Estable	0.5 – 2 %
5. Distorsión de la forma de onda		
5.1 Armónicos	Estado Estable	0 – 20 %
5.2 Corte	Estado Estable	
5.3 Ruido	Estado Estable	0 – 1 %
6.Fluctuación de Tensión (Flicker)	Intermitente	0.1 – 7 %

2.2.6.1 FLUCTUACIONES DE TENSIÓN: FLICKER

Se define como Flicker o parpadeo a una variación rápida y cíclica del Voltaje, que causa una fluctuación correspondiente en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.

Umbral de irritabilidad del Flicker. Fluctuación máxima de luminancia que puede ser soportada sin molestia por una muestra específica de población.

Índice de severidad del Flicker de corta duración (Pst). Índice que evalúa la severidad del Flicker en cortos intervalos de tiempo (intervalo de observación base de 10 minutos). Se considera Pst = 1 como el umbral de irritabilidad.

Índice de severidad del Flicker de larga duración (Plt): Índice que evalúa la severidad del Flicker en largos intervalos de tiempo (intervalo de observación base de 2 horas), teniendo en cuenta los sucesivos valores del índice de severidad del Flicker de corta duración según la siguiente expresión:

$$Plt = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P^3_{sti}}{12}}$$

Nivel de Referencia: Se define como aquel nivel de perturbación garantizado en un dado punto de suministro (definido para cada tipo de perturbación), que asegura que si no es sobrepasado en un tiempo mayor al 5% del período de medición, la calidad del producto técnico es adecuada y existe compatibilidad electromagnética satisfactoria entre las instalaciones y equipos del consumidor con la red de suministro.

Estos Niveles de Referencia son garantizados, lo que significa que en cualquier punto de suministro es exigible el Nivel de Referencia con la probabilidad especificada (95 %), y se corresponden a valores establecidos por normativa internacional. Dichos valores no pueden ser sobrepasados durante más de un 5% del período de medición.

El indicador del Flicker deberá ser medido por el índice de severidad de corto plazo Pst, definido por la Norma IEC 61000-3-7.

Tolerancia para Flicker en el Voltaje.

El índice de tolerancia máxima para el Flicker está dado por:

$$Pst \leq 1.$$

Donde:

Pst: Índice de severidad de Flicker de corto plazo

CAPÍTULO III

NORMA EN-50160 Y REGULACION EN ECUADOR

En este análisis se realiza una descripción de la norma del CONELEC 004/01 acerca de la Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución, también se describirá la norma de calidad de voltaje EN50160. Se analizará un mismo parámetro técnico para cada una de las regulaciones.

3.1 NIVEL DE VOLTAJE

3.1.1 CONELEC (ECUADOR):

El CONELEC es el organismo encargado de regular todo lo que concierne al uso de energía eléctrica en ese país, tal como su generación, transmisión, distribución y como en este caso calidad de voltaje a través de la norma No. CONELEC-004/01. Para determinar su calidad este organismo establece parámetros a través de fórmulas como la que mostraremos a continuación:

Índice de Calidad

$$\Delta V_K(\%) = \frac{V_K - V_n}{V_n} * 100$$

Donde:

ΔVk: variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo k de 10 minutos.

Vk: voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

Vn: voltaje nominal en el punto de medición.

Mediciones

La calidad de voltaje se determina como las variaciones de los valores eficaces (rms) medidos cada 10 minutos, con relación al voltaje nominal en los diferentes niveles.

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro de voltaje en cada uno de los siguientes puntos de medición:

a) 20% de las barras de salida de subestaciones de distribución AV/MV, no menos de 3.

b) 0,15% de los transformadores de distribución, no menos de 5.

c) 0,01 % de los Consumidores de Bajo Voltaje del área de concesión, no menos de 10.

2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.

3. Simultáneamente con el registro del voltaje se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.

4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

LÍMITE.

El Distribuidor no cumple con el nivel de voltaje en el punto de medición respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de 7 días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra incumpliendo los límites de voltaje.

Las variaciones de voltaje admitidas con respecto al valor del voltaje nominal se señalan a continuación:

	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 %

3.1.2 EN-50160 (NORMA EUROPEA DE CALIDAD DE ENERGÍA)

La Norma Europea también establece la forma en que se debe llevar a cabo la medición de la calidad de voltaje. La manera en como lo establece se enuncia a continuación:

Magnitud de la fuente de voltaje:

1.3.4.3 Cada medición el voltaje promedio RMS por cada fase sobre un determinado intervalo de 10 min.

1.3.4.4 Periodo de observación: 1 semana con pasos fijos de 10 minutos

1.3.4.5 N: numero de intervalos de 10 minutos en los cuales el voltaje esta dentro del +/-15% del nominal

1.3.4.6 N1: numero de intervalos en los cuales el voltaje difiere mas del 10% del nominal y esta dentro del +/-15% del nominal

3.2 PERTURBACIONES.

Las perturbaciones al voltajes son varias, entre las que se tienen; parpadeo, armónicos, interarmónicos, sag, swell, etc. Pero las regulaciones en general han escogidos los dos problemas principales, estos son: armónicos y parpadeo.

3.2.1 CONELEC (ECUADOR):

A continuación se describe la parte de la regulación del producto que se refiere a las perturbaciones, dentro de los cuales tenemos: Parpadeo (flicker) y Armónicos.

2.2 Perturbaciones

2.2.1 Parpadeo (Flicker)

2.2.1.1 Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al flicker, se considerará el Índice de Severidad por Flicker de Corta Duración (Pst), en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas IEC; mismo que es determinado mediante la siguiente expresión:

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}}$$

Donde:

Pst: Índice de severidad de flicker de corta duración.

P0.1, P1, P3, P10, P50: Niveles de efecto "flicker" que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación.

2.2.1.2 Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.

2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.

3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.

4. Para cada mes, el registro en cada punto de medición se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de efecto "Flicker" para intervalos de 10 minutos y de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 60868.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de flicker, se efectuarán mediciones de monitoreo de flicker, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

2.2.1.3 Límites

El índice de severidad del Flicker Pst en el punto de medición respectivo, no debe superar la unidad. Se considera el límite Pst = 1 como el tope de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede soportar sin molestia el ojo humano en una muestra específica de población.

Se considerará que el suministro de electricidad no cumple con el límite admisible arriba señalado, en cada punto de medición, si las perturbaciones se encuentran fuera del rango de tolerancia establecido en este numeral, por un tiempo superior al 5 % del período de medición de 7 días continuos.

2.2.2 Armónicos

2.2.2.1 Índices de Calidad

$$\mathbf{V_i' = \left(\frac{V_i}{V_n}\right) * 100}$$

$$\mathbf{THD = \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i)^2}}{V_n}\right) * 100}$$

Donde:

Vi’: factor de distorsión armónica individual de voltaje.

THD: factor de distorsión total por armónicos, expresado en porcentaje

Vi: valor eficaz (rms) del voltaje armónico “i” (para i = 2... 40) expresado en voltios.

Vn: voltaje nominal del punto de medición expresado en voltios.

2.2.2.2 Mediciones

El Distribuidor deberá realizar mensualmente lo siguiente:

1. Un registro en cada uno de los puntos de medición, en un número equivalente al 0,15% de los transformadores de distribución, en los bornes de bajo voltaje, no menos de 5.
2. Para la selección de los puntos se considerarán los niveles de voltaje, el tipo de zona (urbana, rural), y la topología de la red, a fin de que las mediciones sean representativas de todo el sistema. Una vez realizada la selección de los puntos, la Empresa Distribuidora debe notificar al CONELEC, por lo menos 2 meses antes de efectuar las mediciones.
3. Simultáneamente con este registro se deberá medir la energía entregada a efectos de conocer la que resulta suministrada en malas condiciones de calidad.
4. En cada punto de medición, para cada mes, el registro se efectuará durante un período no inferior a 7 días continuos, en intervalos de medición de 10 minutos.

Las mediciones se deben realizar con un medidor de distorsiones armónicas de voltaje de acuerdo a los procedimientos especificados en la norma IEC 61000-4-7.

Con la finalidad de ubicar de una manera más eficiente los medidores de distorsiones armónicas, se efectuarán mediciones de monitoreo de armónicas, de manera simultánea con las mediciones de voltaje indicadas anteriormente; por lo que los medidores de voltaje deberán estar equipados para realizar tales mediciones de monitoreo.

2.2.2.3 Límites

Los valores eficaces (rms) de los voltajes armónicos individuales (Vi') y los THD, expresados como porcentaje del voltaje nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite (Vi´ y THD´) señalados a continuación. Para efectos de esta regulación se consideran los armónicos comprendidos entre la segunda y la cuadragésima, ambas inclusive

.

ORDEN (n) DE LA ARMONICA Y THD	TOLERANCIA |Vi´| o |THD´| (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 kV (otros puntos)	V ≤ 40 kV (trafos de distribución)
Impares no múltiplos de 3		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
> 25	0.1 + 0.6*25/n	0.2 + 1.3*25/n
Impares múltiplos de tres		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores a 12	0.2	0.5
THD	3	8

3.2.2 EN 50160 (NORMA EUROPEA DE CALIDAD DE ENERGÍA)

Para poder tener variedad se presenta la Norma que rige en la mayoría de los países de la unión europea. Esta Norma se la conoce como la EN 50160.

ARMONICOS DE VOLTAJE

Todas las mediciones de Armónicos realizadas esta definidas por al norma IEC 61000-4-7

Periodo de observación: 1 semana con pasos fijos de 10 minutos

Se define N como el numero de intervalos de 10 minutos en los cuales el voltaje esta dentro de +/- 15% del nominal

N1: Numero de intervalos en los cuales el nivel de una o mas Armónicos individuales (niveles definidos en tabla) son excedidos y el voltaje se encuentra dentro del +/- 15% del nominal

N2: número de intervalos en los que el THD de onda o mas fases excede el 8% y el voltaje se encuentra dentro del +/- 15% del nominal (el THD incluye todas las Armónicos hasta la 40th)

Voltaje Armónico cumple con la norma si N1/N es <=5% y N2/N es <= 5% durante el periodo de observación

FLICKERS

Los valore de flicker Pst (short term) y Plt (long term) son generados de acuerdo a la norma IEC 61000-4-15

Periodo de observación: 1 semana con intervalos definidos para el Pst de 10 min.

Un valor del Pst es considerado valido si el voltaje esta dentro del +/- 15% del nominal y/o no hay ningún voltaje dip de >=15%

N: numero de valores de Plt recogidos durante un periodo de observación (basado en 12 validos valores consecutivos de Pst)

N1: numero de intervalos en los cuales el Plt>1

El flicker cumple con la norma si N1/N<=5% durante el periodo de observación

3.3. FACTOR DE POTENCIA.

3.3.1 CONELEC (ECUADOR):

En la Norma ecuatoriana existe la regulación del factor de potencia. Con esta regulación se pretende mejorar la calidad del producto que se entrega.

Factor de Potencia

2.3.1 Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al factor de potencia, si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a los límites, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad.

2.3.2 Medición

Adicionalmente a las disposiciones que constan en el artículo 12 del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, el Distribuidor efectuará registros del factor de potencia en cada mes, en el 2% del número de Consumidores servidos en AV y MV. Las mediciones se harán mediante registros en períodos de 10 minutos, con régimen de funcionamiento y cargas normales, por un tiempo no menor a siete (7) días continuos.

2.3.3 Límite

El valor mínimo es de 0,92 de factor de potencia inductivo.

3.3.2 EN 50160 (NORMA EUROPEA DE CALIDAD DE ENERGÍA)

La Norma EN 50160 no establece ningún parámetro de control, medición, o de cualquier otro tipo acerca de lo que a factor de potencia se refiere.

Adicionalmente para el llenado de formularios CONELEC acerca de Calidad del Producto se considera que en cada una de las mediciones se requiere la adquisición de datos cada 10 minutos durante 7 días. Se presentan los siguientes parámetros para llenar los formularios de Calidad del Producto de acuerdo al caso correspondiente en las mediciones:

SUBESTACIONES:

Se deberá llenar los siguientes parámetros en su formulario:

- Código de barra: es el código que emite el CONELEC a cada Subestación de Distribución.
- Subestación: es el nombre de pila de la Subestación
- Ciudad: lugar donde se encuentra la Subestación
- Provincia: lugar donde se encuentra la Subestación
- Voltaje Nominal (f-n KV)
- Fecha de Inicio (día-mes-hora)
- Fecha de Inicio (hora-minuto-segundo)
- Fecha de Final (día-mes-hora)
- Fecha de Final (hora-minuto-segundo)
- No. de Registros: para un estudio de calidad se requieren como mínimo 1008 mediciones (adquisición de datos cada 10 minutos durante 7 días), según la regulación del CONELEC
- Desviaciones de Voltaje: si hubiera escritas en porcentaje fuera de los límites permitidos por el CONELEC
- Mediciones Fuera de Límite (Voltaje% Fase: A, B, C): si hubiera escritas en porcentaje fuera de los limites permitidos por el CONELEC por fase.
- Energía Total Suministrada (Kwh.): la energía total durante el tiempo de medición.
- Energía Suministrada en malas condiciones de Calidad (KWh): la energía que total por cada una de las mediciones fuera de límite.

- Observaciones: aspectos generales presentados durante el tiempo de medición.

Cada uno de los parámetros mencionados debe ser llenados para cumplir con el Estudio de Calidad de energía para Subestaciones de Distribución.

TRANSFORMADORES:

Se deberá llenar los siguientes parámetros en su formulario:

- Transformador: es el código que emite el CONELEC a cada transformador de distribución.
- Ubicación Georeferenciada: es la colocación Georeferenciada en que se encuentra el transformador de distribución.
- Provincia: lugar donde se encuentra el transformador.
- Ciudad: lugar donde se encuentra el transformador.
- Subestación: subestación a la que pertenece el transformador.
- Alimentador: alimentador al que pertenece el transformador.
- Voltaje Nominal (f-f, f-n)
- Fecha de Inicio (día-mes-hora)
- Fecha de Inicio (hora-minuto-segundo)
- Fecha de Final (día-mes-hora)
- Fecha de Final (hora-minuto-segundo)

- No. de Registros: para un estudio de calidad se requieren como mínimo 1008 mediciones (adquisición de datos cada 10 minutos durante 7 días), según la regulación del CONELEC.
- Desviaciones de Voltaje: si hubiera escritas en porcentaje fuera de los limites permitidos por el CONELEC.
- Desviaciones fuera de limite (Voltaje, Flickers y Armónicos de Voltaje; fase A, B, C): si hubiera escritas en porcentaje fuera de los límites permitidos por el CONELEC por fase.
- Energía Total Suministrada (KWh): la energía total durante el tiempo de medición.
- Energía Suministrada en malas condiciones de Calidad (KWh): la energía que total por cada una de las mediciones fuera de límite.
- Distorsión Armónica Individual: si hubiera escritas en porcentaje fuera de los límites permitidos por el CONELEC
- Observaciones: aspectos generales presentados durante el tiempo de medición.

Cada uno de los parámetros mencionados deben ser llenados para cumplir con el Estudio de Calidad de energía para Transformadores de Distribución.

USUARIOS BAJO VOLTAJE

Se deberá llenar los siguientes parámetros en su formulario:

- No. Suministro: es el código que emite la empresa Distribuidora a cada usuario final.
- Ubicación Georeferenciada: es la colocación Georeferenciada en que se encuentra el usuario final.
- Provincia: lugar donde se encuentra el usuario final.
- Ciudad: lugar donde se encuentra el usuario final.
- Subestación: subestación por medio de la cual se brinda el servicio al usuario final.
- Alimentador: alimentador por medio de la cual se brinda el servicio al usuario final.
- Transformador: transformador por medio de la cual se brinda el servicio al usuario final.
- Voltaje Nominal (f-f, f-n)
- Fecha de Inicio (día-mes-hora)
- Fecha de Inicio (hora-minuto-segundo)
- Fecha de Final (día-mes-hora)
- Fecha de Final (hora-minuto-segundo)
- No. de Registros: para un estudio de calidad se requieren como mínimo 1008 mediciones (adquisición de datos cada 10 minutos durante 7 días), según la regulación del CONELEC.
- Desviaciones de Voltaje: si hubiera escritas en porcentaje fuera de los límites permitidos por el CONELEC

- Mediciones fuera de límite de Voltaje (fases: A, B, C): si hubiera escritas en porcentaje fuera de los limites permitidos por el CONELEC por fase
- Energía Total Suministrada (KWh): la energía total durante el tiempo de medición.
- Energía Suministrada en malas condiciones de Calidad (KWh): la energía que total por cada una de las mediciones fuera de límite.
- Observaciones: aspectos generales presentados durante el tiempo de medición.

Cada uno de los parámetros mencionados debe ser llenado para cumplir con el Estudio de Calidad de energía para usuarios finales de bajo voltaje.

USUARIOS MEDIO VOLTAJE

Se deberá llenar los siguientes parámetros en su formulario:

- No. Suministro: es el código que emite la empresa Distribuidora a cada usuario final.
- Ubicación Georeferenciada: es la colocación Georeferenciada en que se encuentra el usuario final.
- Provincia: lugar donde se encuentra el usuario final.
- Ciudad: lugar donde se encuentra el usuario final.
- Subestación: subestación por medio de la cual se brinda el servicio al usuario final.

- Alimentador: alimentador por medio de la cual se brinda el servicio al usuario final.
- Transformador: transformador por medio de la cual se brinda el servicio al usuario final.
- Voltaje Nominal (f-f, f-n)
- Fecha de Inicio (día-mes-hora)
- Fecha de Inicio (hora-minuto-segundo)
- Fecha de Final (día-mes-hora)
- Fecha de Final (hora-minuto-segundo)
- No. de Registros: para un estudio de calidad se requieren como mínimo 1008 mediciones (adquisición de datos cada 10 minutos durante 7 días), según la regulación del CONELEC.
- Registro de factor de potencia fuera de límites: si hubiera escritas en porcentaje fuera de los límites permitidos por el CONELEC
- Energía Total Suministrada (KWh): la energía total durante el tiempo de medición.
- Observaciones: aspectos generales presentados durante el tiempo de medición.

Cada uno de los parámetros mencionados debe ser llenado para cumplir con el Estudio de Calidad de Energía para usuarios finales de medio voltaje.

CAPITULO IV

DESARROLLO Y ANÁLISIS DE MEDICIONES

4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presenta el desarrollo de las mediciones de este trabajo en lo relacionado con la Regulación No. CONELEC 004/01, en lo referente a la Calidad del Producto de la Empresa Eléctrica Milagro, dentro de la Zona Urbana de Milagro.

De manera general las Empresas Eléctricas del país tienen en su mayoría déficit en el cumplimiento de las mediciones de Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución, lo cual permite priorizar dicho estudio a fin de cumplir con los requerimientos establecidos por el CONELEC, como es el caso de la Empresa Eléctrica Milagro.

4.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MEDICIÓN Y USO DEL EQUIPO DE MEDICIÓN

A continuación se presentara la localización de cada una de las mediciones, el uso, manejo y colocación de los parámetros emitidos por el CONELEC para un estudio de Calidad de Energía acerca de Calidad del Producto dentro del equipo de Medición.

4.2.1 PUNTOS DE MEDICIÓN

Para el estudio de Calidad de Energía en la Empresa Eléctrica Milagro dentro de la Zona Urbana de Milagro acerca de la Calidad del Producto se analizó: nivel de voltaje, perturbaciones de voltaje (flickers, armónicos de voltaje) y factor de potencia, además se adiciona el análisis de armónicos de corriente para cada una de las mediciones realizadas.

En la Zona Urbana de Milagro se presentan las siguientes características:

3	Subestaciones
3183	Transformadores de Distribución
52125	Usuarios Baja Tensión
240	Usuarios de Media y Alta Tensión

Cabe indicar que el número total de mediciones para cumplir con la Regulación establecida por el ente Regulador en lo referente a Calidad del Producto deben ser las siguientes mediciones por mes:

3 Subestaciones

5 Transformadores de Distribución

10 Usuarios Baja Tensión

2 Usuarios de Media y Alta Tensión

De esta manera las mediciones realizadas dentro de la Zona Urbana de Milagro son:

3 Subestaciones

6 Transformadores de Distribución

10 Usuarios Baja Tensión

2 Usuarios de Media y Alta Tensión

El siguiente estudio **cumple** con los requerimientos para un estudio de Calidad de Energía del Servicio Eléctrico de Distribución acerca de la Calidad del Producto dentro de la Zona Urbana de Milagro, conociendo que se realizaron todas las mediciones estipuladas.

Para la localización de los puntos de medición se establecieron puntos que cubran cada uno de los puntos cardinales de la Zona Urbana de Milagro, de esta manera se logra adquirir una muestra adecuada, que permita recabar información de cada uno de los puntos de la Zona Urbana de Milagro.

La Empresa Eléctrica Milagro ha incumplido de manera casi en su totalidad con la Regulación en la mediciones dentro de la Zona Urbana de Milagro debido a que no cuenta con la infraestructura y los equipos necesarios para llevar a cabo con los requerimientos de ente regulador, por lo que se ha visto que en reiteradas ocasiones obtenga llamados de atención por dicho incumplimiento.

Para el cumplimiento con la Regulación de Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución, la Empresa Eléctrica Milagro, deberá implementar los recursos necesarios para que evitar sanciones del tipo económico por falta de cumplimiento de esta regulación, es por esta razón que dicho estudio a presentar denotará si la Empresa Eléctrica Milagro cumple en los referente a la Calidad del Producto dentro su Área de Concesión específicamente en la Zona Urbana de Milagro.

El motivo de realizar el estudio dentro de la Zona Urbana de Milagro es debido a que dentro de dicha zona existe un gran movimiento de tipo económico, incluyendo que cuenta con un Autoproductor (ECOELECTRIC, conocido por su generación en el tiempo de la molienda de la caña de azúcar), entidades del sector público y del sector privado.

A continuación se presenta cada una de los puntos de medición con sus respectivas codificaciones:

Las Subestaciones que se encuentran dentro de la Zona Urbana de Milagro con sus respectivas codificaciones internas estipuladas por el Conelec son las siguientes:

Subestación Sur_Yorkshare	62
Subestación Norte	07
Subestación Montero_Osaka	82

Las transformadores de distribución que se encuentran dentro de la Zona Urbana de Milagro no cuentan con codificación, para ello en el llenado de los formularios del CONELEC únicamente se coloca la capacidad del transformador en el que se realiza la medición.

Los usuarios de bajo voltaje que se encuentran dentro de la Zona Urbana de Milagro cuentan con codificación interna de la empresa en su programa de recaudación ZEUS y a la vez se la presenta en los formularios del CONELEC y son los siguientes:

Usuario 1	203240
Usuario 2	191478
Usuario 3	975867
Usuario 4	537472
Usuario 5	198416
Usuario 6	69658
Usuario 7	648993
Usuario 8	69658
Usuario 9	975867
Usuario 10	191478

Los usuarios de medio voltaje que se encuentran dentro de la Zona Urbana de Milagro cuentan con codificación interna de la empresa en su programa de recaudación ZEUS de la empresa y a la vez se la presenta en los formularios del CONELEC y son los siguientes:

Usuario 1	38281
Usuario 2	290932

4.2.2 EQUIPO DE MEDICIÓN

El equipo que se utilizó para cada una de las mediciones presentes en este Estudio de Calidad de Energía acerca de la Calidad del Producto es el analizador de energía Topas 1000 es un analizador de Energía que puede ser utilizado para determinar calidad de energía en conformidad con los estándares aplicables del CONELEC.

La construcción mecánica extremadamente rugosa es altamente estimada especialmente bajo condiciones ásperas o mojadas. El Topas 1000 mide y registra variables relacionadas de manera simultánea en bajo voltaje (hasta 1000 Voltios).

Posee 8 canales de entrada, 4 de corriente y 4 de voltaje aunque se pueden utilizar todas para medición de voltajes. Cada una de estos canales posee una velocidad de hasta 10 Mhz. El análisis de datos se los hace a través de un programa que puede ser manejado desde una portátil la conexión a la PC puede ser:

- Vía Ethernet
- Puerto serial
- MODEM

El programa tiene una capacidad de memoria de 2 GB, lo que le posibilita registros de larga duración. En caso de que exista una falla en la alimentación, un acumulador incorporado de níquel-metal-hidruro proporciona energía hasta de 5 minutos.

Las partes constitutivas del equipo se muestran con un grafico entre las cuales podemos apreciar:

- Un botón de encendido/apagado
- La conexión para la transmisión de datos
- 8 canales
- Indicadores LED (Fuente y la de los canales)

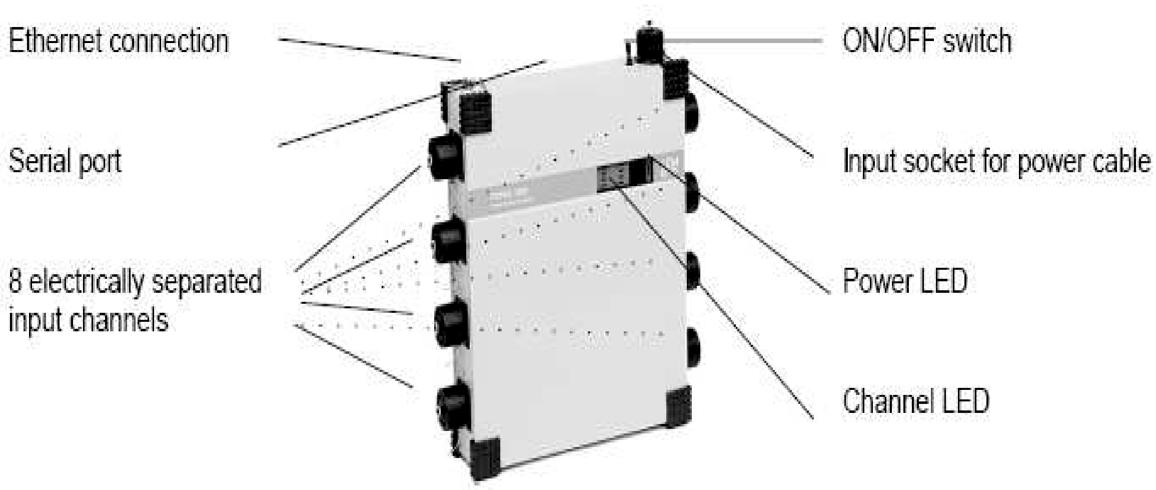


Figura 4.1.- Partes constitutivas del Analizador de Energía Topas 1000

Para colocar el equipo Topas 1000 en cada uno de los puntos de medición y registrar sus mediciones cada 10 minutos durante 7 días primero conectamos el cable de poder hacia la respectiva entrada (socket) localizada en lo alto del analizador de energía, luego se conecta el cable de poder hacia la fuente.

Luego conectamos las puntas de prueba hacia los respectivos canales que se encuentran a los lados del equipo, (un máximo de 8 sensores pueden ser conectados).

Un puerto de Ethernet así como un puerto serial está disponible para la comunicación con un ordenador personal. El puerto de Ethernet utilizamos generalmente para la comunicación con el TOPAS 1000. Después de conectar el cable correcto, la comunicación entre el ordenador personal y el TOPAS puede ser establecida.

El equipo Topas 1000 puede hacer mediciones efectivas en redes de baja tensión de una manera sencilla con la adquisición de datos cada 10 minutos de los siguientes parámetros:

- Voltaje y Corrientes de Fase y Línea a Neutro.
- Armónicos

- Flickers
- Factor de Potencia
- Desbalance y Frecuencia
- Variaciones de Voltaje
- Potencia Activa Reactiva y Aparente
- Energía
- Analiza disturbios y sus causas.
- Determina reserva de capacidad en los transformadores o sus salidas.
- Adquiere y analiza eventos transitorios.
- Monitorea calidad de voltaje de acuerdo con la norma EN 50160
- Detecta principales interferencias de retroalimentación y extensos picos de Energía.
- Realiza comprobaciones de función de sistemas de análisis de señales eléctricas de control
- Obtiene valores de límites diarios y crea informes fácilmente.

Con cada uno de los parámetros mencionados permite utilizar al Analizador de Redes Topas 1000 como el equipo que cumple con los requerimientos básicos emitidos por el CONELEC para un estudio de Calidad de Energía acerca de Calidad del Producto Cabe indicar que en cada una de las siguientes mediciones realizadas la colocación del equipo la realizamos con medición en baja tensión en las subestaciones, transformadores, usuarios de bajo y usuarios de medio voltaje, con las siguientes conexiones típicas utilizadas:

A continuación se muestra un diagrama de conexión Monofásica se utilizan dos entradas una de corriente y una de voltaje:

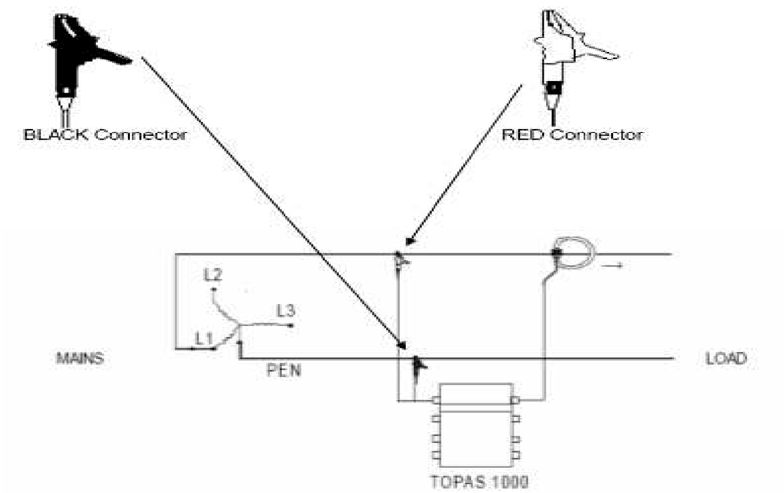


Figura 4.2.- Conexión Monofásica del Analizador de Energía Topas 1000

A continuación se muestra un diagrama de conexión Trifásica se utilizan tres entradas de corriente y tres de voltaje:

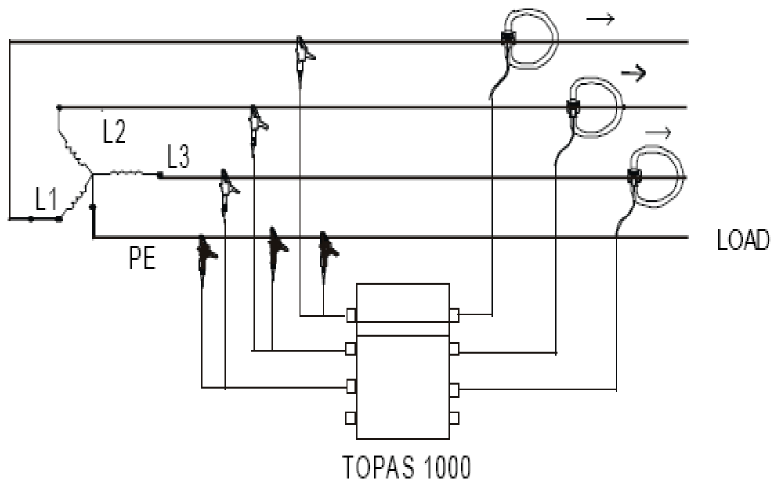


Figura 4.3.- Conexión Trifásica del Analizador de Energía Topas 1000

4.3 ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES

En el siguiente estudio de Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución se cumple con las mediciones necesarias para un estudio de Calidad del Producto dentro de la Zona Urbana de Milagro, no obstante el análisis presentado enfoca algunos parámetros adicionales dada la facilidad de obtención de datos registrados en el equipo de medición que cumple con los parámetros de Calidad del Producto reguladas por el CONELEC.

Para cada una de las mediciones realizadas se contó con el equipo Topas 1000, un Analizador de Redes que mide cada uno de los parámetros estipulados por el CONELEC para un estudio de Calidad de Energía.

Se procede de la siguiente manera cumpliendo prioritariamente con las mediciones de nivel de voltaje, perturbaciones de voltaje (Flickers y armónicos de voltaje) y factor de potencia en cada una de las mediciones según la regulación del CONELEC relacionada a Calidad del Producto.

Adicionalmente se hará énfasis a los armónicos de corriente, que en la actualidad por el incremento de la electrónica de potencia y cargas no lineales requieren corrientes deformadas para su normal funcionamiento; y como resultado en su gran mayoría sin un control adecuado en el sistema eléctrico de Distribución realiza una distorsión de la forma de onda de voltaje y de corriente.

Se toma en consideración los valores dados en la regulación como valores de seteos en el momento de colocación del equipo de medición, los cuales servirán de valores referenciales incluso para mediciones en las que no se requiere todos los parámetros solicitados por el

CONELEC y que en este estudio se ha hecho énfasis, cuyos valores límites se presentan a continuación:

NIVEL DE VOLTAJE

Límites:

Subetapa 2 de Regulación	
Alto Voltaje	5,00%
Medio Voltaje	8,00%
Bajo Voltaje	8,00%

PERTURBACIONES DE VOLTAJE

Límites:

*Flickers: Menor a Pst = 1

*Armónicos de Voltaje:

	Voltaje > 40 kV	**Voltaje ≤ 40 kV**
THD	3	8

FACTOR DE POTENCIA

Límites: Mínimo 0.92

Cabe indicar que a partir de la publicación y hasta la fecha la Regulación del CONELEC, actualmente se encuentra en la Etapa 2 para el control de cada una de las empresas de Distribución acerca de la Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución.

Para el análisis a armónicos de corriente que permita realizar un control en cada una de las presentes mediciones en este estudio se tomó en consideración la siguiente norma internacional:

IEEE – Standard -519-1992: **“**Específica valores máximos del THD de corriente, este valor debe ser como máximo de 20% de la fundamental, para considerar afectado el sistema el número de datos que sobrepasan el valor máximo (20 %) deben superar el 5 % de las mediciones tomadas.**”**

A continuación se presentan cada una de las mediciones con sus respectivos análisis:

4.3.1 SUBESTACIONES

En lo referente a Subestaciones según la regulación del CONELEC solo se establece la medición de tensión en la barra de la Subestación, para ello se realizaron mediciones de tensión en las Subestaciones Sur, Norte y Montero, previo visita anticipada para el acceso, facilidad de la obtención de las señales y colocación del equipo

4.3.1.1 SUBESTACION SUR

Se procedió a realizar las mediciones y análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en la Subestación Sur, se muestran las siguientes tablas:

Tabla II. Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L	Fase L-L	Fase L-L
Promedio	13493.91	13647.12	13626.98
Mínimo	13213.00	13375.00	13368.00
Máximo	13764.00	13913.00	13897.00
Promedio P.U.	0.98	0.99	0.99
Mínimo P.U.	0.96	0.97	0.97
Máximo P.U.	1.00	1.01	1.01
(+)8% ΔV	0	0	0
(-)8% ΔV	0	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI	SI

Tabla III Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	FASE1 L-N	FASE2 L-N	FASE3 L-N
Promedio	7825.91	7826.03	7886.90
Mínimo	7672.80	7659.20	7737.90
Máximo	7983.10	7980.80	8039.20
Promedio P.U.	0.98	0.98	0.99
Mínimo P.U.	0.96	0.96	0.97
Máximo P.U.	1.00	1.00	1.01
(+)8% ΔV	0	0	0
(-)8% ΔV	0	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI	SI

Tabla IV Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3	Fp TOTAL
Máximo	0.96073	0.96724	0.96821	0.96386
Mínimo	0.92004	0.93113	0.92146	0.92618
Promedio	0.94	0.95	0.95	0.94
Fp <0.92	0	0	0	0

Tabla V Flickers

Mediciones	Fase1	Fase2	Fase3
Mediciones mayor Pst=1	3	1	1

Tabla VI THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12	THD Fase23	THD Fase31
THD>3	3	14	45

Tabla VII THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2	THD Fase3
THD>20	0	0	0

En la Tabla II y III se muestra que la Subestación Sur cumple con la Regulación del CONELEC acerca de la Calidad del Producto en Subestaciones con el nivel de voltaje, estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla IV: mayor a 0.92.

Flickers Tabla X: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla VI: menor a Thd=3.

Cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla VII de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental.

4.3.1.2 SUBESTACION NORTE

Se procedió a realizar las mediciones y análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en la Subestación Norte, se muestran las siguientes tablas:

Tabla VIII Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L	Fase L-L	Fase L-L
Promedio	13689.42	13752.71	13798.63
Mínimo	13192.00	13266.00	13323.00
Máximo	13908.00	13976.00	13999.00
Promedio P.U.	0.99	1.00	1.00
Mínimo P.U.	0.96	0.96	0.97
Máximo P.U.	1.01	1.01	1.01
(+)8% ΔV	0	0	0
(-)8% ΔV	0	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI	SI

Tabla IX Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	FASE1 L-N	FASE2 L-N	FASE3 L-N
Promedio	7930.31	7905.07	7975.73
Mínimo	7646.50	7616.30	7705.00
Máximo	8050.90	8035.90	8093.80
Promedio P.U.	1.00	0.99	1.00
Mínimo P.U.	0.96	0.96	0.97
Máximo P.U.	1.01	1.01	1.02
(+)8% ΔV	0	0	0
(-)8% ΔV	0	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI	SI

Tabla X Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3	Fp TOTAL
Máximo	1	0.9951	1	0.99738
Mínimo	0.9442	0.92706	0.91169	0.93916
Promedio	0.99	0.97	0.96	0.97
Fp <0.92	0	0	38	0

Tabla XI Flickers

Mediciones	Fase1	Fase2	Fase3
Mediciones mayor Pst=1	1	1	1

Tabla XII THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12	THD Fase23	THD Fase31
THD>3	0	0	0

Tabla XIII THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2	THD Fase3
THD>20	0	0	0

En la Tabla VIII y IX se muestra que la Subestación Norte cumple con la Regulación del CONELEC acerca de la Calidad del Producto en Subestaciones con el nivel de voltaje, estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla X: mayor a 0.92.

Flickers Tabla XI: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla XII: menor a Thd=3.

Cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla XIII de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental.

4.3.1.3 SUBESTACION MONTERO

Se procedió a realizar las mediciones y análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en la Subestación Montero, se muestran las siguientes tablas:

Tabla XIV Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L	Fase L-L	Fase L-L
Promedio	13624.60	13537.29	13424.82
Mínimo	13255.00	13161.00	12979.00
Máximo	13890.00	13805.00	13725.00
Promedio P.U.	0.99	0.98	0.97
Mínimo P.U.	0.96	0.95	0.94
Máximo P.U.	1.01	1.00	0.99
(+)8% ΔV	0	0	0
(-)8% ΔV	0	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI	SI

Tabla XV Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	FASE1 L-N	FASE2 L-N	FASE3 L-N
Promedio	7771.97	7889.52	7772.16
Mínimo	7529.70	7684.80	7531.20
Máximo	7953.80	8035.80	7927.10
Promedio P.U.	0.98	0.99	0.98
Mínimo P.U.	0.95	0.96	0.95
Máximo P.U.	1.00	1.01	0.99
(+)8% ΔV	0	0	0
(-)8% ΔV	0	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI	SI

Tabla XVI Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3	Fp TOTAL
Máximo	0.96666	0.98423	0.97511	0.97297
Mínimo	0.9137	0.92378	0.9087	0.90864

Tabla XVII Flickers

Mediciones	Fase1	Fase2	Fase3
Mediciones mayor Pst=1	0	0	0

Tabla XVIII THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12	THD Fase23	THD Fase31
THD>3	0	0	0

Tabla XIX THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2	THD Fase3
THD>20	0	0	0

En la Tabla XIV y XV se muestra que la Subestación Montero cumple con la Regulación del CONELEC acerca de la Calidad del Producto en Subestaciones con el nivel de voltaje, estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla XVI: mayor a 0.92.

Flickers Tabla XVII: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla XVIII: menor a Thd=3.

Cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla XIX de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental.

4.3.2 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

En lo referente a transformadores de distribución según la regulación del CONELEC solo se establece la medición de tensión en los bornes del transformador y perturbaciones de voltaje (armónicos de voltaje y flickers); para ello se realiza las mediciones de tensión en transformadores de distribución de la zona Urbana de Milagro

TRANSFORMADOR 1

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en transformadores de distribución:

Tabla XX Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	241.81
Mínimo	236.23
Máximo	247.09
Promedio P.U.	1.01
Mínimo P.U.	0.98
Máximo P.U.	1.03
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla XXI Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	120.82	121.01
Mínimo	117.99	118.25
Máximo	123.52	123.62
Promedio P.U.	1.01	1.01
Mínimo P.U.	0.98	0.99
Máximo P.U.	1.03	1.03
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla XXII Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3
Máximo	0.98581	0.96977	0.9771
Mínimo	0.84326	0.84343	0.85383
Promedio	0.94	0.92	0.93
Fp <0.92	137	517	347

Tabla XXIII Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	2
% Mediciones	0.20
Cumple Regulación	SI

Tabla XXIV THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0
%Fuera Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla XXV THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2
THD>20	9	0

A continuación se analiza las mediciones del Transformador 1:

En Tabla XX y XXI cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

En Tabla XXIII cumple con el nivel de flickers acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una medición menor al Pst = 1

En Tabla XXIV cumple con el Thd de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al THD 8 en relación a la onda de voltaje fundamental estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla XXII: menor a 0.92; este bajo factor de potencia incide en lo relacionado al incremento de pérdidas técnicas; considerando que en promedio de las mediciones obtenidas tenemos un factor de potencia de 0.92

Cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla XXV de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental.

TRANSFORMADOR 2

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en transformadores de distribución:

Tabla XXVI Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	241.33
Mínimo	234.37
Máximo	246.10
Promedio P.U.	1.01
Mínimo P.U.	0.98
Máximo P.U.	1.03
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla XXVII Voltaje Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	120.72	120.53
Mínimo	117.30	117.07
Máximo	123.09	123.01
Promedio P.U.	1.01	1.00
Mínimo P.U.	0.98	0.98
Máximo P.U.	1.03	1.03
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla XXVIII Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3
Máximo	0.9488	0.94722	0.94455
Mínimo	0.74928	0.72126	0.7445
Promedio	0.86	0.85	0.86
Fp <0.92	851	891	874

Tabla XXIX Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	6
% Mediciones	0.60
Cumple Regulación	SI

Tabla XXX THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0
%Fuera Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla XXXI THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2
THD>20	0	0

A continuación se analiza las mediciones del Transformador 2:

En Tabla XXVI y XXVII cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

En Tabla XXIX cumple con el nivel de flickers acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una medición menor al Pst = 1

En Tabla XXX cumple con el Thd de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al THD 8 en relación a la onda de voltaje fundamental estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla XXVIII: menor a 0.92.

Cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla XXXI de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental.

TRANSFORMADOR 3

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo

referente a Calidad del Producto en transformadores de distribución:

Tabla XXXII Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	243.17
Mínimo	231.31
Máximo	250.29
Promedio P.U.	1.01
Mínimo P.U.	0.96
Máximo P.U.	1.04
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla XXXIII Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	121.87	121.31
Mínimo	116.42	114.89
Máximo	125.36	124.92
Promedio P.U.	1.02	1.01
Mínimo P.U.	0.97	0.96
Máximo P.U.	1.04	1.04
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla XXXIV Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3
Máximo	0.90682	0.95573	0.92707
Mínimo	0.69168	0.74378	0.73439
Promedio	0.80	0.84	0.82
Fp <0.92	1009	972	1007

Tabla XXXV Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	2
% Mediciones	0.20
Cumple Regulación	SI

Tabla XXXVI THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0
%Fuera Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla XXXVII Voltaje de THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2
THD>20	0	0

A continuación se analiza las mediciones del Transformador 3:

En Tabla XXXII y XXXIII cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

En Tabla XXXV cumple con el nivel de flickers acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una medición menor al Pst = 1

En Tabla XXXVI cumple con el Thd de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al THD 8 en relación a la onda de voltaje fundamental estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla XXXIV: menor a 0.92.

Cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla XXXVII de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental.

TRANSFORMADOR 4

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en transformadores de distribución:

Tabla XXXVIII Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	235.59
Mínimo	225.70
Máximo	243.12
Promedio P.U.	0.98
Mínimo P.U.	0.94
Máximo P.U.	1.01
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla IXL Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	117.23	118.36
Mínimo	112.16	113.29
Máximo	120.97	122.14
Promedio P.U.	0.98	0.99
Mínimo P.U.	0.93	0.94
Máximo P.U.	1.01	1.02
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla XL Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3
Máximo	0.99999	0.97883	0.96833
Mínimo	0.34798	0.52483	0.51985
Promedio	0.90	0.87	0.88
Fp <0.92	530	808	718

Tabla XLI Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	1
% Mediciones	0.10
Cumple Regulación	SI

Tabla XLII THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0
%Fuera Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla XLIII THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2
THD>20	10	0

A continuación se analiza las mediciones del Transformador 4:

En Tabla XXXVIII y IXL cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

En Tabla XLI cumple con el nivel de flickers acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una medición menor al Pst = 1

En Tabla XLII cumple con el Thd de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al THD 8 en relación a la onda de voltaje fundamental estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla XL: menor a 0.92.

Cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla XLIII de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental.

TRANSFORMADOR 5

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en transformadores de distribución:

Tabla XLIV Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	239.33
Mínimo	229.80
Máximo	251.77
Promedio P.U.	1.00
Mínimo P.U.	0.96
Máximo P.U.	1.05
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla XLV Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	119.68	119.65
Mínimo	114.90	114.90
Máximo	125.91	125.89
Promedio P.U.	1.00	1.00
Mínimo P.U.	0.96	0.96
Máximo P.U.	1.05	1.05
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla XLVI Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3
Máximo	0.96307	0.96938	0.96058
Mínimo	0.76609	0.75958	0.79416
Promedio	0.88	0.89	0.89
Fp <0.92	839	751	789

Tabla XLVII Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	6
% Mediciones	0.60
Cumple Regulación	SI

Tabla XLVIII THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0
%Fuera Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla IL THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2
THD>20	0	49

A continuación se analiza las mediciones del Transformador 5:

En Tabla XLIV y XLV cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

En Tabla XLVII cumple con el nivel de flickers acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una medición menor al Pst = 1

En Tabla XLVIII cumple con el Thd de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al THD 8 en relación a la onda de voltaje fundamental estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla XLVI: menor a 0.92.

Cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla IL de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental.

TRANSFORMADOR 6

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en transformadores de distribución:

Tabla L Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	256.54
Mínimo	247.28
Máximo	262.63
Promedio P.U.	1.07
Mínimo P.U.	1.03
Máximo P.U.	1.09
(+)8% ΔV	325
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	32.21
Cumple Regulación	NO

Tabla LI Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	128.28	128.25
Mínimo	123.57	123.66
Máximo	131.50	131.49
Promedio P.U.	1.07	1.07
Mínimo P.U.	1.03	1.03
Máximo P.U.	1.10	1.10
(+)8% ΔV	325	329
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	32.21	32.61
Cumple Regulación	NO	NO

Tabla LII Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3
Máximo	0.94742	0.9758	0.94989
Mínimo	0.67723	0.75375	0.73224
Promedio	0.85	0.90	0.87
Fp <0.92	978	732	963

Tabla LIII Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	6
% Mediciones	0.60
Cumple Regulación	SI

Tabla LIV THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0
%Fuera Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla LV THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2
THD>20	0	0

A continuación se analiza las mediciones del Transformador 6:

En Tabla L y LI no cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación mayor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje. Y esto se presenta debido a que en este transformador se encuentra junto a las instalaciones de Pacifictel Milagro, y a su vez este usuario presenta en sus repetidoras un banco de condensadores que hacen de filtro de sus frecuencias.

En Tabla LIII cumple con el nivel de flickers acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una medición menor al Pst = 1

En Tabla LIV cumple con el Thd de voltaje acerca de la Calidad del Producto en transformadores de distribución, estableciendo una variación menor al THD 8 en relación a la onda de voltaje fundamental estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla LII: menor a 0.92.

Cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla LV de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental.

4.3.3 CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE

En lo referente a consumidores de bajo voltaje según la regulación del CONELEC establece medición de tensión en su acometida y en consumidores servidos en medio y alto voltaje establece medición de factor de potencia.

CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE 1

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en el consumidor de bajo voltaje:

Tabla LVI Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	244.42
Mínimo	236.44
Máximo	249.47
Promedio P.U.	1.02
Mínimo P.U.	0.99
Máximo P.U.	1.04
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla LVII Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	125.89	118.55
Mínimo	121.63	111.37
Máximo	129.50	123.67
Promedio P.U.	1.05	0.99
Mínimo P.U.	1.01	0.93
Máximo P.U.	1.08	1.03
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla LVIII Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1
Máximo	1
Mínimo	0.6811
Promedio	0.92
Fp <0.92	370

Tabla LIX Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	1

Tabla LX THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0

Tabla LXI THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1
THD>20	830
% Mediciones	82.26
Cumple Regulación	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor de bajo voltaje 1:

En la Tabla LVI y LVII cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra:

Factor de potencia Tabla LVIII: menor a 0.92, no cumple de acuerdo a la regulación. El factor de potencia se encuentra fuera de límites establecidos, referencialmente se desea obtener un valor no menor del 0.92, y debido a este bajo factor de potencia incide en lo relacionado al incremento de pérdidas técnicas; considerando que en promedio de las mediciones observadas se cumple con el factor de potencia de 0.92 mencionado en la regulación del Conelec.

Flickers Tabla LIX: menor a Pst = 1 cumple de acuerdo a la regulación.

Thd de voltaje Tabla LX: menor a Thd=8 de acuerdo a la regulación.

No cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla LXI de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación mayor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental, y se presenta principalmente a:

- ✓ Utilización de focos ahorradores
- ✓ Falta de colocación de puesta a tierra

CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE 2

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en el consumidor de bajo voltaje:

Tabla LXII Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	245.10
Mínimo	229.79
Máximo	253.15
Promedio P.U.	1.02
Mínimo P.U.	0.96
Máximo P.U.	1.05
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla LXIII Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	121.68	123.43
Mínimo	113.21	114.78
Máximo	126.47	127.38
Promedio P.U.	1.01	1.03
Mínimo P.U.	0.94	0.96
Máximo P.U.	1.05	1.06
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla LXIV Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1
Máximo	1.00
Mínimo	0.51
Promedio	0.81
Fp <0.92	669.00

Tabla LXV Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	0

Tabla LXVI THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0

Tabla LXVII THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2
THD>20	366	583
% Mediciones	36.27	57.78
Cumple Regulación	NO	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor de bajo voltaje 2:

En la Tabla LXII y LXIII cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla LXIV: menor a 0.92.

Flickers Tabla LXV: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla LXVI: menor a Thd=8.

No cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla LXVII de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación mayor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental, y se presenta principalmente a:

- ✓ Utilización de focos ahorradores
- ✓ Falta de colocación de puesta a tierra

CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE 3

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo

referente a Calidad del Producto en el consumidor de bajo voltaje:

Tabla LXVIII Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N
Promedio	120.49
Mínimo	116.17
Máximo	124.01
Promedio P.U.	1.00
Mínimo P.U.	0.97
Máximo P.U.	1.03
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla LXIX Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1
Máximo	1
Mínimo	0.55987
Promedio	0.84
Fp <0.92	659

Tabla LXX Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	1

Tabla LXXI THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0

Tabla LXXII THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1
THD>20	566
% Mediciones	56.10
Cumple Regulación	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor de bajo voltaje 3:

En la Tabla LXVIII cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla LXIX: menor a 0.92.

Flickers Tabla LXX: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla LXXI: menor a Thd=8.

No cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla LXXII de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación mayor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental, y se presenta principalmente a:

- ✓ Utilización de focos ahorradores
- ✓ Falta de colocación de puesta a tierra

CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE 4

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en el consumidor de bajo voltaje:

Tabla LXXIII Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	236.96
Mínimo	226.71
Máximo	244.99
Promedio P.U.	0.99
Mínimo P.U.	0.94
Máximo P.U.	1.02
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla LXXIV Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	117.65	119.31
Mínimo	111.81	114.55
Máximo	122.12	123.05
Promedio P.U.	0.98	0.99
Mínimo P.U.	0.93	0.95
Máximo P.U.	1.02	1.03
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla LXXV Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1
Máximo	1
Mínimo	0.56221
Promedio	0.89
Fp <0.92	479

Tabla LXXVI Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	0

Tabla LXXVII THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0

Tabla LXXVIII THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2
THD>20	570	800
% Mediciones	56.49	79.29
Cumple Regulación	NO	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor de bajo voltaje 4:

En la Tabla LXXIII y LXXIV cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla LXXV: menor a 0.92.

Flickers Tabla LXXVI: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla LXXVII: menor a Thd=8.

No cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla LXXVIII de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación mayor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental, y se presenta principalmente a:

- ✓ Utilización de focos ahorradores
- ✓ Falta de colocación de puesta a tierra

CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE 5

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en el consumidor de bajo voltaje:

Tabla LXXIX Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	236.97
Mínimo	226.71
Máximo	244.99
Promedio P.U.	0.99
Mínimo P.U.	0.94
Máximo P.U.	1.02
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

.

Tabla LXXX Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	117.66	119.32
Mínimo	111.81	114.55
Máximo	122.12	123.05
Promedio P.U.	0.98	0.99
Mínimo P.U.	0.93	0.95
Máximo P.U.	1.02	1.03
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0.00	0.00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla LXXXI Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1
Máximo	1
Mínimo	0.59654
Promedio	0.91
Fp <0.92	400

Tabla LXXXII Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	0

Tabla LXXXIII THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0

Tabla LXXXIV THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2
THD>20	560	816
% Mediciones	55.50	80.87
Cumple Regulación	NO	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor de bajo voltaje 5:

En la Tabla LXXIX y LXXX cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla LXXXI: menor a 0.92.

Flickers Tabla LXXXII: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla LXXXIII: menor a Thd=8.

No cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla LXXXIV de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación mayor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental, y se presenta principalmente a:

- ✓ Utilización de focos ahorradores
- ✓ Falta de colocación de puesta a tierra

CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE 6

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en el consumidor de bajo voltaje:

Tabla LXXXV Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N
Promedio	118.75
Mínimo	114.56
Máximo	122.50
Promedio P.U.	0.99
Mínimo P.U.	0.95
Máximo P.U.	1.02
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla LXXXVI Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1
Máximo	0.99972
Mínimo	0.50634
Promedio	0.56
Fp <0.92	799

Tabla LXXXVII Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	10

Tabla LXXXVIII THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0

Tabla IXC THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1
THD>20	558
% Mediciones	55.30
Cumple Regulación	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor de bajo voltaje 6:

En la Tabla LXXXV cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla LXXXVI: menor a 0.92.

Flickers Tabla LXXXVII: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla LXXXVIII: menor a Thd=8.

No cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla IXC de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación mayor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental, y se presenta principalmente a:

- ✓ Utilización de focos ahorradores
- ✓ Falta de colocación de puesta a tierra

CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE 7

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en el consumidor de bajo voltaje:

Tabla XC Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	244,69
Mínimo	238,47
Máximo	249,47
Promedio P.U.	1,02
Mínimo P.U.	0,99
Máximo P.U.	1,04
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0,00
Cumple Regulación	SI

Tabla XCI Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	126,06	118,65
Mínimo	123,39	111,37
Máximo	129,50	123,67
Promedio P.U.	1,05	0,99
Mínimo P.U.	1,03	0,93
Máximo P.U.	1,08	1,03
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0,00	0,00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla XCII Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1
Máximo	1
Mínimo	0,6811
Promedio	0,93
Fp <0.92	0

Tabla XCIII Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	1

Tabla XCIV THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0

Tabla XCV THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2
THD>20	818	1008
% Mediciones	81,07	99,90
Cumple Regulación	NO	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor de bajo voltaje 7:

En la Tabla XC y XCI cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Factor de potencia Tabla XCII: menor a 0.92.

Flickers Tabla XCIII: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla XCIV: menor a Thd=8.

No cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla XCV de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación mayor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental, y se presenta principalmente a:

- ✓ Utilización de focos ahorradores
- ✓ Falta de colocación de puesta a tierra

4.3.4 CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE REGULADOS

En las mediciones anteriores ya mostradas acerca de consumidores de bajo voltaje, se presenta un alto grado de mediciones de armónicos de corriente y a su vez un alto grado de mediciones de factor de potencia fuera de los límites permitidos.

Cabe indicar que los últimos **tres clientes**, son usuarios que han permitido dentro de sus instalaciones realizar una segunda medición (regulados), pero con un valor agregado, pues en los clientes de bajo voltaje se observó que no poseen la colocación de puesta a tierra dentro de sus instalaciones, lo que nos permitió según el desarrollo de este estudio dar a conocer los perjuicios que se tienen al no contar con dicha protección.

Esto nos lleva a pensar que en la actualidad la inserción de armónicos de corriente en dichos usuarios es muy notoria lo cual produce una baja en lo referente a la confiabilidad de calidad de energía dentro de sus instalaciones eléctricas.

Esto se debe principalmente a que en este tipo de usuarios se presenta un gran uso de lámparas fluorescentes debido al ahorro de energía que por su diseño de uso de electrónica de potencia lo realiza, pero estas lámparas son otro tipo de cargas que generan armónicas.

Estas armónicas son generadas por los balastros magnéticos convencionales y los dispositivos no lineales y electrónicos que utilizan para su funcionamiento. Las terceras armónicas producidas están típicamente en el rango del 13 al 20% de la fundamental y los balastros electrónicos tienen componentes de terceras armónicas de mayor amplitud, del orden 80% de la fundamental.

En lo referente al factor de potencia se indica que no se cumple con la regulación y de esta manera perjudica notablemente en el incremento de las pérdidas de distribución al incrementar el transporte de reactivo en las líneas de distribución, dado por el uso de cargas no lineales que solicitan el consumo de reactivo.

Es por esta razón que las siguientes tres mediciones se establece un seguimiento a tres usuarios escogidos de manera aleatoria donde ya fue realizada una medición previa, conociendo que no contaban con la varilla de protección a tierra; para que una vez colocando la varilla de protección a tierra, observar que resultados se podrían obtener al no contar con dicha protección eléctrica.

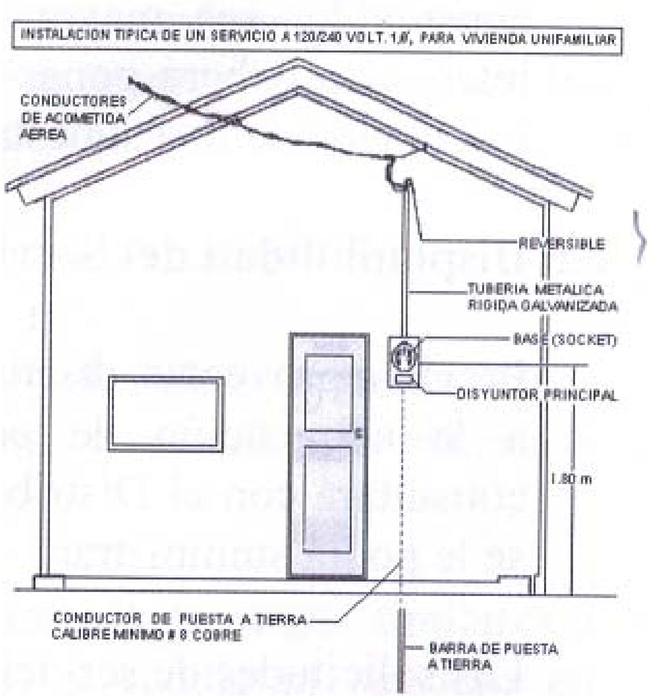
Cabe mencionar que por parte de la Empresa Eléctrica Milagro no regula actualmente la colocación de la varilla de protección a tierra a sus usuarios tomando en consideración que en su INSTRUCTIVO DE SERVICIO PARA EL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD enuncia lo siguiente:

3.- Requisitos para la prestación de los servicios

3.1.- Solicitud de nuevo medidor

***1*.-** Requerir el servicio para fines lícitos, de conformidad con lo declarado en la solicitud de servicios.

2.- El medidor necesariamente debe ser instalado en la parte exterior del predio para facilitar el acceso, tanto para realizar inspecciones de mantenimiento y control como para la toma de lectura.



3.- Debe cumplir:

- Con la construcción y diseño de la columna de acuerdo al dibujo.

- Instalación de la varilla para puesta a tierra coperwell (5/8 de diámetro x 1.80 y/o 2.40 mts. de largo).

- Breaker principal de 40 amp. 2 polos, y caja con base Socket monofásica clase 100 amp.

- La columna debe estar ubicada en el límite del terreno, donde va el cerramiento.

- Instalaciones internas en buen estado.

- Tubo su altura: Si el poste y secundarios están al pie de su inmueble o cerca la altura del tubo será de 1.50 mts sobre la caja del medidor.

- Si el poste y secundarios están al otro lado de la acera, ó sea del lado de enfrente, el tubo y ó punto de apoyo debe tener una altura de 2 mts sobre la caja del medidor.

Dejando por parte de la Empresa Eléctrica sea el usuario el que coloque dicha protección; que por su desconocimiento no la realiza, estableciendo de manera notoria una puerta abierta para la circulación de corrientes parásitas por su tendido eléctrico y a la vez no brindar seguridad prioritaria a las personas por contacto accidental con un conductor o carcaza de algún equipo eléctrico energizado en forma continua o indirecta.

A continuación se presentan las mediciones en usuarios que colocaron su sistema de puesta a tierra por medio de la varilla coperwell 5/8 de diámetro x 1.80 metros de largo.

CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE 8

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje.

Cabe indicar que en el siguiente consumidor se realiza una segunda medición colocando su sistema de puesta a tierra y a la vez cambiando cada uno de sus lámparas fluorescentes por focos incandescentes; para observar los resultados de las mediciones dado los siguientes cambios en sus instalaciones eléctricas internas:

Tabla XCVI Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N
Promedio	117.65
Mínimo	113.13
Máximo	121.66
Promedio P.U.	0.98
Mínimo P.U.	0.94
Máximo P.U.	1.01
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla XCVII Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1
Máximo	1
Mínimo	0.8975
Promedio	0.99
Fp <0.92	7

Tabla XCVIII Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	5

Tabla IC THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0

Tabla C THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1
THD>20	200
% Mediciones	19.82
Cumple Regulación	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor de bajo voltaje 8:

En la Tabla XCVI cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Flickers Tabla XCVIII: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla IC: menor a Thd=8.

El factor de potencia Tabla XCVII: se encuentra dentro del 0.92, y se presenta debido al no uso de lámparas fluorescentes; por el uso de focos incandescentes.

Tabla CI Comparación de Factor de Potencia

Usuario 1	Sin Puesta Tierra	Con SPT y Focos incandescentes
Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE1
Máximo	0,99972	1
Mínimo	0,50634	0,8975
Promedio	0,56	0,99
Fp <0.92	799	7
Mejora %	99,31%	

No cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla C de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación mayor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental, cabe indicar que en las actuales mediciones el total de mediciones fuera de límites se redujo en un 64.16% a la anterior medición.

Tabla CII Comparación de THD de Corriente

Usuario 1	Sin Puesta Tierra	Con SPT y Focos incandescentes
Mediciones	THD Fase1	THD Fase1
THD>20	558	200
Mejora %	64,16%	

CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE 9

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje.

Cabe indicar que en el siguiente consumidor se realiza una segunda medición colocando su sistema de puesta a tierra para observar los resultados de las mediciones dado el siguiente cambio en su instalación eléctrica interna:

Tabla CIII Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N
Promedio	121.01
Mínimo	115.58
Máximo	124.94
Promedio P.U.	1.01
Mínimo P.U.	0.96
Máximo P.U.	1.04
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0.00
Cumple Regulación	SI

Tabla CIV Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1
Máximo	1
Mínimo	0.69972
Promedio	0.92
Fp <0.92	446

Tabla CV Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	14

Tabla CVI THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0

Tabla CVII THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1
THD>20	538
% Mediciones	53.32
Cumple Regulación	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor de bajo voltaje 9:

En la Tabla CIII cumple con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Flickers Tabla CV: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla CVI: menor a Thd=8.

El factor de potencia de acuerdo a la Tabla CIV, referencialmente se desea obtener un valor no menor del 0.92, este factor de potencia medido ha mejorado y a su vez mejoró el número de mediciones fuera de límite en un valor del 32,32% menor a la anterior medición.

Tabla CVIII Comparación de Factor de Potencia

Usuario 2	Sin Puesta Tierra	Con Puesta Tierra
Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE1
Máximo	1	1
Mínimo	0,56	0,70
Promedio	0,84	0,92
Fp <0.92	659,00	446,00
Mejora %	32,32%	

En la Tabla CVII en lo relacionado a armónicos de corriente dado por la norma internacional IEEE – Standard -519-1992 donde el total de mediciones se encuentra fuera de límites, cabe indicar que en las actuales mediciones el total de mediciones fuera de límites se redujo en un 4.95% a la anterior medición.

Tabla CIX Comparación de THD de Corriente

Usuario 2	Sin Puesta Tierra	Con Puesta Tierra
Mediciones	THD Fase1	THD Fase1
THD>20	566	538
Mejora %	4,95%	

CONSUMIDORES DE BAJO VOLTAJE 10

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje.

Cabe indicar que en el siguiente usuario se realiza una segunda medición colocando su sistema de puesta a tierra para observar los resultados de las mediciones dado el siguiente cambio en su instalación eléctrica interna:

Tabla CX Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase L-L
Promedio	244,82
Mínimo	229,79
Máximo	253,04
Promedio P.U.	1,02
Mínimo P.U.	0,96
Máximo P.U.	1,05
(+)8% ΔV	0
(-)8% ΔV	0
%Fuera de Regulación	0,00
Cumple Regulación	SI

Tabla CXI Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N
Promedio	121,67	123,47
Mínimo	113,21	114,78
Máximo	126,47	127,38
Promedio P.U.	1,01	1,03
Mínimo P.U.	0,94	0,96
Máximo P.U.	1,05	1,06
(+)8% ΔV	0	0
(-)8% ΔV	0	0
%Fuera de Regulación	0,00	0,00
Cumple Regulación	SI	SI

Tabla CXII Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1
Máximo	1,00
Mínimo	0,70
Promedio	0,92
Fp <0.92	454,00

Tabla CXIII Flickers

Mediciones	Fase1
Mediciones mayor Pst=1	0

.

Tabla CXIV THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12
THD>8	0

Tabla CXV THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1
THD>20	341
% Mediciones	33,80
Cumple Regulación	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor de bajo voltaje 10:

En la Tabla CX y CXI cumplen con el nivel de voltaje acerca de la Calidad del Producto en consumidores de bajo voltaje estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje estipulado por la Regulación.

De manera complementaria se muestra que:

Flickers Tabla CXIII: menor a Pst = 1.

<u>Thd de voltaje</u> Tabla CXIV: menor a Thd=8.

<u>El factor de potencia</u> de acuerdo a la Tabla CXII se encuentra fuera de límite establecido, referencialmente se desea obtener un valor no menor del 0.92, este factor de potencia medido ha mejorado y a su vez mejoró el número de mediciones fuera de límite en un valor del 32,14% menor a la anterior medición.

Tabla CXVI Comparación de Factor de Potencia

Usuario 3	Sin Puesta Tierra	Con Puesta Tierra
Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE1
Máximo	1	1
Mínimo	0,51	0,70
Promedio	0,81	0,92
Fp <0.92	669,00	454,00
Mejora %	32,14%	

En la Tabla CXV en lo relacionado a armónicos de corriente se relaciona a la norma internacional IEEE – Standard -519-1992 donde el total de mediciones se encuentra fuera de límites, cabe indicar que en las actuales mediciones el total de mediciones fuera de límites se redujo en un 8.82% a la anterior medición.

Tabla CXVII Comparación de THD de Corriente

Usuario 3	Sin Puesta Tierra	Con Puesta Tierra
Mediciones	THD Fase1	THD Fase1
THD>20	374	341
Mejora %	8,82%	

4.3.5. COMSUMIDORES SERVIDOS EN MEDIO VOLTAJE

Se presentan las mediciones de consumidores servidos en medio voltaje para cumplir con el estudio de Calidad de Energía acerca de Calidad del Producto de la Zona Urbana de Milagro

COMSUMIDORES SERVIDOS EN MEDIO VOLTAJE 1

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo referente a Calidad del Producto en consumidores servidos en medio voltaje:

Tabla CXVIII Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N	Fase3 L-N
Promedio	219.60	220.84	218.98
Mínimo	213.30	215.38	212.84
Máximo	224.88	224.99	223.49
Promedio P.U.	0.92	0.92	0.91
Mínimo P.U.	0.89	0.90	0.89
Máximo P.U.	0.94	0.94	0.93
(+)8% ΔV	0	0	0
(-)8% ΔV	0	0	0

Tabla CXIX Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N	Fase3 L-N
Promedio	126.37	127.26	127.10
Mínimo	122.90	123.92	123.77
Máximo	129.27	129.60	129.48
Promedio P.U.	1.05	1.06	1.06
Mínimo P.U.	1.02	1.03	1.03
Máximo P.U.	1.08	1.08	1.08
(+)8% ΔV	0	0	0
(-)8% ΔV	0	0	0

Tabla CXX Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3	Fp Total
Máximo	0,99999	0,99994	1	0,99566
Mínimo	0,80489	0,80489	0,8583	0,90165
Promedio	0,94	0,96	0,96	0,96
Fp <0.92	301	72	225	133
% Mediciones	29,83	7,14	22,30	13,18
Cumple Regulación	NO	NO	NO	NO

Tabla CXXI Flickers

Mediciones	Fase1	Fase2	Fase3
Mediciones mayor Pst=1	0	0	0

Tabla CXXII THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12	THD Fase23	THD Fase31
THD>8	0	0	0

Tabla CXXIII THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2	THD Fase3
THD>20	72	82	199
% Mediciones	7.14	8.13	19.72
Cumple Regulación	NO	NO	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor servido en medio voltaje 1:

En la Tabla CXX se muestra que el consumidor servido en medio voltaje no cumple con la Regulación del CONELEC acerca de la Calidad del Producto en consumidor servido en medio voltaje con relación al factor de potencia, estableciendo mediciones menores que el 0.92 que rige la norma.

Cabe indicar que en promedio el factor de potencia en las mediciones cumple con los valores emitidos por el CONELEC

De manera complementaria se muestra que:

En la Tabla CXVIII y CXIX: el nivel de voltaje, se estable una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje.

Flickers Tabla CXXI: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla CXXII: menor a Thd=8.

No cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla CXXIII de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental, y se presenta principalmente debido a :

- ✓ Utilización de focos ahorradores

COMSUMIDORES SERVIDOS EN MEDIO VOLTAJE 2

Mediante los respectivos cuadros a continuación se procederá a realizar el análisis de los resultados, en lo

referente a Calidad del Producto en consumidores servidos en medio voltaje:

Tabla CXXIV Voltaje de Fase a Fase

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N	Fase3 L-N
Promedio	222.54	221.27	221.65
Mínimo	214.04	212.76	213.03
Máximo	227.69	226.27	226.96
Promedio P.U.	0.93	0.92	0.92
Mínimo P.U.	0.89	0.89	0.89
Máximo P.U.	0.95	0.94	0.95
(+)8% ΔV	0	0	0
(-)8% ΔV	0	0	0

Tabla CXXV Voltaje de Fase a Neutro

Mediciones	Fase1 L-N	Fase2 L-N	Fase3 L-N
Promedio	153.75	119.57	115.06
Mínimo	128.31	114.93	110.70
Máximo	158.25	127.98	127.89
Promedio P.U.	1.28	1.00	0.96
Mínimo P.U.	1.07	0.96	0.92
Máximo P.U.	1.32	1.07	1.07
(+)8% ΔV	1001	0	0
(-)8% ΔV	0	0	0

Tabla CXXVI Factor de Potencia

Mediciones	Fp FASE1	Fp FASE2	Fp FASE3	Fp Total
Máximo	1	0.99861	0.99996	1
Mínimo	-1	-0.99956	-0.99996	-1
Promedio	-0.26	0.39	0.16	0.41
Fp <0.92	785	801	780	660
% Mediciones	77.80	79.39	77.30	65.41
Cumple Regulación	NO	NO	NO	NO

Tabla CXXVII Flickers

Mediciones	Fase1	Fase2	Fase3
Mediciones mayor Pst=1	8	7	4

Tabla CXXVIII THD de Voltaje

Mediciones	THD Fase12	THD Fase23	THD Fase31
THD>8	0	0	0

Tabla CXXIX THD de Corriente

Mediciones	THD Fase1	THD Fase2	THD Fase3
THD>20	207	86	106
% Mediciones	20.52	8.52	10.51
Cumple Regulación	NO	NO	NO

A continuación se analiza las mediciones de consumidor servido en medio voltaje 2:

En la Tabla CXXVI se muestra que el consumidor servido en medio voltaje no cumple con la Regulación del CONELEC acerca de la Calidad del Producto en consumidor servido en medio voltaje con relación al factor de potencia, estableciendo mediciones menores que el 0.92 que rige la norma.

El factor de potencia se encuentra fuera de límites establecidos, referencialmente se desea obtener un valor no menor del 0.92, y debido a este bajo factor de potencia incide en lo relacionado al incremento de pérdidas técnicas.

Cabe indicar que este usuario industrial posee un banco de capacitares junto a su subestación, dicho banco de capacitares no se encuentra regulable y presenta un alto valor de mediciones con un factor de potencia capacitivo.
De manera complementaria se muestra que:

En la Tabla CXXIV y CXXV: no cumple con el nivel de voltaje, estableciendo una variación menor al ± 8,0 % en su nivel de voltaje. Cabe mencionar que se presenta un banco de capacitares junto a la subestación y la inserción del reactivo de manera no regulada hace que se incremente la magnitud del voltaje.

Flickers Tabla CXXVII: menor a Pst = 1.

Thd de voltaje Tabla CXXVIII: menor a Thd=8.

No cumple con mediciones de Thd de corriente dado por la Tabla CXXIX de acuerdo a la norma internacional IEEE–Standard-519-1992 estableciendo una variación menor al THD 20 en relación a la onda de corriente fundamental, y se presenta principalmente debido a :

- ✓ Utilización de focos ahorradores
- ✓ Falta de un favorable estudio de puesta a tierra
- ✓ Motores de gran capacidad industrial

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presenta el desarrollo de conclusiones y recomendaciones del estudio: “ANALISIS DE CALIDAD DE ENERGÍA ACERCA DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO DE LA ZONA URBANA DE MILAGRO DEL AREA DE CONCESIÓN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA MILAGRO USANDO LA REGULACIÓN DEL CONELEC No. – 004/01”; en lo referente a la Calidad del Producto de la Empresa Eléctrica Milagro EEMCA.

CONCLUSIONES

A nivel de subtransmisión en subestaciones de distribución no se presenta problemas de voltaje en lo referente a la Regulación del CONELEC ya que las variaciones se encuentran dentro del ± 8,0% que es el rango de la Regulación. En lo referente a perturbaciones de voltaje posee mediciones fuera del límite menores al 5% del total de mediciones y el factor de potencia es mayor al 0.92.

En lo relacionado con los transformadores de distribución cumple con el nivel de voltaje con variaciones menores al ± 8,0% de acuerdo a lo estipulado por la Regulación del CONELEC, y a su vez con la distorsión de la forma de onda (armónicos de voltaje y flickers) con mediciones fuera del límite menores al 5% del total de mediciones que estipula la Regulación.

En los transformadores de distribución se tiene un factor de potencia aceptable y alcanza un promedio alrededor de 0.92.

Para consumidores de medio y alto voltaje el factor de potencia es 0.75 que es mucho menor que el 0.92. Este bajo factor de potencia es posible que se dé por tener un sistema deficiente de puesta a tierra; un mal sistema de puesta a tierra hace que se tenga corrientes armónicas y éstas van a afectar el factor de potencia, disminuyéndolo notoriamente.

En consumidores de medio y alto voltaje se tiene un nivel de voltaje con variaciones menores al ± 8,0% y a su vez con la distorsión de la forma de onda (armónicos de voltaje y flickers) con mediciones fuera del límite menores al 5% del total de mediciones que estipula la Regulación.

En usuarios finales de bajo voltaje en lo referente al nivel de voltaje presenta variaciones menores al ±8,0%; no se presenta perturbaciones de voltaje notorias.

Dado los estudios realizados en usuarios finales de bajo voltaje existe una gran inserción de armónicos de corriente con mediciones fuera del límite en un total del 55% y a la vez se obtuvo un bajo factor de potencia alcanzando valores de 0.55; todo esto debido principalmente a la circulación de armónicos dentro de sus instalaciones dado principalmente por el uso de focos ahorradores y la falta de un buen sistema de puesta a tierra.

Es por ello que se realizó una segunda medición a usuarios finales con las siguientes características:

Usuario de bajo voltaje se colocó una varilla puesta a tierra con lo cual se logró en promedio que el total de mediciones se obtenga un factor de potencia de 0.92, logrando a su vez reducción de armónicos de corriente en un total del 8% a la anterior medición en que no se contaba con su sistema de puesta a tierra.

Usuario de bajo voltaje se colocó una varilla puesta a tierra y se cambio el total de focos ahorradores por focos incandescentes, con ello se obtuvo mediciones de factor de potencia fuera de limite en un total de 7, es decir obteniendo valores superiores al 0.92; reducción de armónicos de corriente en un total del 60% a la anterior medición en que no se contaba con su sistema de puesta a tierra.

Finalmente de esta manera que en usuarios finales se haga énfasis al estudio y colocación del sistema puesta a Tierra, pues la no colocación de la misma incrementa los armónicos de corriente y a su vez reduce el valor del factor de potencia.

RECOMENDACIONES

Con la aplicación de la regulación del CONELEC No.- 004/01 para nivel de voltaje, perturbaciones de voltaje (armónicos de voltaje, flickers), factor de potencia y este estudio como regulación para armónicos de corriente, se hace imprescindible que los usuarios realicen estudios de calidad de energía a fin de acondicionar sus instalaciones para evitar penalizaciones y mejorar la vida útil de sus equipos.

A fin de obtener datos confiables que permitan realizar análisis simultáneos de armónicos de voltaje, armónicos de corriente y flickers es muy importante utilizar un analizador de redes de alta precisión y confiabilidad.

Siendo la Calidad de Energía un tema muy importante y de especial interés en la actualidad, tanto para las empresas eléctricas como para los usuarios, se deberían profundizar en la investigación para encontrar soluciones para el control de armónicos y flickers; temas que podrían aprovechar estudiantes para tesis de grado

El conocimiento de la teoría de perturbaciones armónicas permite comprender con más profundidad la forma en que estas afectan a elementos conectados al mismo. La existencia de tensiones y corrientes en frecuencias diferentes a la fundamental (60 Hz) son la razón de pérdidas, fallas y problemas en equipos debido a que no han sido diseñados para trabajar bajo estas nuevas condiciones.

Que se determine la mejor manera en la cual el CONELEC como ente Regulador pueda aportar a la capacitación del personal hacia las empresas distribuidoras, en los aspectos de captación, entrega de informaciones, de soluciones adecuadas y oportunas de los variados problemas técnicos, que en el llenado de formularios detectan.

Que las Empresas Distribuidoras adquieran los equipos necesarios para la toma de las mediciones exigidas en la Regulación 004/01 y que contraten ingenieros capacitados para la ejecución de las mediciones de campo.

Las deficiencias de cumplimiento de las Empresas de distribución dependen en muchos casos de restricciones en el factor económico, agravado por la mora en los pagos por parte del Estado Ecuatoriano.

ANEXOS

A continuación se presentan cada uno de los Formularios llenos con la información de las mediciones realizadas en la realización de este proyecto de Tesis:

Subestaciones

Transformadores

Usuarios de Bajo Voltaje

Usuarios de Medio y Alto Voltaje

Anexo No. 1

FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN																
CALIDAD DEL PRODUCTO - MEDICIÓN EN BARRAS DE SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN																
DATOS GENERALES						**PERÍODO DE LA MEDICIÓN**								**Energía total suministrada (kWh)**	**Energía suministrada en malas condiciones de calidad (kWh)**	**Observaciones**
No.	Código de la Barra	Subestación	Ciudad	Provincia	Voltaje Nominal f-n (kV)	Fecha inicio		Fecha final		No. Registros	VOLTAJE (%)					
						Día- Mes-Año	Hora:min:seg	Día- Mes-Año	Hora:min:seg		A	B	C			
1	62	SUR_YORSHARE	MILAGRO	GUAYAS	7.98	20-05-08	7:50:00	27-05-08	7:50:00	1008	0.00	0.00	0.00	495,700.00	0.00	Cumple Regulacion
2	07	NORTE	MILAGRO	GUAYAS	7.98	27-10-08	11:37:00	03-11-08	11:37:00	1008	0.00	0.00	0.00	121,150.00	0.00	Cumple Regulacion
3	82	MONTERO_OSAKA	MILAGRO	GUAYAS	7.98	16-07-08	17:40:00	23-07-08	17:40:00	1008	0.00	0.00	0.00	214,610.00	0.00	Cumple Regulacion

Anexo No. 2

FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN

CALIDAD DEL PRODUCTO - MEDICIÓN EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

DATOS GENERALES											PERÍODO DE LA MEDICIÓN														Energía total suministrada (kWh)	Energía Suministrada en Malas Condiciones de Calidad (kWh)	Observaciones
No.	Transformador	Ubicación Georeferenciada			Provincia	Ciudad	Subestación	Alimentador	Voltaje Nominal (V)		Fecha inicio		Fecha final		No. Registros	Fase - A (%)			Fase - B (%)			Fase - C (%)					
		X (UTM)	Y (UTM)	Z (UTM)					f-f	f-n	Día- Mes-Año	Hora:min:seg	Día- Mes-Año	Hora:min:seg		V	PST	VTHD	V	PST	VTHD	V	PST	VTHD			
1	37.5 KVA	656659	9764248	11	Guayas	Milagro	SUR_YORK	B9	240.00	120.00	11-08-08	12:10	18-08-08	12:10	1008	-	0.10%	-	-	0.10%	-	-	-	-	3470.43	-	Cumple Regulacion
2	50 KVA	656296	9765431	11	Guayas	Milagro	NORTE	PRADERA	240.00	120.00	21-08-08	10:20	28-08-08	10:20	1008	-	0.00%	-	-	0.00%	-	-	-	-	3759.31	-	Cumple Regulacion
3	37.5 KVA	656139	9764972	11	Guayas	Milagro	SUR_YORK	B9	240.00	120.00	28-08-08	10:40	04-09-08	10:40	1008	-	0.10%	-	-	0.10%	-	-	-	-	3178.05	-	Cumple Regulacion
4	37.5 KVA	656487.76	9764063.9	11	Guayas	Milagro	SUR_YORK	KM 4	240.00	120.00	08-09-08	11:29	15-09-08	11:29	1008	-	0.00%	-	-	0.00%	-	-	-	-	1851.26	-	Cumple Regulacion
5	37.5 KVA	658195	9764104	11	Guayas	Milagro	SUR_YORK	SALIDA 3	240.00	120.00	16-09-08	12:27	23-09-08	12:27	1008	-	0.00%	-	-	0.00%	-	-	-	-	2300.30	-	Cumple Regulacion
6	50 KVA	656392	9764716	11	Guayas	Milagro	SUR_YORK	B9	240.00	120.00	25-09-08	10:20	02-10-08	10:20	1008	32.31%	0.00%	-	32.71%	0.00%	-	-	-	-	4065.90	854.89	Revision

ANEXO No. 3

CALIDAD DEL PRODUCTO MEDICIÓN EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN																	
NÚMERO DE MEDICIONES FUERA DE LÍMITES																	
No.	**REGISTRO DE MEDICIONES (por fase)**	**DESVIACIÓN DEL NIVEL DE VOLTAJE (%)**															TOTAL
		$5 < \Delta V < 6$	$6 \leq \Delta V < 7$	$7 \leq \Delta V < 8$	$8 \leq \Delta V < 9$	$9 \leq \Delta V < 10$	$10 \leq \Delta V < 11$	$11 \leq \Delta V < 12$	$12 \leq \Delta V < 13$	$13 \leq \Delta V < 14$	$14 \leq \Delta V < 15$	$15 \leq \Delta V < 16$	$16 \leq \Delta V < 17$	$17 \leq \Delta V < 18$	$\Delta V \geq 18$	
1	A															0
1	B															0
1	C															0
2	A															0
2	B															0
2	C															0
3	A															0
3	B															0
3	C															0
4	A															0
4	B															0
4	C															0
5	A															0
5	B															0
5	C															0
6	A				238	87										325.00
6	B				240	89										329.00
6	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

ANEXO No. 4

FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN

CALIDAD DEL PRODUCTO - MEDICIÓN EN USUARIOS DE BAJO VOLTAJE

DATOS GENERALES												PERÍODO DE LA MEDICIÓN								Energía total suministrada (kWh)	Energía Suministrada en Malas Condiciones de Calidad (kWh)	Observaciones
No	No. suministro	Ubicación Georeferenciada			Provincia	Ciudad	Subestación	Alimentador	Transformador	Voltaje Nominal (V)		Fecha inicio		Fecha final		No. Registros	VOLTAJE (%)					
		X (UTM)	Y (UTM)	Z (UTM)						f-f	f-n	Día- Mes-Año	Hora:min:seg	Día- Mes-Año	Hora:min:seg		A	B	C			
1	203240	657494	9764744	6	Guayas	Milagro	Norte	Pradera 1	25 KVA	240.00	120.00	01-10-08	11:47	08-10-08	11:37	1008	-	-	-	67.74	-	Cumple Regulacion
2	648993	657464	9764704	6	Guayas	Milagro	Norte	Pradera 1	37,5 KVA	240.00	120.00	02-10-08	11:37	09-10-08	12:27	1008	-	-	-	68.05	-	Cumple Regulacion
3	191478	656250	9765171	6	Guayas	Milagro	SUR_MIT	B6	37.5 KVA	240.00	120.00	09-10-08	12:44	16-10-08	22:34	1008	-	-	-	22.98	-	Cumple Regulacion
4	111222	655817	9764499	6	Guayas	Milagro	SUR_YORK	B9	25 KVA		120.00	17-10-08	11:50	24-10-08	11:40	1008	-	-	-	41.87	-	Cumple Regulacion
5	537472	656817,	9763708	6	Guayas	Milagro	SUR_YORK	B9	25 KVA	240.00	120.00	17-10-08	11:20	24-10-08	11:10	1008	-	-	-	75.89	-	Cumple Regulacion
6	198416	656354	9765539	6	Guayas	Milagro	SUR_MIT	B6	50 KVA	240.00	120.00	24-10-08	14:30	31-10-08	14:20	1008	-	-	-	75.78	-	Cumple Regulacion
7	69658	656284	9765420	6	Guayas	Milagro	SUR_MIT	B6	50 KVA		120.00	24-10-08	20:50	31-10-08	20:40	1008	-	-	-	16.93	-	Cumple Regulacion
8	69658	656284	9765420	6	Guayas	Milagro	SUR_MIT	B6	50 KVA		120.00	24-10-08	20:50	31-10-08	20:40	1008	-	-	-	71.77	-	Cumple Regulacion
9	111222	655817	9764499	6	Guayas	Milagro	SUR_YORK	B9	25 KVA		120.00	17-10-08	11:50	24-10-08	11:40	1008	-	-	-	59.13	-	Cumple Regulacion
10	191478	656250	9765171	6	Guayas	Milagro	SUR_MIT	B6	37.5 KVA	240.00	120.00	09-10-08	12:44	16-10-08	22:34	1008	-	-	-	22.51	-	Cumple Regulacion

Anexo No. 5

	FORMULARIO DE CONTROL DE CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN																	
	CALIDAD DEL PRODUCTO - MEDICIÓN EN USUARIOS DE MEDIO Y ALTO VOLTAJE																	
DESCRIPCIÓN										**PERÍODO DE LA MEDICIÓN**					**REGISTROS DE FACTOR DE POTENCIA FUERA DE LÍMITES (%)**			**Energía Total Suministrada (kWh)**	**Observaciones**
No	No. Suministro	Ubicación Georeferenciada			Provincia	Ciudad	Subestación	Alimentador	Voltaje Nominal (kV)	Fecha inicio		Fecha final		No. Registros					
		X (UTM)	Y (UTM)	Z (UTM)						Día- Mes-Año	Hora:min:seg	Día- Mes-Año	Hora:min:seg		A	B	C		
1	38281	655463,8385	9762196,6540	6	Guayas	Milagro	SUR_YORK	UNIVERSIDAD	220	07-11-08	12:10	14-11-08	12:10	1008	29.83	7.14	22.30	11675.62	No Cumple Regulacion
2	290932	651938,8854	9755310,1463	8	Guayas	Milagro	MON_OSAKA	KM4	220	17-11-08	10:51	24-11-08	11:01	1008	77.80	79.39	77.30	6592.03	No Cumple Regulacion

BIBLIOGRAFÍA

1] Regulación CONELEC N°-004/01 Calidad de Servicio eléctrico de distribución. Resolución N° 0116/01, 23 mayo 2001.

[2] Aysen Arsoy, Mark Halpin, Yilu Liu; Modeling and Simulation of Power System Harmonics, CD room 1999.

[3] Donal g. Fink y H. Wayne Beaty, Manual de Ingeniería Eléctrica, Décima Tercera Edición, Tomos I, II, 1993

[4] J. Arrigalla, D. Bradley y P. Bodger, Power System Harmonic, U.K., 1979

[5] Josep Balcells, Calidad De la red eléctrica: ¿Cómo medirla?, Departament d`Enginyeria Electrònica UPC, Sección Terrassa. Montevideo Uruguay, 2003

[6] Tom Shaunghnessy, Factor de Potencia, Armónicos y Filtros Armónicos, Revista Power Quality. Junio 1999.

[7] Michael Z. Lowenstein, Harmonic current and voltage distortion, Newspaper PQ CORNER, EC&M, November 2002.

[8] http://www.conelec.gov.ec

[9] http://www.ieee.org

[10] http://www.iec.org