



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RESUMEN

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en esta tesis, se realiza un recuento teórico de los principales conceptos y definiciones referentes a los fenómenos asociados a la calidad del suministro eléctrico, en base a las normas internacionales y a la literatura relacionada con el tema.

Se evalúan los resultados de la implementación del monitoreo de Calidad del Producto en las empresas distribuidoras Empresa Eléctrica Quito, Unidad de Generación, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica de Guayaquil, CNEL. Regional Santo Domingo y la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., se realiza un análisis de la regulación CONELEC 004/01 en lo referente a la Calidad del Producto, comparándola con normas internacionales y regulaciones aplicadas en algunas empresas distribuidoras de Sudamérica.

Por último se plantean mejoras a los procesos de monitoreo de la Calidad del Producto, forma de aplicar las penalizaciones y compensaciones por la mala calidad, soluciones a los problemas de Calidad del Producto y potenciales cambios en el ámbito regulatorio; así como la factibilidad técnico - económica para implantar la gestión de la Calidad del Producto en las empresas distribuidoras.

Palabras Claves:

Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución

Calidad del Producto

CONELEC

Regulación CONELEC 004/01



ÍNDICE

Tabla de contenido

1	Introducción y Objetivos.....	9
1.1	Antecedentes	9
1.2	Objetivos	10
1.3	Estructura de la Tesis	11
2	Marco Teórico sobre Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución.....	14
2.1	Introducción.....	14
2.2	Calidad del Servicio	15
2.3	Importancia del tema en la actualidad	16
2.4	Implicaciones de la deficiencia de la calidad de energía	17
2.5	Contaminantes de la red.....	19
2.6	Compatibilidad Electromagnética	21
2.7	Disturbios relacionados con la calidad de la energía	23
2.8	Variaciones en la magnitud de la tensión.....	26
2.9	Deformación de la onda de la tensión	29
2.10	Tolerancia de los equipos.....	32
2.11	Calidad del Producto.....	34
2.11.1	Indicadores de Calidad de Producto	34
2.12	Normativas Internacionales	37
2.13	Calidad del Servicio Comercial.....	41
2.14	Calidad del Servicio Técnico.....	42
3	Evaluación de la Calidad del Producto Eléctrico en las Empresas de Distribución Ecuatorianas.....	44
3.1	Introducción.....	44
3.2	Evaluación de la Calidad del Producto Eléctrico en las Empresas de Distribución Ecuatorianas	49
3.2.1	Calidad de Servicio en la Unidad Eléctrica de Guayaquil (UEG).....	49
3.2.2	Calidad de Servicio en la CENTROSUR.....	57
3.2.3	Calidad de Servicio en la CNEL. REGIONAL SANTO DOMINGO	68
3.2.4	Calidad de Servicio en la Empresa Eléctrica Quito S.A.....	75
3.3	Análisis de Resultados de mediciones de Calidad del Producto	82
3.3.1	Unidad Eléctrica de Guayaquil	83
3.3.2	Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.....	85
3.3.3	CNEL. Santo Domingo	89
3.3.4	Empresa Eléctrica Quito.....	92
3.3.5	Análisis general de todas las empresas estudiadas	94



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4	Análisis crítico de la Regulación correspondiente a la Calidad del Producto.....	97
4.1	Introducción.....	97
4.2	Aspectos Normativos de Calidad.....	97
4.2.1	COLOMBIA	97
4.2.2	PERÚ	99
4.2.3	MÉXICO.....	101
4.2.4	ECUADOR.....	103
4.2.5	Normativas de la Calidad del Servicio Eléctrico.....	108
4.2.6	Comparación de las normativas de Calidad del Producto	109
4.3	Mercado y Calidad del Servicio Eléctrico	114
5	Propuestas para mejorar la Calidad del Producto	119
5.1	Mejoras en el monitoreo de Calidad del Producto.....	119
5.2	Penalizaciones y Compensaciones	126
5.3	Soluciones a los problemas de Calidad del Producto	131
5.4	Cambios en el ámbito Regulatorio.....	135
5.5	Costos de la Implementación del monitoreo de Calidad del Producto.....	136
6	Conclusiones y Recomendaciones:.....	146
6.1	Conclusiones.....	146
6.2	Recomendaciones	149
6.3	Aportaciones de la tesis.....	151
7	Bibliografía	153
8	ANEXOS.....	157



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

**“CALIDAD DEL PRODUCTO ELÉCTRICO EN EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN
DEL ECUADOR”**

Trabajo de investigación previo a
la obtención del título de Máster
en Sistemas Eléctricos de
Potencia.

Autor: Miguel Arévalo Merchán

Director: Dr. Gabriel Salazar Yépez

2011



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Dr. Gabriel Salazar Yépez

DIRECTOR DE LA TESIS

CERTIFICA

Que el presente trabajo de investigación realizado por el estudiante Ing. Miguel Ángel Arévalo Merchán, ha sido orientado y revisado su ejecución, por lo tanto está aprobado.

Quito, Enero de 2011



UNIVERSIDAD DE CUENCA

AUTORÍA

Las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ing. Miguel Ángel Arévalo Merchán



UNIVERSIDAD DE CUENCA

DEDICATORIA

A USTEDES:

MARÍA ESTHER, JOSÉ MIGUEL, MARÍA GABRIELA y MARÍA PAULITA



AGRADECIMIENTOS

Expreso, mis agradecimientos:

Al Profesor y amigo Dr. Gabriel Salazar Yépez por su generoso aporte y apoyo.

A los ingenieros Fabián Jaramillo Palacios y Santiago Torres Contreras por su aporte en la investigación y lectura de la tesis.

A las Empresas Eléctricas, Quito, Unidad Temporal de Guayaquil, CNEL. Santo Domingo y CENTROSUR, en las personas de los ingenieros Santiago Peñafiel, Lonnie Lascano, Jorge Yuccha, Galo Cabrera, respectivamente; así como al CONELEC en la persona del ingeniero Rodrigo Quintanilla, por la colaboración y cooperación prestada para complementar la investigación pertinente para el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad de Cuenca por haberme permitido afianzar mis conocimientos con la apertura de la maestría, comprometiéndoles a continuar en esta línea ya que es la única manera de hacer profesionales de calidad.



“CALIDAD DEL PRODUCTO ELÉCTRICO EN EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DEL ECUADOR”

1 Introducción y Objetivos

1.1 Antecedentes

En un mundo globalizado, las necesidades de los clientes son más exigentes y van adquiriendo mayor importancia, a tal punto que la sociedad en su conjunto está más orientada al cliente con una atención cada vez más personalizada y de mayor calidad. Estos niveles de calidad de atención al cliente que ya existen en otros ámbitos, se están empezando a exigir poco a poco en los servicios regulados, que tienen cierto retraso en este aspecto debido a su carácter de monopolio. Además, la sociedad se está volviendo cada vez más dependiente del suministro eléctrico, por lo que necesita y exige una mayor calidad del mismo.

Los equipos conectados a la red eléctrica han evolucionado, apareciendo con ello muchos equipos nuevos que son más sensibles que antes a los problemas de calidad del suministro eléctrico, se ven afectados más fácilmente en su correcto funcionamiento por defectos en el suministro de electricidad.

Esto ocurre no sólo en el ámbito doméstico donde el daño ocasionado generalmente no pasa de ser una molestia para el cliente, sino sobre todo en los procesos industriales en los que un hueco de tensión puede provocar paradas en el proceso productivo y pérdidas millonarias.

Habitualmente, se destinan más recursos a los sistemas de generación y transporte de energía eléctrica que a los sistemas de distribución. La razón es sencilla: un fallo en generación o transporte puede tener graves consecuencias para la sociedad, ya que el área que se ve afectada suele ser muy grande. En cambio, las redes de distribución son relativamente sencillas y un fallo en las mismas no afecta a un gran número de consumidores; sin embargo actualmente la mayoría de los problemas de calidad son debido a fallas en la red de distribución, en donde se centra el desarrollo de esta tesis.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El suministro eléctrico tiene una importancia estratégica dentro de la sociedad. El desarrollo y el crecimiento de la economía de un país están muy ligados a la calidad del servicio eléctrico ofrecido y a su costo. En algunos casos, puede incluso decidir el lugar de inversión de industrias con una importante generación de empleo y riqueza asociada, motivo por el cual los entes reguladores están reaccionando a la evolución de la situación impulsando cambios que persiguen mejorar el servicio ofrecido.

Es así que en el Ecuador, en sesión del 23 de mayo de 2001, el Directorio del Consejo Nacional de Electricidad - CONELEC aprueba mediante resolución No. 0116/01 la Regulación No. CONELEC-004/01 referente a la calidad del servicio eléctrico de distribución, con la finalidad de asegurar un nivel satisfactorio de la prestación de los servicios eléctricos a que se refieren las disposiciones legales establecidas en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reformas, el Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, el Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica, el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad y el Reglamento de Tarifas.

Al mismo tiempo que se está implementando la Regulación de Calidad, una serie de tecnologías que se han realizado progresivamente en los últimos años están alcanzando su madurez. Los sistemas de control y adquisición de datos (SCADA), los sistemas de información geográfica (GIS), los equipos para monitoreo de calidad etc., están permitiendo disponer de nuevos y numerosos datos sobre el funcionamiento del sistema de los que anteriormente no se poseía. Esta nueva información permite mejorar la gestión, la operación, el mantenimiento, el análisis y comprensión del funcionamiento del sistema.

1.2 Objetivos

Objetivo General

El objetivo general de esta tesis es analizar el estado del arte de la calidad del servicio eléctrico en lo referente a la Calidad del Producto, así como verificar si la regulación vigente es acorde a los lineamientos generales del concepto de calidad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para cumplir con este objetivo se estudiará los problemas de calidad enlazando los aspectos técnicos y regulatorios.

Buscando cumplir con el objetivo general, se han planteado algunos objetivos específicos, los cuales se numeran a continuación:

Objetivos Específicos

- Identificar y analizar los resultados de la Calidad del Producto a partir del año 2008, sobre la base de la aplicación de la Regulación No CONELEC- 004/01 en empresas de distribución ecuatorianas seleccionadas.
- Analizar la Calidad del Producto, sobre la base de aspectos teóricos, experiencia en Ecuador y experiencias internacionales.
- Medir la Calidad del Producto ofrecido por las empresas distribuidoras, a partir de los indicadores establecidos en la regulación vigente.
- Plantear propuestas de mitigación de las principales perturbaciones que afectan a la Calidad del Producto eléctrico en las empresas distribuidoras seleccionadas.
- Proponer reformas en el marco regulatorio si resultare necesario luego del desarrollo de esta tesis.

Esta propuesta pretende ser una guía para llevar a los sistemas hasta un nivel de Calidad del Producto aceptable.

1.3 Estructura de la Tesis

La presente tesis está dividida en seis capítulos, a través de los cuales se describen toda la investigación realizada y los resultados obtenidos, así como un conjunto de anexos que recogen información adicional para una mejor comprensión de los diferentes tópicos, además se lista la bibliografía que puede resultar útil para un lector interesado en profundizar en alguno de los temas tratados.

El capítulo 2 describe el marco teórico de la calidad de energía. Se recogen todas las características y propiedades de la calidad del servicio eléctrico tal y como



UNIVERSIDAD DE CUENCA

usualmente se trata en la literatura.

El capítulo 3 describe lo que el marco legal exige sobre la calidad de energía, así como el diagnóstico de la implementación del monitoreo de la Calidad del Producto en Empresas Distribuidoras como: Unidad de Generación, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica de Guayaquil, Empresa Eléctrica Quito, CNEL. Santo Domingo y Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., sus etapas de aplicación, inconvenientes y soluciones planteadas; así como los resultados y cumplimiento de la regulación vigente. La selección de las empresas se realizó considerando dos aspectos: primero, representación de las Empresas de Distribución de la Costa como de la Sierra y segundo, experiencia, de empresas que vienen realizando mediciones de Calidad del Producto.

En el capítulo 4 se presenta un análisis comparativo sobre la calidad del Servicio Eléctrico de Distribución, bajo que normativa se viene aplicando y que aspectos de calidad están regulados en países como Colombia, Perú, México y Ecuador; y, la importancia que se requiere para dar un servicio de calidad de energía cumpliendo con estándares de calidad y confiabilidad, sobre la base de requisitos técnicos que los clientes requieren; así como la jerarquía que tienen los entes reguladores de cada país para mejorar y revisar las regulaciones que rigen para la calidad de energía.

En el capítulo 5 se plantean procedimientos, información, instructivos, disponibilidad de equipos para mejorar la Calidad del Producto por parte de las distribuidoras; así como las etapas y parámetros que debería el ente regulador exigir para que se apliquen compensaciones y penalizaciones a las empresas distribuidoras; también recoge las sugerencias a las magnitudes eléctricas que deberán ser objeto de cambios regulatorios por parte del CONELEC a la Regulación vigente. Por otro lado se indican las soluciones que deberían aplicarse a los incumplimientos de aquellas variables que se han identificado como las que más afecta el Sistema de Distribución y por último se analiza los costos que debería incurrir las distribuidoras para realizar un buen monitoreo de la Calidad del Producto.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El capítulo 6 contiene las principales conclusiones y resultados obtenidos conforme a los objetivos de la investigación, así como las aportaciones de la tesis y con sugerencias para nuevas líneas de investigación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2 Marco Teórico sobre Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución.

2.1 Introducción

El servicio eléctrico tiene mucha importancia en nuestras vidas, ya que se usa para la mayoría de los procesos que la sociedad mantiene, por lo tanto, es vital contar con un servicio que preste las mejores condiciones en todos sus aspectos, tanto técnicos como comerciales.

La calidad del servicio ha sido siempre una preocupación importante para las empresas distribuidoras, sin embargo, no es fácil definir lo que debe entenderse como buena calidad, por ejemplo, la que es buena para un refrigerador es posible que no sea lo bastante buena para los computadores personales y otras cargas sensibles, de la misma manera en el aspecto comercial; en resumen para un cliente residencial puede resultar como aceptable la reposición de servicio de una hora, pero para un industrial sería inaceptable y por ende lo calificaría como un mal servicio.

Los entes encargados de la regulación de los sectores eléctricos en cada país han emitido una serie de normativas, que buscan establecer los límites dentro de los cuales se debe hallar el servicio de cada empresa de distribución, es así que, para el caso particular de Ecuador el ente regulador CONELEC ha emitido en el año 2001 la regulación de Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución CONELEC 004/01, la cual contempla los principales aspectos sobre este tema.

El presente capítulo describe los conceptos de calidad del servicio eléctrico, recoge todas las características y propiedades de la calidad tal y como usualmente se trata en la literatura existente. Clasificando la calidad del servicio eléctrico en sus tres componentes básicos:



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Gráfico 2.2.1. Componentes de la Calidad del Servicio Eléctrico

Se pone un especial énfasis en la Calidad del Producto, debido a que es el tema central de la tesis.

2.2 Calidad del Servicio ^[2] ^[15] ^[16]

Definición: La Calidad del Servicio puede ser definida de diferentes maneras, dependiendo de cada punto de vista:

- Una empresa distribuidora puede definirla como la confiabilidad que presenta su sistema.
- Un fabricante de equipos, por el contrario, puede definirla como la energía suministrada que permite que un equipo trabaje adecuadamente.

Los investigadores a través del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) definen a la calidad del servicio como:

- *“El concepto de alimentación y de puesta a tierra de equipo electrónico sensible en una manera que sea adecuado para su operación”.*

Si bien es cierto que la definición expuesta nos da una concepción de la calidad de energía, no es menos cierto que también se debe tratar como un problema, es así que según Dugan- McGranaghan- Wayne, la define como *“cualquier problema de potencia que se manifiesta en tensión, corriente o desviación de frecuencia y que resulte en falla o mala operación del equipo de un cliente”.*

La definición exacta de la calidad de la energía es algo indeterminada, pero aun así, se podría definir como la ausencia de interrupciones, sobre tensiones y



UNIVERSIDAD DE CUENCA

deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de tensión RMS¹ suministrado al usuario; esto referido a la estabilidad del tensión, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico, es decir, la calidad de la energía se utiliza para describir la variación de la tensión, corriente y frecuencia en el sistema eléctrico.

Calidad de la energía eléctrica es simplemente la interacción de la energía eléctrica con los distintos equipos eléctricos. Si los equipos eléctricos operan correcta y confiablemente, sin ser dañados o sometidos a "fatiga", diremos entonces que la energía eléctrica es de calidad. Por el contrario, si el equipo eléctrico no opera adecuadamente, si su funcionamiento no es confiable o el mismo se daña bajo uso normal, entonces la calidad de energía eléctrica es pobre.

2.3 Importancia del tema en la actualidad

Históricamente, la mayoría de los equipos eran capaces de operar satisfactoriamente con variaciones relativamente amplias. Sin embargo, en los últimos años se han agregado al sistema eléctrico un elevado número de equipos sensibles a estas variaciones, justificando plenamente el estudio de este tema.

La sociedad y la industria actual poseen un alto grado de penetración en cuanto a equipamiento electrónico de diversas generaciones, vinculados al control de procesos, accionamiento, procesamiento de datos, comunicaciones, transmisión de información, dispositivos domésticos, comerciales y de entretenimiento entre otros.

Una insuficiente calidad en el suministro de la energía eléctrica afecta, en mayor o menor grado, a otras tecnologías y procesos industriales, donde las pérdidas económicas que se generan por este concepto pueden llegar a ser muy importantes.

La deficiente calidad en el suministro provoca una operación ineficiente e impropia, entre otros, en las redes eléctricas, conducente a averías o incremento en los costos de operación, los que al final, redundan en pérdidas para las empresas distribuidoras.

¹ En español se conoce este término como valor eficaz de la tensión o corriente y es igual al valor $\sqrt{2}$ si la señal es senoidal



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En el mundo la electricidad se trata como una mercancía en un mercado con características peculiares, desde los centralizados hasta los desregulados, por ello, la definición de parámetros de calidad permiten determinar las características de competitividad del producto de determinado Distribuidor.

Los fabricantes de equipos, en un mercado competitivo, diseñan el burden de sus equipos en el nivel de los normados por el sistema, de manera que las desviaciones dentro de esos límites no afectan el funcionamiento.

El uso extendido y progresivo de fuentes alternativas de energía no convencional, como la eólica y la solar, usualmente utilizan generadores con inversores, esquemas híbridos en muchos casos conectados a las redes de distribución. El proceso de conversión de CD a CA conlleva la generación de armónicos.

2.4 Implicaciones de la deficiencia de la calidad de energía

Con parámetros de tensión diferentes a los nominales o de trabajo ocurre la aceleración del envejecimiento del aislamiento de los equipos eléctricos, como consecuencia de un calentamiento más intensivo y en una serie de casos como resultado del reforzamiento de procesos de ionización. De aquí se deriva una intensificación de las tasas de averías.

Las desviaciones de tensión conllevan a un aumento del calentamiento de motores eléctricos con momentos constantes de carga (carga tipo transportador, elevador etc.), acelerando el envejecimiento del aislamiento.

La elevación de la tensión por encima de la nominal conlleva a la disminución del tiempo de vida útil de lámparas.

La asimetría en la tensión también conlleva al calentamiento adicional del equipamiento de fuerza y disminuye su vida útil. Este defecto también influencia negativamente en el funcionamiento de algunos esquemas de protecciones por relés, provocando operaciones erráticas y sacando de funcionamiento equipos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La aparición de variaciones rápidas en la asimetría de las tensiones trifásicas, características en circuitos donde están conectados hornos de acero por arco eléctrico, conllevan a la variación de los momentos de torque en los motores eléctricos, lo que es causa de aparición de esfuerzos adicionales en las cabezas de las bobinas de las máquinas, su vibración y tensiones de fatiga en elementos mecánicos constructivos del propio motor y el accionamiento, lo que trae como resultado una disminución de su vida útil.

Las variaciones de la tensión actúan de diferente manera en los distintos tipos de equipamiento eléctrico. Por ejemplo, en las baterías de condensadores utilizados para la compensación de potencia reactiva provocan procesos transitorios que conducen a la sobrecarga de los condensadores por corriente y en casos por tensión, como resultado de lo cual, la batería puede salir de servicio en un período, a veces, significativamente rápido en dependencia de la magnitud de la perturbación.

En el caso de los motores, las variaciones de tensión conducen al calentamiento adicional y a la variación del momento al eje. Los bajones de tensión para los motores asíncronos tienden a frenarlos y a procesos de re arranques, pudiendo llegar a situaciones de disparo de protecciones, sobretodo, cuando trabajan simultáneamente grupos de motores.

La presencia de armónicos superiores conduce a la aceleración del envejecimiento del aislamiento, al calentamiento adicional de las partes conductoras de los equipos e instalaciones, al incremento de las pérdidas de energía en las redes, a la operación errática de los esquemas de protecciones eléctricas, al envejecimiento acelerado de las baterías de condensadores provocando su fallo, etc.

La presencia de armónicos superiores también implica el aumento de las pérdidas parásitas e histéresis en los núcleos de motores y transformadores, tanto del sistema eléctrico como de los propios consumidores. De igual manera crean interferencias en los servicios de comunicaciones y transmisión de datos.

La práctica ha demostrado el incremento del error en las lecturas de muchos



UNIVERSIDAD DE CUENCA

contadores de energía del tipo de inducción ante la presencia de armónicos, además de daños mecánicos producidos por los armónicos de orden $3n+2$, cuando estos son significativos, lo que se recomienda la no utilización de este tipo de medidores en redes o consumidores contaminados.

La reducción de la frecuencia conduce a una disminución de la productividad de los accionamientos eléctricos, al trabajo inestable de equipos electrónicos, de mediciones y de sistemas de protecciones. En las centrales termoeléctricas tiene también influencia en las vibraciones de las turbinas, las que tienen bandas estrictas de variaciones admisibles de este parámetro.

2.5 Contaminantes de la red ^[1]

La red se ve contaminada principalmente por:

- La propia Red de Suministro
- Las Cargas conectadas a la red (instalaciones residenciales, industriales, comerciales, etc.).

La contaminación de armónicos generados en la propia red se da por equipamientos electromecánicos de la propia red de suministro ya sea en generación, transmisión y distribución. En general son menos importantes y prácticamente despreciables con bajo nivel de distorsión. Como ejemplos tenemos: saturación en transformadores, equipamiento de compensación estática de reactivo (SVC – con tiristores), estaciones convertidoresdefrecuencia (50 - 60 Hz) en HVDC.

La contaminación de las cargas conectadas a la red viene dada principalmente por cargas residenciales y comerciales. Existe una gran variedad de cargas no lineales con generación de corrientes armónicas que por lo general son pequeñas en tamaño pero muy numerosas, como son:

- Computadores y dispositivos periféricos (impresoras, plotters, scanner, etc.)equipados con fuentes conmutadas,
- Aparatos de TV con fuentes conmutadas,
- Lámparas de descarga gaseosa,



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Reguladores de tensión (dimmers: regulación intensidad de luz, ventilación, etc.)
- Motores con control electrónico de velocidad (bombas de agua, ascensores, etc.).

La norma IEEE 519-1992, relativa a “Prácticas recomendadas y requerimientos para el control de armónicas en sistemas eléctricos de potencia” agrupa a las fuentes emisoras de armónicas en tres categorías diferentes:

- Dispositivos electrónicos de potencia
- Dispositivos productores de arcos eléctricos
- Dispositivos ferromagnéticos

Algunos de los equipos que se ubican en estas categorías son:

- Motores de corriente directa accionados por tiristores
- Inversores de frecuencia
- Fuentes ininterrumpidas UPS
- Computadoras
- Equipo electrónico
- Hornos de arco
- Hornos de inducción
- Equipos de soldadura
- Transformadores sobreexcitados.

Las contaminaciones de la red conllevan a altas corrientes, causando caídas de tensión en las impedancias de la red, como por ejemplo:

- Fallas en los circuitos de transmisión y distribución.
- Recierres automáticos en los esquemas de protecciones de la red.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Conexión y desconexión de grandes cargas (motores asincrónicos, hornos por arco eléctrico, máquinas de soldar, calderas eléctricas, etc.) en función de las potencias de cortocircuito en los puntos de instalación.
- Fallas del aislamiento.
- Condiciones de ferro resonancia.
- Fallas longitudinales en el neutro de los sistemas.
- Sobre compensación de potencia reactiva
- Conmutaciones en los sistemas de transmisión y distribución.
- Descargas atmosféricas (impactos directos e inducidos).

2.6 Compatibilidad Electromagnética ^[11]^[16]

Es la capacidad de un equipo o sistema de funcionar correctamente en un ambiente electromagnético sin introducir ni afectarse sensiblemente por perturbaciones electromagnéticas existentes en el ambiente.

Los temas relacionados con la compatibilidad electromagnética están muy unidos a la calidad general de los sistemas eléctricos, perturbaciones, emisiones y receptores conforman los ambientes electromagnéticos y cuando las emisiones están por encima de la inmunidad de los receptores, esto se convierte en un Sistema Eléctrico sin Calidad Total.

Los tres actores relacionados con la compatibilidad electromagnética son:

- **Emisor:** Dispositivos, equipos o sistemas que emiten o generan perturbaciones electromagnéticas (cambios en la tensión, la corriente, la frecuencia, la potencia, entre otras)
- **Camino de acoplamiento:** Es el medio por donde se propagan las emisiones de perturbaciones. También conocido como medio de acoplamiento electromagnético.
- **Receptor:** Dispositivos, equipos o sistemas cuyo funcionamiento es afectado o degradado por las perturbaciones existentes.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Las perturbaciones siempre están presentes en los sistemas de potencia, lo fundamental es conocerlas y tratar de disminuirlas hasta formar sistemas de potencia con una compatibilidad electromagnética aceptable.

Se han establecido internacionalmente niveles de compatibilidad en los diferentes ambientes electromagnéticos, niveles que viabilicen el funcionamiento adecuado de los equipos, tanto de aquellos que emiten las perturbaciones como de los que son susceptibles a las mismas.

Las asociaciones y entidades normativas (CEI, CENELEC, IEEE, UIE, CIGRE, etc.) han propuesto unos niveles de compatibilidad electromagnética (niveles CEM) para los distintos tipos de perturbación de la onda de tensión (CEI 90-b). Estos niveles coordinan la aptitud de los equipos para soportar unos niveles de perturbación y los niveles de perturbación máximos que deben existir en la red.

En la figura 2.6.1 se puede ver gráficamente. Por un lado se tiene la función de probabilidad de la inmunidad de los equipos, es decir qué probabilidad tienen de ser inmunes a un nivel de perturbación dado. Se considera que deben tener un 95% de probabilidad de ser inmunes al nivel de inmunidad fijado por los niveles CEM. De ello deben encargarse los fabricantes de equipos, con diseños aptos para funcionar con normalidad con esos niveles de perturbación y por otro lado se tiene la función de probabilidad del nivel de perturbaciones existente en el sistema. Se considera que debe haber un 95% de probabilidad de que las perturbaciones sean inferiores al límite de emisión fijado por los niveles CEM. En este caso deben controlarse todos los emisores de perturbaciones de forma que no se sobrepase ese límite en el sistema eléctrico.

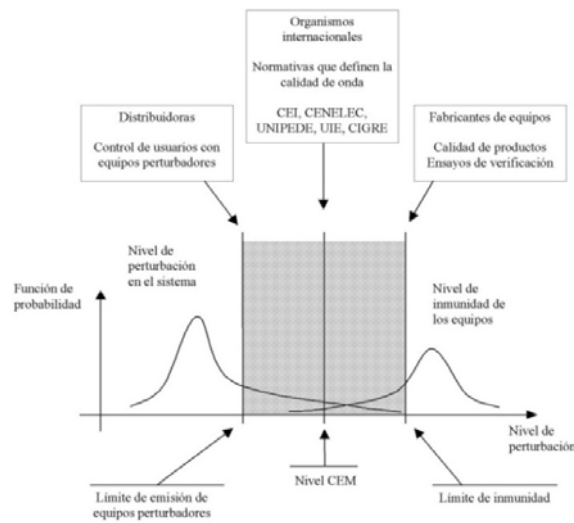


Figura 2.6.1. Niveles de Compatibilidad Electromagnética

Se utiliza el concepto de distribución de probabilidad debido al carácter altamente aleatorio de la mayoría de las perturbaciones existentes en un sistema. En el caso del suministro de electricidad, se considera imposible o con probabilidad cero suministrar un producto eléctrico perfecto. Además, los niveles CEM consideran que los límites fijados deben cumplirse durante el 95% del tiempo y en el 95% de los puntos de la red. Incluyen por tanto una componente aleatoria ligada no sólo al tiempo, sino también al espacio. Un cierto nivel de perturbación es inevitable, aunque sea mínimo. Sólo queda determinar cuál es el óptimo económicamente hablando, ya que serán necesarias inversiones para disminuir o controlar la emisión de perturbaciones y elevar el nivel de inmunidad de los equipos.

2.7 Disturbios relacionados con la calidad de la energía ^[2]

Los mismos que se definen de acuerdo al libro esmeralda de la IEEE:

- *Disturbio (power disturbance)*

Cualquier desviación del valor nominal, o de un límite seleccionado en la tolerancia de la carga, en las características de entrada de la energía de CA.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

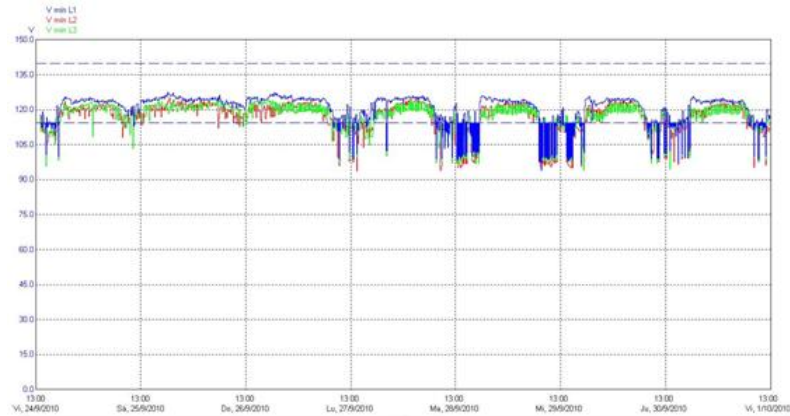


Figura 2.7.1. Disturbio de tensión

- *Transitorio (transient o surge)*

Un disturbio que ocurre en la forma de onda de CA con una duración inferior a medio ciclo y que es evidente por la abrupta discontinuidad que presenta. Puede ser de cualquier polaridad, ya sea aditiva o substractiva a la onda nominal.

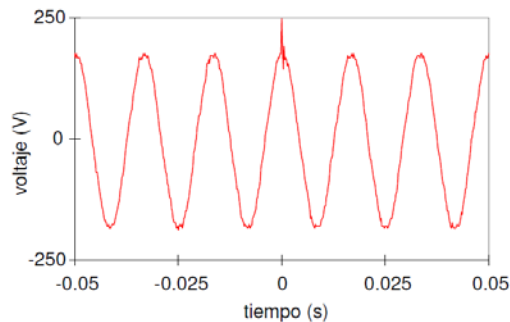


Figura 2.7.2. Transitorio.

- *Ruido de modo común (common- mode noise)*

Es la tensión de ruido que aparece igualmente y en fase desde cada conductor activo y tierra.

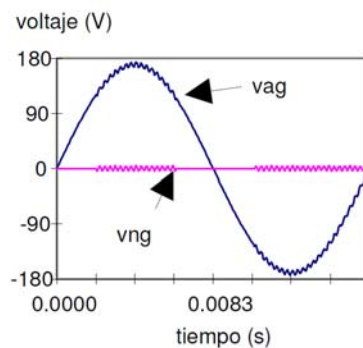


Figura 2.7.3. Ruido de modo común.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- *Ruido de modo diferencial (transverse-mode noise o differential mode noise)*

Señales de ruido medidas entre los conductores activos del circuito que alimenta la carga, pero que no existen entre los conductores activos del circuito y el conductor de puesta a tierra del equipo o a la estructura de referencia de señal.

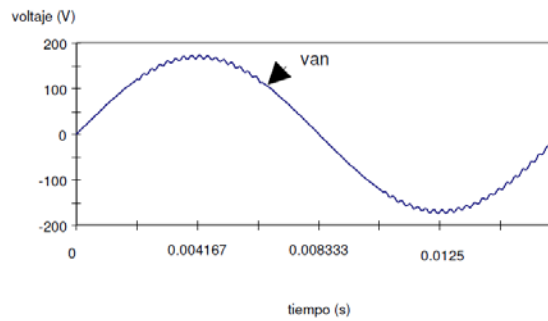


Figura 2.7.4. Ruido de modo diferencial.

- *Interrupción (interruption)*

Es la pérdida completa de tensión por un periodo de tiempo

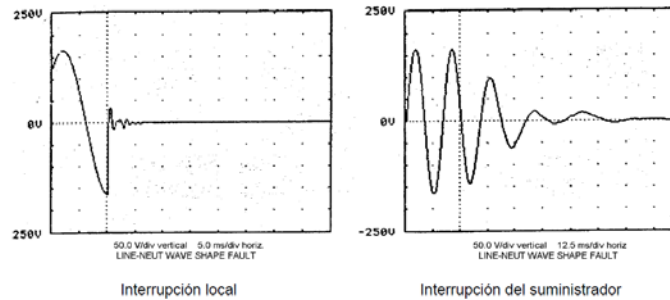


Figura 2.7.5. Interrupciones.

- *Muesca (notch)*

Una conmutación u otro disturbio en la forma de onda de tensión del sistema con duración menor a medio ciclo la cual es inicialmente opuesta en polaridad a la forma de onda normal, siendo por lo tanto substractiva en términos de la amplitud. Incluye la pérdida completa de tensión por medio ciclo.

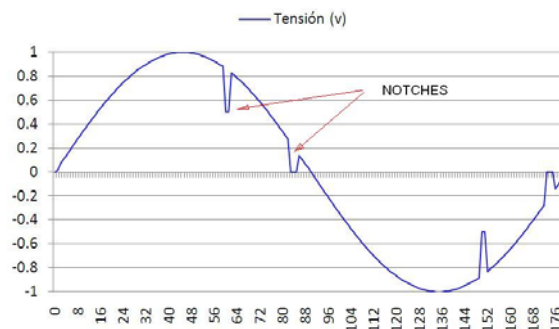


Figura 2.7.6. Muesca.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- *Sobretensión (overvoltage)*

Un incremento en el valor eficaz (rms) de tensión de corriente alterna a la frecuencia del sistema con duración mayor a algunos segundos.

- *Elevación (swell)*

Un incremento en el valor eficaz (rms) de tensión de corriente alterna a la frecuencia del sistema, con duración entre medio ciclo a algunos segundos. Elevación que ocurre en la recuperación desde una falla remota del sistema (ver figura 2.8.2. “swell”).

- *Bajo-tensión (undervoltage)*

Un decremento en el valor eficaz (rms) de tensión de corriente alterna a la frecuencia del sistema con duración mayor a algunos segundos.

- *Depresión (sag)*

Una reducción en el valor eficaz (rms) de tensión de corriente alterna a la frecuencia del sistema, con duración entre medio ciclo a algunos segundos. La terminología que emplea IEC es dip (ver figura 2.8.1. “sag”).

2.8 Variaciones en la magnitud de la tensión^{[15] [16]}

Consisten en variaciones en la amplitud de la onda de tensión y por lo tanto en el valor RMS de la señal. [ANSI C84.11982 recomienda que no se excedan los rangos especificados de 0.9 a 1.1pu]. Típicamente, las variaciones son ocasionadas por operaciones de conmutación o descargas atmosféricas. Pueden ser generadas por los consumidores debido a la conexión y desconexión de sus propias cargas o pueden ser causadas también por las operaciones de conmutación de la empresa distribuidora, tales como los capacitores o interruptores. Las variaciones se presentan como subidas o caídas de tensión. Las variaciones de tensión pueden ser divididas en dos categorías:

Baja tensión. Se llama así a los decrementos en la tensión rms en la forma de onda que ocurren a la frecuencia fundamental y donde el tiempo de duración es mayor a unos cuantos segundos. Normalmente se habla de una baja tensión cuando se tienen valores menores al 10% del valor nominal como se indica en la figura 2.8.1.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Las variaciones de tensión de tiempos entre medio ciclo y algunos segundos son comúnmente conocidos como sags (caída súbita de tensión) y swells (elevación súbita de tensión).

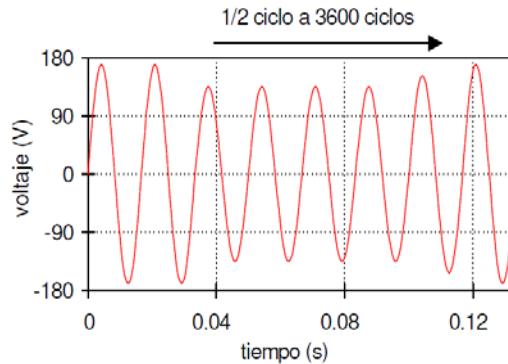


Figura 2.8.1. “Sag”.

La disminución de la tensión puede ocurrir como consecuencia de:

- Cargas grandes tales como motores o soldadoras eléctricas que estén en el mismo circuito.
- Caída total de la tensión en las líneas del circuito de distribución, por arranque de motores.
- Por fallas eléctricas en los circuitos alimentados desde la misma fuente de generación.

Cuando un consumidor final experimenta una tensión de servicio menor que el límite adecuado nominal de operación, se puede considerar que está experimentando una situación de baja tensión. Una condición de este tipo puede ser provocada por varios factores, como una instalación eléctrica domestica sobrecargada o mala, malas conexiones o una caída de tensión en el sistema.

Sobretensión. Se llama así, a los incrementos en la tensión rms en la forma de onda que ocurre a la frecuencia fundamental y donde el tiempo de duración es mayor a unos cuantos segundos como se indica en la figura 2.8.2. Normalmente se habla de una sobretensión cuando se tienen valores superiores al 10% del valor



UNIVERSIDAD DE CUENCA

nominal. Pueden ocasionarlos las descargas de rayos o la interrupción de cargas grandes.

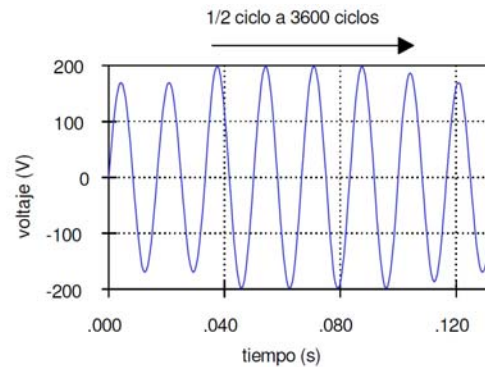


Figura 2.8.2. "Swell".

Desbalances: Es la pérdida de la simetría en las señales de tensión de fases en un sistema trifásico, puede ser una variación en la amplitud de una o más fases o en los ángulos de desfase de las señales diferentes a 120° , tal como se aprecia en la figura 2.8.3. Las corrientes desequilibradas son las principales causantes de las tensiones desequilibradas. Cargas monofásicas mal distribuidas entre las fases y desigualdad en las capacidades de fase a tierra en líneas de transporte.

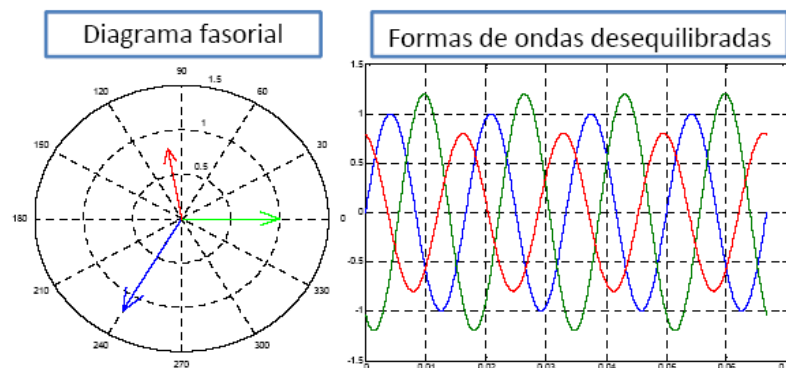


Figura 2.8.3. Desbalance.

Los motores de inducción que se alimenten con tensiones desequilibradas producen grandes corrientes desequilibradas que aumentan la temperatura de la máquina fundamentalmente desde el rotor.

Las protecciones de secuencia negativa y secuencia cero de los grandes generadores y los motores pueden operar. Aumenta la contaminación armónica de



los convertidores polifásicos de potencia. Son tolerables por un corto período de tiempo de pocos segundos a un minuto, pero no más.

2.9 Deformación de la onda de la tensión

Transitorios: Son variaciones en la forma de onda de tensión que dan como resultado condiciones de sobretensión durante una fracción de ciclo de la frecuencia fundamental. Las fuentes comunes de estos transitorios son los rayos, operación de los dispositivos de interrupción de los sistemas eléctricos y el arqueado de conexiones flojas o fallas intermitentes.

Estos cambios muy rápidos que ocurren en las señales de tensión y de corriente, se clasifican en dos tipos: impulsivos y oscilatorios.

Algunos equipos como los electrónicos tales como televisores, computadoras y otros suelen tener un bajo nivel de inmunidad a los transitorios.

Cualquiera sea su categoría, los impulsivos y los oscilatorios pueden ser perjudiciales para los sistemas y circuitos eléctricos, en dependencia de la amplitud, la velocidad de variación y la duración. Los transitorios oscilatorios duran más tiempo y por tanto resultan perjudiciales para los circuitos de control y mando, equipos de televisión y de computadoras. Los transitorios impulsivos pueden deteriorar los materiales aislantes de equipos electrónicos, electrodomésticos, computadoras, etc.

En las figuras 2.9.1 y 2.9.2 se pueden ver un impulso y un transitorio oscilatorio.

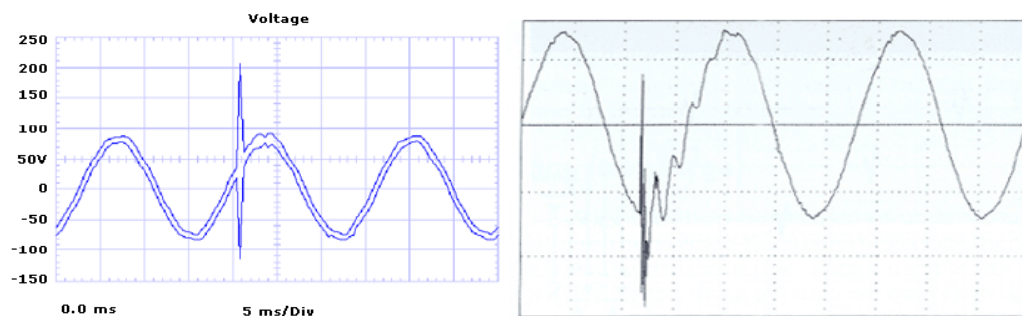


Figura 2.9.1. “Transitorio impulsivo” Figura 2.9.2. “Transitorio oscilatorio”.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Muecas (Notches) Disturbio en la tensión que dura menos de medio ciclo y que inicialmente tiene polaridad opuesta a la tensión normal, de tal manera que el disturbio se resta a la forma de onda nominal. Las muecas o “notches” son ocasionadas por cortos entre fases debido a la conmutación de los SCRs. Cuando un SCR se debe encender y el de otra fase se debe apagar hay un corto tiempo en el cual los dos conducen y se ocasiona el corto entre fases.

Pueden perturbar equipos electrónicos y dañar componentes inductivos por el elevado crecimiento de la velocidad de variación de la tensión en el tiempo. La mayor parte de las muecas son atenuadas por los transformadores y no se propagan a líneas de media o alta tensión. Estos problemas normalmente no se propagan por la red y se originan en la misma industria.

En la figura 2.9.3 se representa un ejemplo de “notches”

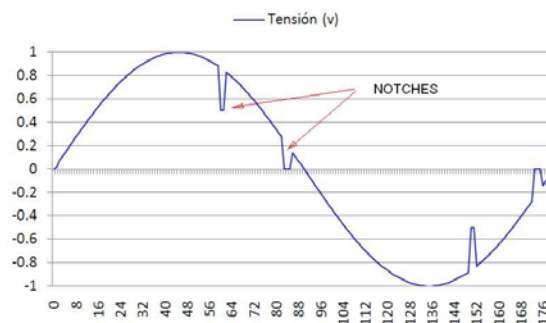


Figura 2.9.3. Gráfica en el tiempo de una “muesca”.

Armónicos: Son señales senoidales de frecuencias múltiplos enteros de la frecuencia fundamental del tensión o corriente. Estas señales se suman a la señal de frecuencia fundamental produciendo deformación en la onda senoidal original. La distorsión armónica es una forma de ruido eléctrico. Las cargas lineales, las que toman corriente en proporción directa de tensión aplicado, no generan grandes niveles de armónicas.

Las cargas no lineales toman corrientes en pulsos. Estas corrientes crean caídas de tensión en todo el sistema como resultado de la interacción de la corriente con la impedancia del sistema. Las distorsiones de tensión creadas por las cargas no



UNIVERSIDAD DE CUENCA

lineales pueden crear distorsión de tensión más allá del sistema interno de una planta, a través del sistema de la empresa distribuidora, en las instalaciones de otro usuario.

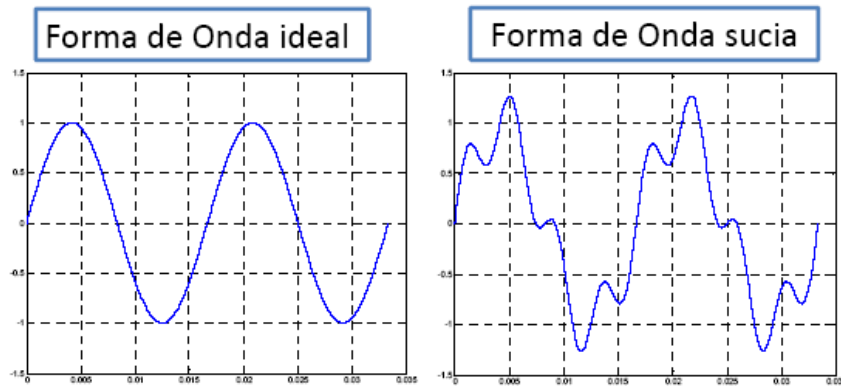


Figura 2.9.4. Grafica en el tiempo del efecto armónico

A continuación se enumeran algunas de las consecuencias de la presencia de armónicos:

- Pérdidas adicionales de los sistemas y por tanto reducción de su eficiencia.
- Deterioro prematuro de los equipos.
- Disparo inesperados e innecesarios de las protecciones eléctricas.
- Perturbaciones a sistemas débiles tales como sistemas de telecomunicaciones, telemando, computadoras, televisores.
- Vibraciones y ruidos acústicos en algunas máquinas como motores y transformadores.
- Pares pulsantes en máquinas giratorias.
- Calentamiento de los capacitores que se emplean en la compensación de potencia reactiva.
- Pérdidas de precisión de los aparatos de medición.
- Calentamiento y destrucción de los neutros debido a los terceros armónicos y sus múltiplos.



2.10 Tolerancia de los equipos ^[15] ^[16]

Tanto las variaciones rápidas ("sag" y "swell") como las variaciones de larga duración ("baja-tensión" y "sobretensión") pueden ocasionar mal funcionamiento si se sobrepasan los límites de tensión. No siempre se ocasiona mal funcionamiento por variación de tensión. Si la magnitud y la duración del disturbio son pequeñas no producen mal desempeño.

El ruido y los impulsos pueden ocasionar mal funcionamiento en cargas con circuitos electrónicos, especialmente equipos de cómputo. El mal desempeño puede ocasionar que el equipo se detenga y se inhiba.

Este alto en el funcionamiento se puede manifestar como un error de paridad, un teclado bloqueado, un error de lectura, escritura o pérdida de archivos. Por otro lado, si los impulsos son de magnitud considerable, los daños pueden llegar a ser incluso hasta físicos.

Frecuentemente este tipo de problemas se atribuyen a inconvenientes del software o del hardware. El ruido y los impulsos son aleatorios y pueden pasar inadvertidos.

El nivel de susceptibilidad a los disturbios en la tensión de alimentación en los equipos de cómputo es difícil de medir. Así, los fabricantes de estos equipos han generado una gráfica denominada curva CBEMA, la cual indica los niveles de tolerancia de los mismos.

Un impulso transitorio con duración de una centésima de ciclo y con magnitud de 3,5 la tensión pico nominal (punto "a" en la figura 2.10.1) no es permisible, mientras que uno con la misma duración pero con 1,5 el valor pico nominal (punto "b" en la figura 2.10.1) sí es tolerable.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

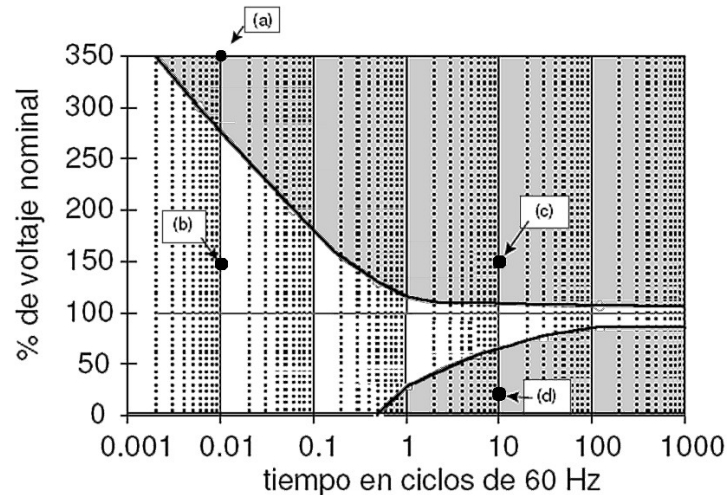


Figura 2.10.1. Perfil de duración permisible a variaciones de tensión (Curva CBEMA)

Por otro lado, un “swell” con duración de 10 ciclos y magnitud de 1,5 veces el valor rms nominal (punto “c” en la figura 2.10.1), o bien un “sag” con la misma duración pero con 0,25 veces el valor rms nominal (punto “d” en la figura 2.10.1), pudiera no ser tolerado por el equipo. De esta forma, aquellos disturbios en la tensión de alimentación que queden dentro de las zonas en color oscuro, pudieran ocasionar alguno o varios de los problemas que ya se mencionaron, mientras que uno que quede dentro de la zona en color claro pasará inadvertido por el equipo.

En sistemas eléctricos industriales los “sags” son los disturbios eléctricos más comunes y éstos pueden ser causados por fallas dentro o fuera de la planta. Otra causa de “sags” son los arranques de motores grandes, aunque en este caso la caída de tensión no es tan severa.

El perfil de duración permisible a disminuciones de tensión puede variar de fabricante en fabricante y de modelo en modelo; también si una misma disminución de tensión se presenta bajo dos condiciones distintas de operación, otro factor que afecta el perfil de duración, es la edad de los equipos. A medida que el tiempo avanza, los elementos que integran los equipos se van deteriorando y tienden a ser más susceptibles a variaciones de tensión.



2.11 Calidad del Producto ^{[15] [26]}

La calidad del producto técnico se evalúa en base al control del nivel de tensión, perturbaciones y factor de potencia.

2.11.1 Indicadores de Calidad de Producto

Desviación de tensión

$$\Delta V = \frac{V - V_{nom}}{V_{nom}} \quad [2.1]$$

ΔV : Desviación de tensión con respecto a la tensión nominal

V: valor de la tensión medida

V_{nom} : valor de tensión nominal del sistema.

Fluctuación rápida de tensión (parpadeo, flicker)

Se refiere a las fluctuaciones en el nivel de tensión. Estas son debidas a la conexión de cargas cíclicas como hornos eléctricos o por oscilaciones subarmónicas (se refiere a señales de frecuencia menor a la fundamental). Por lo general este efecto se observa fácilmente en el cambio de intensidad de las lámparas y ruido acelerado y desacelerado de motores.

$$P_{st} = \sqrt{(0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50})} \quad [2.2]$$

P_{st} : Índice de severidad del flicker de corta duración

$P_{0.1}$, P_1 , P_3 , P_{10} , P_{50} : Niveles de efecto flicker que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del período de observación.



Distorsión Armónica Total

Una armónica está definida como una frecuencia múltiplo de la frecuencia fundamental (en este caso 60 Hz).

Los valores de distorsión están definidos en % de cantidades eléctricas, estos valores son muy utilizados para conocer el grado de contaminación de las redes eléctricas.

Para la tensión

$$THD_v = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots}}{V_1} \times 100 \quad [2.3]$$

Para la corriente

$$THD_i = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots}}{I_1} \times 100 \quad [2.4]$$

Para armónicas individuales

$$IHD_n = \frac{V_n}{V_1} \times 100 \quad [2.5]$$

Factor de potencia

El factor de potencia es un indicador de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica, para producir un trabajo útil, es decir, es el porcentaje de la potencia entregada por la empresa eléctrica que se convierte en trabajo en el equipo conectado. En otras palabras, es la relación entre las Potencias Activa (P) y Aparente (S). Si la onda de corriente alterna es perfectamente senoidal, FP y Cosp coinciden.

Si la onda no es perfecta, S no estaría únicamente compuesta por P y Q, sino que aparece una tercera componente, la potencia de distorsión D, la misma que es representada por la suma de todas las potencias que genera la distorsión.

Si en una instalación hay una Tasa de Distorsión Armónica (THD) alta y debido a que hay corrientes armónicas. Estas corrientes armónicas, junto con la tensión a la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

que está sometido el conductor dan como resultado una potencia, que si fuese ésta la única distorsión en la instalación, su valor correspondería con el total de las distorsiones D , gráficamente se vería así:

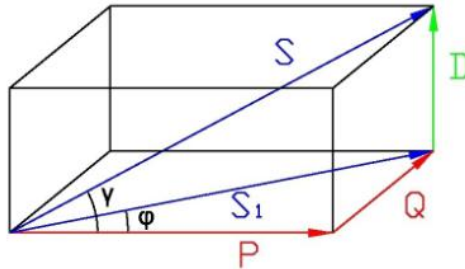


Figura 2.11.1. Factor de potencia considerado el desplazamiento

La cara inferior del prisma muestra el triángulo rectángulo anterior, pero la hipotenusa no es ahora S , sino S_1 , ya que S tiene en cuenta a D en su composición. El prisma completo muestra dos ángulos ϕ , γ : Ahora el ángulo importante no es ϕ ya que no tiene en cuenta a D , sino γ .

Atendiendo a la definición de Factor de Potencia, como la relación entre P y S se obtiene la siguiente expresión:

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 - D^2}} \quad [2.6]$$

Concluyendo FP y $\text{Cos}\phi$, son dos términos distintos y dependen de diferentes componentes:

$\text{Cos}\phi$: Sólo depende de las Potencias Activa (P) y Reactiva (Q).

FP : Depende de las Potencias Activa (P), Reactiva (Q) y de las Distorsiones (D).

En el caso de que el flujo eléctrico sea perfecto y no haya distorsiones ($D=0$), ambos coincidirán.



2.12 Normativas Internacionales ^[3] ^[4] ^[6]

Norma EN 50160

La norma EN 50160 proporciona los principales parámetros de tensión y los correspondientes márgenes de desviación permisibles en el punto de acoplamiento común (PCC) del usuario en sistemas públicos de distribución de electricidad en baja tensión (BT) y de media tensión (MT), en condiciones de funcionamiento normales. En este contexto, BT significa que la tensión eficaz nominal entre fases no supera los 1.000 V y MT significa que el valor eficaz nominal está comprendido entre 1 kV y 35 kV.

La EN 50160 sólo proporciona límites generales que son técnica y económicamente factibles de mantener por el proveedor en sistemas de distribución públicos. En aquellos casos en que se requieran unas condiciones más rigurosas, será preciso negociar un acuerdo detallado entre el proveedor y el consumidor. En la tabla 2.12.1 se indica los límites de parámetros eléctricos según la norma EN 50160.

Nº	Parámetro	Norma EN 50160
1	Frecuencia	BT, MT: valor medio de la fundamental medida a lo largo de 10 seg. ±1% durante el 99,5% de la semana - 6%/+4% durante el 100% de la semana.
2	Variaciones de la tensión suministrada	BT, MT: ±10% durante el 95% de la semana, media de valores eficaces, medidos en periodos de 10 minutos.
3	Cambios bruscos de tensión	BT: 5% normal 10% infrecuente Plt ≤ 1 para el 95% de la semana MT: 4% normal 6% infrecuente Plt ≤ 1 para el 95% de la semana.
4	Huecos en la tensión suministrada.	La mayoría: duración <1 seg., caída <60% Caídas locales limitadas causadas por una carga al conectarse: BT: 10 – 50%, MT: 10 – 50%
5	Interrupción breve de la tensión de suministro	BT, MT: (hasta 3 minutos) Pocas decenas – pocas centenas / año Duración del 70% de las interrupciones < 1 seg.
6	Interrupción prolongada de la tensión de suministro	BT, MT: (mayor de 3 minutos) <10 – 50/año



UNIVERSIDAD DE CUENCA

7	Sobretensión temporal a la frecuencia de la red	BT: <1,5 KV rms MT:1,7Uc (directamente a tierra o a través de una impedancia) 2,0 Uc (sin toma de tierra o tierra compensada)
8	Sobretensiones transitorias	BT: generalmente <6kV, ocasionalmente mayor, tiempo de subida: ms - μs.
9	Desequilibrio de tensión de suministro	BT, MT hasta 2% durante el 95% de la semana, media de valores eficaces medidos en periodos de 10 minutos, hasta el 3% en algunos lugares.
10	Tensión armónica	BT, MT: véase Tabla 2.12.2

Tabla 2.12.1. Resumen de los límites según norma EN 50160

Los valores de las tensiones armónicas individuales admisibles en los terminales de entrada para órdenes de hasta 25, dados en porcentaje de Un se muestran en el tabla 2.12.2.

Armónicos impares				Armónicos pares	
No múltiplos de 3		Múltiplos de 3			
Orden <i>h</i>	Tensión relativa (%)	Orden <i>h</i>	Tensión relativa (%)	Orden <i>h</i>	Tensión relativa (%)
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1.5	4	1
11	3.5	15	0.5	6 24	0.5
13	3	21	0.5		
17	2				
19	1.5				
23	1.5				
25	1.5				

Tabla 2.12.2 Valores de armónicos de tensión admisibles según la EN 50160.

Norma IEC 61000-4-30

La IEC 61000-4-30 describe métodos de medida para cada uno de los parámetros que definen la calidad del suministro eléctrico, con objeto de conseguir medidas en sitio fiables, repetibles y comparables, independientemente del equipo de medida empleado.

Para ello establece dos modos de funcionamiento, denominados clase A y clase B. El primero de ellos corresponde a medidas de menor incertidumbre, por ejemplo



UNIVERSIDAD DE CUENCA

para aplicaciones contractuales, verificación de cumplimiento de normas, reclamaciones, etc. En la tabla 2.12.3 se muestra un resumen general de la norma:

	CLASE A			CLASE B		
	Intervalo básico medida	Incertidumbre	Evaluación	Intervalo básico medida	Incertidumbre	Evaluación
Frecuencia	10 s	$\pm 0,01\%$ Hz	En canal referencia	S. F.	S. F.	S. F.
Tensión	10 ciclos	$\pm 0,1\%$ UdIn	Intervalos agregación	S. F.	$\pm 0,5\%$ UdIn	S. F.
Corriente (Informativo)	10 ciclos	$\pm 0,1\%$ rango	Intervalos agregación	S. F.	$\pm 2,0\%$ rango	S. F.
Armónicos tensión	IEC 61000-4-7, clase 1, ventana de 10 ciclos		Intervalos agregación	S. F.	S. F.	S. F.
Armónicos corriente (Informativo)	IEC 61000-4-7, clase 1, ventana de 10 ciclos		Intervalos agregación	S. F.	S. F.	S. F.
Flicker	IEC 61000-4-15			S. F.	S. F.	S. F.
Desequilibrio	10 ciclos	$\pm 0,15\%$	UI/Ud; Uh/Ud Intervalos agregación	S. F.	S. F.	S. F.
Hueco de tensión	1 ciclo	$\pm 0,2\%$ Udn 1 ciclo	Urms(1/2), dependiente frecuencia	1 ciclo	$\pm 1,0\%$ UdIn 1 ciclo	Urms(1/2)
Sobretensión temporal	1 ciclo	$\pm 0,2\%$ Udn 1 ciclo	Urms(1/2), dependiente frecuencia	1 ciclo	$\pm 1,0\%$ UdIn 1 ciclo	Urms(1/2)
Interrupción	1 ciclo	2 ciclos	Urms(1/2), dependiente frecuencia	1 ciclo	2 ciclos	Urms(1/2)
Corriente de arranque	½ ciclo	$\pm 0,5\%$ lectura ½ ciclo	1½ ciclo	S. F.	$\pm 0,5\%$ lectura ½ ciclo	S. F.



S. F.: Según fabricante.

UdIn: Tensión declarada (tensión nominal salvo acuerdo entre distribuidor y cliente) obtenida en el secundario de un transductor de tensión.

Ud, UI, Uh: Secuencia directa, inversa y homopolar de la tensión.

Urms (1/2): Valor eficaz de la tensión en 1 ciclo, actualizado cada ½ ciclo.

I ½ ciclo: Valor eficaz de la corriente en medio ciclo.

Intervalos agregación : 150 ciclos (-3s); 10 minutos; 12 intervalos de 10 minutos (= 2 horas)

Tabla 2.12.3. Resumen de norma IEC 61000

Norma IEEE 519

En 1981, el Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE) elaboró el estándar IEEE- 519 titulado “Prácticas Recomendadas y Requerimientos para control de armónicas en sistemas de potencia”. El documento establece los niveles de distorsión de tensión aceptables en sistemas de distribución al mismo tiempo que establece límites en la distorsión armónica de corriente que los consumidores pueden “inyectar” al sistema.

Las recomendaciones de IEEE std 519 “*IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems*” son las siguientes:

Tensión de barra	IHD	THD
≤ 69 KV	3.0	5.0
69 KV < V _{bus} ≤ 161 KV	1.5	2.5
> 161 KV	1.0	1.5

Tabla 2.12.4. Límites de distorsión de tensión

Máxima corriente de distorsión en % de I_L. Para armónicas impares

I _{cc} / I _L	<11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	TDD
<20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20 < 50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50 < 100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100 < 1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Tabla 2.12.5. Límites de distorsión de corriente para sistemas de 120 V a 69 KV



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para armónicas pares se incrementa el límite en 25% de las impares
Máxima corriente de distorsión en % de I_L . Para armónicas impares

I_{cc} / I_L	<11	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
<20	2.0	1.0	0.75	0.3	0.15	2.5
20<50	3.5	1.75	1.25	0.5	0.25	4.0
50<100	5.0	2.25	2.0	0.75	0.35	6.0
100<1000	6.0	2.75	2.5	1.0	0.5	7.5
>1000	7.5	2.5	3.0	1.25	0.7	10.0

Tabla 2.12.6. Límites de distorsión de corriente para sistemas de 69 001 V a 161 KV

Para armónicas pares se incrementa el límite en 25% de las impares
Máxima corriente de distorsión en % de I_L . Para armónicas impares

I_{cc} / I_L	<11	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
<50	2.0	1.0	0.75	0.3	0.15	2.5
>50	3.0	1.5	1.15	0.45	0.22	3.75

Tabla 2.12.7 Límites de distorsión de corriente para sistemas mayores a 161 KV

Para armónicas pares se incrementa el límite en 25% de las impares

I_{cc} Corriente máxima de corto circuito

I_L Corriente máxima de demanda (fundamental).

2.13 Calidad del Servicio Comercial ^[13]

Las empresas de distribución eléctrica tienen la obligación de ejecutar un conjunto de servicios comerciales relacionados y necesarios para mantener un nivel adecuado de satisfacción a los clientes.

La Calidad del Servicio Comercial se evalúa generalmente sobre tres aspectos, los mismos que sólo son de aplicación en las actividades de distribución de la energía eléctrica.

Trato al Cliente

El distribuidor debe brindar al cliente un trato razonable, satisfactorio y sin atrasos prolongados o excesivos a sus solicitudes y reclamos. En todos los casos, los



UNIVERSIDAD DE CUENCA

indicadores son plazos máximos fijados al distribuidor para el cumplimiento de sus obligaciones, éstos por lo general son:

- Solicitudes de Nuevos Suministros o Ampliación de Potencia Contratada.
- Reconexiones.
- Opciones Tarifarias.
- Reclamos Comerciales.

Medios a disposición del Cliente:

La finalidad de estos medios es garantizar que el distribuidor brinde al cliente una atención satisfactoria y proporcione toda la información necesaria, de una manera clara, sobre todos los trámites que el cliente puede realizar ante el distribuidor y la autoridad, así como los derechos y obligaciones del cliente y distribuidor, los indicadores generalmente están dirigidos a los temas de:

- Facturas.
- Respuesta a consultas.
- Centros de atención telefónica/fax, etc.

Precisión de medida de la energía facturada.

La energía facturada para un suministro, no debe incluir errores de medida que excedan los límites de precisión establecidos por norma para los instrumentos de medida de tales suministros.

2.14 Calidad del Servicio Técnico^[15]

La calidad de suministro se expresa en función de la continuidad del servicio eléctrico a los clientes, es decir, de acuerdo al tiempo y frecuencia de las interrupciones del servicio.

Para evaluar la calidad de servicio técnico, se toman en cuenta indicadores que miden el número de interrupciones del servicio eléctrico, la duración de las mismas y la energía no suministrada a consecuencia de ellas. El período de control de interrupciones generalmente es de seis (6) meses o un año.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Se considera como interrupción a toda falta de suministro eléctrico en un punto de entrega. Las interrupciones pueden ser causadas, entre otras razones, por salidas de equipos de las instalaciones del distribuidor u otras instalaciones que lo alimentan y que se producen por: mantenimiento, maniobras, ampliaciones, etc., o aleatoriamente por mal funcionamiento o fallas; lo que incluye, consecuentemente, aquellas que hayan sido programadas oportunamente.

Generalmente en las Normativas y Regulaciones, no se consideran las interrupciones totales de suministro cuya duración es menor de tres (3) minutos ni las relacionadas con casos de fuerza mayor debidamente comprobados y calificados como tales por los entes reguladores.

Frecuencia de interrupción.

Corresponde la evaluación del número de interrupciones del servicio eléctrico que sufren los consumidores por causas imputables a la empresa distribuidora, generalmente se mide con un indicador llamado Frecuencia Media de Interrupción, el cual evalúa en un período determinado, la cantidad de veces que el kVA promedio sufrió una interrupción de servicio.

Tiempo de interrupción.

Evalúa el tiempo en el cual los consumidores no cuentan con el servicio eléctrico por causas imputables a la empresa de distribución eléctrica, se mide por medio de un indicador llamado Tiempo Total Medio de Interrupción, el cual se calcula como el tiempo medio en que el kVA promedio no tuvo servicio en un período determinado.



3 Evaluación de la Calidad del Producto Eléctrico en las Empresas de Distribución Ecuatorianas.

3.1 Introducción ^{[20] [21] [22] [27]}

Previo al análisis de la calidad del producto en las empresas de Distribución seleccionadas, es necesario conocer lo que el marco legal exige sobre la calidad de energía, es así que tenemos:

La Constitución Política del Estado en el artículo 52 señala

Que las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.

La Ley Orgánica de Defensa del Consumidor

En su artículo 4, numerales 2, 3 y 5, indica los derechos del consumidor de la siguiente manera:

Derechos del Consumidor.- Son derechos fundamentales del consumidor, a más de los establecidos en la Constitución Política de la República, tratados o convenios internacionales, legislación interna, principios generales del derecho y costumbre mercantil, los siguientes:

- Derecho a que proveedores públicos y privados oferten bienes y servicios competitivos, de óptima calidad y a elegirlos con libertad;
- Derecho a recibir servicios básicos de óptima calidad;
- Derecho a un trato transparente, equitativo y no discriminatorio o abusivo por parte de los proveedores de bienes o servicios, especialmente en lo referido a las condiciones óptimas de calidad, cantidad, precio, peso y medida.

Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE) en sus artículos 2 y 5 indica:

Que el estado es el titular de la propiedad inalienable e imprescriptible de los recursos naturales que permiten la generación de energía eléctrica. Por tanto, solo él, por intermedio del Consejo Nacional de Electricidad como ente público competente, puede concesionar o delegar a otros sectores de la economía la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Se fijan los objetivos fundamentales de la política nacional en materia de generación, transmisión y distribución de electricidad, siendo entre otros:

- Proporcionar al país un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad que garantice su desarrollo económico y social;
- Asegurar la confiabilidad, igualdad y uso generalizado de los servicios e instalaciones de transmisión y distribución de electricidad.

Contrato de Concesión

A partir del año de 1999, el CONELEC² y las empresas distribuidoras han procedido con la suscripción de los contratos de concesión, a través de los cuales se delega, autoriza y otorga la concesión específica para que mediante ella las distribuidoras ejecuten el servicio público de distribución y comercialización de energía eléctrica dentro de su área de concesión geográfica, por un período de treinta años, contados a partir de la fecha de suscripción.

En una de sus cláusulas³ establece las características técnicas y parámetros de calidad del servicio “La CONCESIÓN otorgada implica que el CONCESIONARIO está obligado a satisfacer los requerimientos de potencia y energía actual y futura dentro del área geográfica concedida, en las condiciones establecidas en los reglamentos y normas respectivas. En vista de que el Sistema Eléctrico del área de concesión forma parte del Sistema Nacional Interconectado, el concesionario está obligado a cumplir con los parámetros de calidad establecidos en los Reglamentos, regulaciones y demás normas pertinentes.”

Reglamento Sustitutivo del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad

Que mediante Decreto Ejecutivo No. 592 de 11 de febrero de 1999, promulgado en el Registro Oficial No. 134 de 23 de febrero del mismo año, se dictó el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad que contiene las normas para la prestación del servicio eléctrico de distribución y para las relaciones entre el distribuidor y el consumidor en los aspectos técnicos y comerciales.

² CONELEC: Consejo Nacional de Electricidad

³ Cláusula décimo primera para el caso de CENTROSUR



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Que la experiencia en la aplicación de las disposiciones contenidas en el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, ha demostrado la necesidad de introducir modificaciones a las mismas, con el objeto de normar de mejor manera las actividades concernientes al servicio de distribución y comercialización de la energía; y, en ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 171 número 5 de la Constitución Política vigente, decreta:

Expedir el siguiente REGLAMENTO SUSTITUTIVO DEL REGLAMENTO DE SUMINISTRO DEL SERVICIO DE ELECTRICIDAD.

En donde su artículo.-. 1 Objetivo y alcance indica: El presente reglamento contiene las normas generales que deben observarse para la prestación del servicio eléctrico de distribución y comercialización; y, regula las relaciones entre el distribuidor y el consumidor, tanto en los aspectos técnicos como en los comerciales.

Las disposiciones del presente reglamento serán complementadas con regulaciones aprobadas por el CONELEC y por instructivos y procedimientos dictados por los distribuidores de conformidad con este reglamento, para facilitar su aplicación.

Es así que en la SECCIÓN III Evaluación de la prestación del servicio en su artículo 8, Evaluación del servicio indica: Los distribuidores deberán proporcionar el servicio dentro de los niveles de calidad exigidos en la regulación pertinente, para lo cual adecuarán sus instalaciones, organización, estructura y procedimientos técnicos y comerciales.

La evaluación de la prestación del servicio se efectuará considerando los siguientes aspectos:

- a) Calidad del Producto:
 - Nivel de tensión
 - Perturbaciones
 - Factor de potencia
- b) Calidad del Servicio Técnico:
 - Frecuencia de interrupciones



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Duración de interrupciones; y,
- c) Calidad del Servicio Comercial:
 - Atención de solicitudes de servicio.
 - Atención y solución de reclamos.
 - Errores en la facturación.

El CONELEC emitirá las regulaciones que incluyan la modalidad, el procedimiento de evaluación e índices de calidad sobre los aspectos mencionados.

En sus DISPOSICIONES TRANSITORIAS se tiene:

PRIMERA.- Para que los distribuidores puedan llegar a los niveles de calidad exigidos en las disposiciones del artículo 8 de este Reglamento y en la Regulación de Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución, se establecen las siguientes etapas de transición:

- a) Etapa de actualización: Se iniciará en la fecha de promulgación del presente Reglamento Sustitutivo y tendrá una duración de doce meses. Dentro del primer mes, los distribuidores presentarán al CONELEC un cronograma de las actividades que se comprometen a cumplir en relación con la evaluación de la calidad del servicio y la aplicación del reglamento y las regulaciones, tanto en esta etapa como en la siguiente.
- b) El cronograma incluirá las actividades que se encuentran en desarrollo, las pendientes y la reformulación de aquellas que hubieren sido realizadas de manera parcial o sin sujetarse a las disposiciones de la regulación.
- c) Durante la etapa de actualización, los distribuidores estudiarán los procedimientos para la aplicación de la Regulación de Calidad, identificarán la información necesaria y efectuarán, al menos en muestras piloto, las mediciones y registros para evaluar los diferentes parámetros de calidad. Al final de la etapa de actualización, los distribuidores presentarán al CONELEC el informe respectivo sobre las actividades desarrolladas;
- d) Etapa de prueba y control: Se iniciará a partir de la finalización de la etapa anterior y tendrá una duración máxima de doce meses. Durante esta etapa, los distribuidores llevarán a cabo el desarrollo de las actividades



UNIVERSIDAD DE CUENCA

programadas para evaluar la calidad y presentar la información correspondiente, hasta cumplir con las disposiciones de la Regulación de Calidad y con el cronograma; y,

- e) Etapa final: Se iniciará a partir de la culminación de la etapa de prueba. Para esta etapa y en adelante, las disposiciones de la Regulación sobre la Calidad del Servicio, se aplicarán en forma total, tanto para las mediciones de los parámetros y cálculo de los índices de calidad, como para el control de los límites de tolerancia. Así mismo, a partir de esta etapa se aplicarán las compensaciones que los distribuidores deberán reconocer a los consumidores por incumplimientos, de conformidad con lo señalado en el contrato de concesión y sus anexos.

El desarrollo de las diferentes actividades señaladas se efectuará bajo la supervisión y control del CONELEC.

SEGUNDA.- Las empresas distribuidoras dentro de un plazo máximo de 180 días contados a partir de la publicación del presente reglamento, realizarán las acciones necesarias a fin de suscribir el contrato de suministro del servicio de acuerdo al modelo aprobado por el CONELEC, con aquellos consumidores que no le hubieren efectuado.

TERCERA.- Deróguese el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 592 de 11 de febrero de 1999, publicado en el Registro Oficial No. 134 de 23 de febrero de 1999 y su reforma expedida mediante Decreto Ejecutivo No. 1665 publicado en el Registro Oficial No. 341 de 25 de mayo de 2004 (171).

Artículo final.- De la ejecución del presente decreto ejecutivo, que entrará en vigencia a partir de la fecha de su publicación en el Registro Oficial, encárguese al Consejo Nacional de Electricidad.

En lo referente a la regulación emitida por el CONELEC en el año 2001, es la que se viene aplicando, en la misma nos da la modalidad, el procedimiento de evaluación e



UNIVERSIDAD DE CUENCA

índices de calidad sobre los aspectos mencionados; la regulación se adjunta como anexo 3.1.

3.2 Evaluación de la Calidad del Producto Eléctrico en las Empresas de Distribución Ecuatorianas^{[7] [8] [9] [26]39[40]}

Las empresas de distribución que han sido seleccionadas son: Unidad Eléctrica de Guayaquil, Empresa Eléctrica Quito, CNEL. Santo Domingo y Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., la selección de las empresas se realizó considerando dos aspectos: primero, representación de las Empresas de Distribución de la Costa como de la Sierra y segundo, experiencia, de empresas que vienen realizando mediciones de Calidad del Producto.

3.2.1 Calidad de Servicio en la Unidad Eléctrica de Guayaquil (UEG)

Antecedentes

El área de concesión de la Unidad Eléctrica de Guayaquil cubre alrededor del 0,55% del territorio ecuatoriano y corresponde a 1.399 km². Comprende el cantón Guayaquil de la provincia de Guayas.

La Unidad Eléctrica de Guayaquil, en cumplimiento a lo dispuesto por el CONELEC en la Regulación 004/01, ha creado la unidad denominada Subgerencia de Control de Calidad, Medio Ambiente y Estadísticas, adscrita a la Vicepresidencia de Planificación y Dirección Técnica. Esta subgerencia es la encargada de los tres aspectos de calidad: Calidad del Servicio Técnico, Calidad del Producto y Calidad del Servicio Comercial.

Las actividades relacionadas con la calidad de la energía comenzaron en el mes de julio del año 2003.

Calidad del Servicio Técnico

La Calidad del Servicio Técnico prestado se evalúa sobre la base de la frecuencia y la duración total de interrupción. El período de control es anual, de forma que las empresas distribuidoras presenten informes al CONELEC, especificando las



UNIVERSIDAD DE CUENCA

interrupciones y los índices de control resultantes.

El proceso de Calidad del Servicio Técnico que se viene llevando a cabo en la Unidad Eléctrica de Guayaquil es el siguiente:

- Coordinación con los ingenieros del departamento de la Guardia Permanente referente a cambios, actualizaciones, implementaciones, etc., del módulo de servicio técnico.
- Coordinación con los ingenieros del departamento de Distribución referente al ingreso de los registros de interrupciones al módulo computacional de servicio técnico.
- Coordinación entre los Departamentos de Distribución y Planificación para el cálculo de índices de calidad FMIK y TTIK del sistema CATEG⁴.
- Mantener actualizado el número de medidores electrónicos instalados en las subestaciones, cuyas lecturas registran magnitudes eléctricas como corriente, energía, potencia, desbalance de tensión y factor de potencia proporcionadas por el departamento de Subestaciones y que sirven para contrastar ciertas interrupciones de servicio con duraciones mayor a dos horas reflejadas en el módulo computacional y obtener así los índices de calidad.
- Actualización mensual por alimentador de los nuevos abonados y kVA al sistema CATEG. Esta información es coordinada con el departamento de Sistemas y el departamento de Comercialización.
- Mantener actualizado el número de abonados en el sistema y el número de kVA instalados en el sistema para realizar los cálculos de índices mensuales y anuales.
- Coordinación con los departamentos de Planificación, Ingeniería y de Subestaciones referente a cambios y/o transferencias de alimentadores, ingreso de nuevos alimentadores al sistema CATEG, con la finalidad de mantener actualizado tanto al sistema como la base de datos del módulo computacional que sirve para el cálculo mensual de los índices de calidad del servicio técnico.

⁴CATEG: Corporación para la Administración temporal Eléctrica de Guayaquil



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Para la determinación de los índices de calidad del servicio técnico se deberá considerar lo indicado en la regulación vigente sobre, control, identificación de las interrupciones, registro y clasificación de las interrupciones ser consideradas, control del servicio técnico en las etapas 1 y 2, límites, cálculo de la energía no suministrada.
- Reportes de calidad de servicio técnico mensual que incluye los índices en base a la regulación CONELEC 004/01.

Calidad del Servicio Comercial

De igual manera, la determinación de los índices comerciales está a cargo de los departamentos de Comercialización y Planificación, para lo cual ha sido implantado el modulo informático de control de calidad en el cual se determinan 11 de los 14 índices solicitados en la regulación.

Los índices determinados hasta la presente fecha son los de conexión de servicio, calidad de la facturación, tratamiento de reclamos, rehabilitaciones de servicio entre otros.

Inicialmente se calculaban los índices de respuesta a la consulta de los consumidores, reconectados después de una conexión.

La Empresa ha llevado a cabo la implementación y/o revisión de algunos procedimientos referentes al ingreso de información y actualización con el fin de disponer de datos necesarios para el cálculo de índices. Por ejemplo para el caso de reconexiones, se modificó los reportes y formularios de tal manera que permitan el registro del día y hora de la desconexión y conexión, la fiscalización a través de muestras con el fin de verificar la calidad de la información dada por los grupos de trabajo y el mejoramiento del programa comercial.

Al momento se encuentra en un proceso de implementación de una solución integral que permita determinar la mayor cantidad de índices comerciales requeridos y cumplir con la regulación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Calidad del Producto

Para la evaluación de la Calidad del Producto y determinar los puntos a ser monitoreado en base a la regulación CONELEC 004/01, ha sido necesario contar con la información que se indica en la tabla 3.2.1.

ASPECTO S A MEDIR	ELEMENTOS A SER MONITOREADOS			
	Subestacione s-Barras	Transformadore s	Consumidore s AM/V	Consumidores finales
Nivel de Tensión	20 % de las barras de salida de subestaciones de distribución AV/MV, no menos de 3. Número de Barra: 44. Barra a medir: 9	0.15% de transformadores de distribución, no menos de 5 Número de transformadore s: 24.978. Transformadore s a medir: 37		0.01% de los consumidores deBT del área de concesión, no menos de 10 Número de consumidores: 515297. Consumidores a medir: 52
Parpadeo(Flicker) y Armónicos		0,15% de los transformadores de distribución, no menos de 5. Transformadore s a medir: 37.		
Factor de Potencia			2% del número de Consumidores servidos en AV y MV. Número de consumidore s 5668. Consumidore s a medir: 113	

Tabla3.2.1. - Puntos a ser monitoreados

Provisión de equipos

Para la selección de equipos de calidad se realizó consultas con empresas que habían iniciado el monitoreo de Calidad del Producto, como el caso de la CENTROSUR y adicionalmente a ciertas industrias o comercios ligadas a las exigencias de la calidad de niveles de tensión, como es el caso de SIEMENS,



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANDEC; también se consideró las normas CEI- IEC60868+A1 -68868-0 - 61000-4-7 y 61000-4-15, en las cuales se indica las características que deben tener los equipos.

De lo expuesto, la Empresa dispone de los siguientes equipos de calidad:

Equipo	Cantidad	Marcas	Parámetros que mide	Utilización
Topas 1000	8	LEM	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, desbalance, frecuencia, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 50 en tensión y corriente), eventos (curva CBEMA)	Barras de Subestaciones y Transformadores de Distribución
1760	2	Fluke	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, desbalance, frecuencia, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 50 en tensión y corriente), eventos (curva CBEMA)	Barras de Subestaciones y Transformadores de Distribución
Memobo x300monofásico	10	LEM	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, Pst, Plt, Armónicas (THD en tensión y corriente), eventos	Consumidores finales de baja tensión
1744	15	Fluke	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 50 en tensión y corriente), eventos	Transformadores, consumidores en Alta y Media tensión y consumidores finales
Circutor CAVA - monofásico	8		Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, Pst, Plt, Armónicas (THD en tensión y corriente), eventos	Consumidores finales de baja tensión

Tabla3.2.2.- Disponibilidad de equipos



Selección de puntos de medición

En base a la topología de la red de distribución la selección de los puntos se realizan aleatoriamente tomando en cuenta la subestaciones, transformadores de distribución y consumidores tanto de MV/AV como de baja tensión. En base al lugar y al elemento a monitorear se asigna el equipo a utilizar.

Como es de conocimiento, el CONELEC exige que las mediciones sean realizadas en los diferentes puntos del área de concesión que incluye zonas urbanas, rurales y marginales.

Hasta el momento para seleccionar el o los puntos de medición se lo hace en función de la seguridad física de los equipos y del personal técnico y solamente en zonas urbanas.

Se ha dividido en ciclos a la ciudad y por ciclo se selecciona el número de mediciones durante un mes de acuerdo a la cantidad de mediciones en alta, media y baja tensión.

A la fecha, se viene desarrollando una herramienta informática que realice la selección de los puntos de medición de forma aleatoria.

Conformación del grupo de trabajo

Al inicio (2003) las actividades encaminadas a la Calidad del Producto, la Unidad Eléctrica de Guayaquil, conformó la Subgerencia de Control de Calidad, Medio Ambiente y Estadísticas, adscrita a la Vicepresidencia de Planificación y Dirección Técnica, la misma que estuvo constituida por un subgerente de control de calidad y un ingeniero como personal de apoyo, para la instalación y desconexión de equipos de calidad en los puntos a ser evaluados, se tenía la colaboración de la Dirección Técnica.

Con el pasar del tiempo, para los años 2008 y 2009 la Subgerencia se ha conformado de la siguiente manera:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Subgerente de Control de Calidad,
- Ingeniero de Control de Calidad,
- Asistente de Ingeniería,
- Empresa Contratista.

Registro de las variables eléctricas

En los puntos seleccionados para la medición, se instalan los equipos de calidad que sean capaces de registrar los parámetros referentes a nivel de tensión, perturbaciones y factor de potencia.

Los índices calculados son remitidos al CONELEC en los formularios respectivos.

Presentación de informes al CONELEC

En este ámbito la UEG, ha venido dando cumplimiento en base a los reportes enviados al CONELEC, que incluyen mediciones de abonados finales, transformadores de distribución y subestaciones, parámetros eléctricos que involucran armónicas, flicker, factor de potencia, tensión y energía consumida.

Incumplimiento de mediciones con la regulación (2008-2009)

En los años 2008 y 2009, se han efectuado un total de 61 y 65 mediciones en subestaciones, 198 y 270 mediciones en transformadores de distribución, 312 mediciones en consumidores finales, 1.440 y 1.362 mediciones en consumidores de media y alta tensión, dando un total de 2.011 y 2.009 mediciones realizadas en los indicados años, con un cumplimiento del 79,42% y 86,67% respectivamente, representando un incumplimiento global del 20,58% y 13,33%, con lo exigido en la regulación CONELEC 004/01. Los mismos que se detallan en las tablas 3.2.3 y 3.2.4



UNIVERSIDAD DE CUENCA

MESES	Subestaciones			Transformadores de distribución			Clientes media Tensión			Usuarios finales			Total		
	Mediciones	Límite	Sub	Mediciones	Límite	transf.	Mediciones	Límite	UMT	Mediciones	Límite	Ufinales	Mediciones	Límite	%-total
Enero	8	9	89%	19	37	51%	121	113	107%	36	52	69%	184	211	87%
Febrero	0	9	0%	0	37	0%	119	113	105%	28	52	54%	147	211	70%
Marzo	12	9	133%	18	37	49%	121	113	107%	12	52	23%	163	211	77%
Abril	8	9	89%	23	37	62%	115	113	102%	26	52	50%	172	211	82%
Mayo	0	9	0%	18	37	49%	115	113	102%	36	52	69%	169	211	80%
Junio	3	9	33%	21	37	57%	116	113	103%	23	52	44%	163	211	77%
Julio	6	9	67%	12	37	32%	116	113	103%	16	52	31%	150	211	71%
Agosto	6	9	67%	20	37	54%	124	113	110%	23	52	44%	173	211	82%
Septiembre	3	9	33%	18	37	49%	124	113	110%	29	52	56%	174	211	82%
Octubre	8	9	89%	23	37	62%	124	113	110%	41	52	79%	196	211	93%
Noviembre	4	9	44%	9	37	24%	122	113	108%	17	52	33%	152	211	72%
Diciembre	3	9	33%	17	37	46%	123	113	109%	25	52	48%	168	211	80%
Meta CONELEC		108			444			1356			624			2532	
Total Efectuado	61			198			1440			312			2011		
% Avance			56.48%				44.59%		106.19%			50.00%			79.42%
% Esperado		100.00%			100.00%			100.00%		100.00%		100.00%			100.00%

Tabla 3.2.3. Cumplimiento de mediciones del año 2008

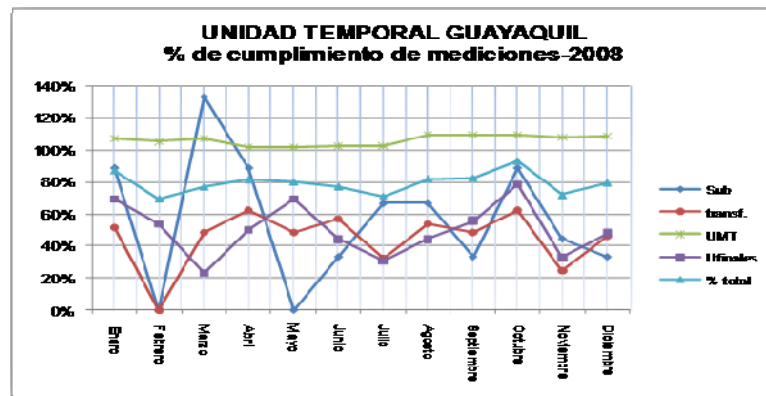


Gráfico 3.2.1. Porcentaje de cumplimiento de mediciones del año 2008

MESES	Subestaciones			Transformadores de distribución			Clientes media Tensión			Usuarios finales			Total		
	Mediciones	Límite	Sub	Mediciones	Límite	transf.	Mediciones	Límite	UMT	Mediciones	Límite	Ufinales	Mediciones	Límite	%-total
Enero	5	9	56%	20	37	54%	100	122	82%	25	50	50%	150	218	69%
Febrero	3	9	33%	8	37	22%	117	123	95%	22	50	44%	150	219	68%
Marzo	2	9	22%	26	37	70%	120	123	98%	36	51	71%	184	220	84%
Abril	7	9	78%	15	37	41%	115	114	101%	25	51	49%	162	211	77%
Mayo	9	9	100%	31	38	82%	115	113	102%	23	51	45%	178	211	84%
Junio	9	9	100%	25	38	66%	115	113	102%	34	51	67%	183	211	87%
Julio	4	9	44%	26	38	68%	115	112	103%	33	51	65%	178	210	85%
Agosto	5	9	56%	38	38	100%	124	112	111%	38	51	75%	205	210	98%
Septiembre	1	9	11%	24	38	63%	124	107	116%	25	52	48%	174	206	84%
Octubre	5	9	56%	17	38	45%	105	106	99%	25	53	47%	152	206	74%
Noviembre	6	9	67%	22	38	58%	106	107	99%	16	53	30%	150	207	72%
Diciembre	9	9	100%	18	38	47%	106	107	99%	10	53	19%	143	207	69%
Meta CONELEC		99			415			1237			567			2318	
Total Efectuado	65			270			1362			312			2009		
% Avance			65.66%				65.06%		110.11%			55.03%			86.67%
% Esperado		100.00%			100.00%			100.00%		100.00%		100.00%			100.00%

Tabla 3.2.4. Cumplimiento de mediciones del año 2009



UNIVERSIDAD DE CUENCA

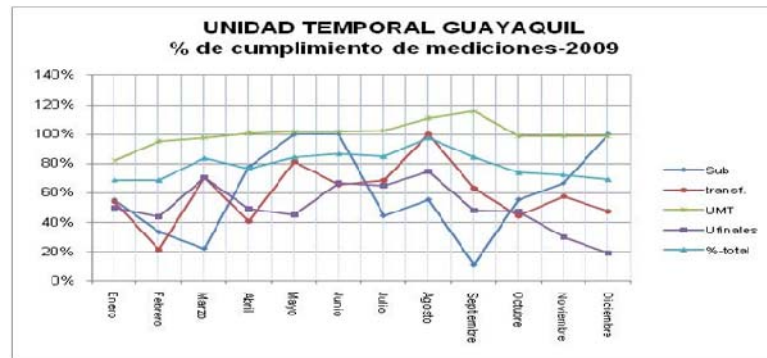


Gráfico 3.2.2. Porcentaje de cumplimiento de mediciones del año 2009

Como se puede apreciar en los años 2008 y 2009, se ha tratado de dar cumplimiento con el número de mediciones exigidas, sin embargo, se tiene un incumplimiento del 16,66% aproximadamente debido principalmente a:

- Falta de equipos analizadores de redes de energía
- Falta de personal técnico del área correspondiente
- Cambios de formatos y parámetros actualizados en el módulo computacional
- Estación invernal
- Mantenimiento de equipos analizadores de redes.

Los problemas más incidentes para los incumplimientos en las mediciones se deben principalmente a la falta de apoyo de la Administración en la asignación de los recursos tanto económicos como humanos.

3.2.2 Calidad de Servicio en la CENTROSUR

Antecedentes

El área de concesión de la CENTROSUR que representa el 11,3% del territorio nacional ecuatoriano, según los datos publicados por el CONELEC, (gráfico 3.2.2.1) comprende las provincias del Azuay, Cañar y Morona Santiago, con excepción de los cantones Azogues, Déleg y La Troncal en la provincia del Cañar, algunos sectores de la región costanera de la provincia del Azuay, así como parcialmente los cantones de Huamboya, Palora y Gualaquiza en la provincia de Morona Santiago y Saraguro en la provincia de Loja; el detalle de su extensión territorial se puede observar en el tabla 3.2.2.1.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Gráfico 3.2.2.1 - Áreas de Concesión de las Empresas Distribuidoras en el país

CANTON	EXTENSION (km ²)	%	CANTON	EXTENSION (km ²)	%
CUENCA	3.128,80	10,80	CAÑAR	1.787,00	6,17
GIRÓN	349,20	1,21	BIBLIÁN	204,90	0,71
GUALACEO	367,70	1,27	EL TAMBO	66,10	0,23
NABÓN	647,20	2,23	SUSCAL	49,90	0,17
PAUTE	272,70	0,94	PROVINCIA CAÑAR	2.107,90	7,28
PUCARÁ	856,50	2,96	MORONA	4.211,00	14,54
SAN FERNANDO	141,70	0,49	HUAMBOYA	2.132,80	7,36
SANTA ISABEL	785,70	2,71	SUCÚA	1.828,10	6,31
SÍGSIG	667,00	2,30	SANTIAGO	1.979,60	6,84
OÑA	298,00	1,03	TAISHA	4.480,90	15,47
CHORDELEG	110,60	0,38	LIMÓN	2.205,20	7,61
EL PAN	138,50	0,48	SAN JUAN BOSCO	1.039,20	3,59
SEVILLA DE ORO	322,80	1,11	GUALAQUIZA	850,00	2,93
GUACHAPALA	40,90	0,14	PROVINCIA MORONA S	18.726,80	64,66
PROVINCIA AZUAY	8.127,30	28,06	TOTAL SISTEMA	28.962,00	100,00

Tabla 3.2.2.1 - Extensión por Cantón

La CENTROSUR, con el propósito de dar cumplimiento a lo dispuesto por el CONELEC en la Regulación 004/01, ha venido realizando diversas actividades en cada una de las direcciones involucradas, todas estas actividades encaminadas a la obtención y el procesamiento de la información necesaria para cumplir con lo estipulado en la mencionada Regulación. Las actividades relacionadas con la Calidad de la Energía comenzaron en el mes de febrero de 2002.

Calidad del Servicio Técnico

Al ser la Dirección de Distribución la responsable de la administración del área de Subtransmisión y de la Distribución, a excepción de la DIMS (Dirección de Morona Santiago) cuyas políticas son las mismas de esta dirección, existiendo además por encargo de la Presidencia Ejecutiva una coordinación muy estrecha entre la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Dirección de Distribución y la DIMS, esta dirección se responsabilizó de entregar los índices de Servicio Técnico al Departamento de Calidad de la Dirección de Planificación.

Al interior de la Dirección de Distribución, el Departamento SIGADE, es el encargado de fiscalizar la información necesaria y determinar los índices de la Calidad del Servicio Técnico. Para esto fue necesaria la Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Distribución Eléctrica (ARC GIS) con una actualización permanente de las redes de distribución, un reprocesamiento de actividades, la adquisición del programa CymDist que permite realizar una gestión encaminada al mejoramiento continuo de las redes.

El Departamento SIGADE se encuentra organizado de la siguiente manera:



Donde podemos observar que existe un área dedicada exclusivamente al ingreso y actualización de la información correspondiente a las redes de distribución, en el cual se administra el ARC GIS. En esta área fue necesario llevar a cabo varias actividades que aseguren que la información llegue a tiempo y con calidad, estableciéndose un procedimiento obligatorio para todos los involucrados. El área de Estudios Técnicos de Distribución genera los índices de Calidad.

Los índices que se reportan mensualmente al CONELEC, consideran toda el área de concesión, es decir, la matriz (la ciudad de Cuenca y sus parroquias), las agencias ubicadas en los cantones rurales del Azuay y Cañar y las agencias de la zona oriental (DIMS).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fue necesario que la empresa, establezca un procedimiento para el ingreso y envío de la información de suspensiones desde las agencias hasta la matriz e inclusive en la matriz misma, además de un programa que permita realizar el registro de las interrupciones que se dan en el sistema así como los reclamos hechos por los clientes.

El procedimiento llevado a cabo es el siguiente:

- En el Centro de Supervisión y Operación, se encuentra instalado el programa de reclamos e interrupciones, en el cual se registran todas las interrupciones del sistema así como los reclamos de los clientes. Este programa está instalado en red y permite revisar toda la información por el personal técnico involucrado en el área de Distribución.
- De igual manera en todas las agencias de las zonas rurales y del oriente, se utiliza una versión personal del programa de reclamos.
- Tanto en el Departamento SIGADE para los datos de la matriz así como los Administradores en cada Agencia, efectúan una auditoría diaria de la información reportada.
- En la primera semana de cada mes, la información registrada en las agencias es enviada al Departamento SIGADE incorporándose a la base de datos general de la matriz. En esta área esta información es analizada y depurada.
- Luego de esto para la segunda semana del mes se obtienen los reportes normalizados para el CONELEC y para la Administración de la empresa, los cuales son enviados al Departamento de Calidad de la Dirección de Planificación para que conjuntamente con otros índices sean enviados al CONELEC.

Es meritorio indicar que la implementación del Sistema de Calidad del Servicio Técnico requirió un esfuerzo de varias áreas de la Empresa, pues fue necesario que se produzca una redistribución de trabajos, en unos casos el reforzamiento de áreas y en otras el incremento de personal y tecnología.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El apoyo logístico y económico brindado por la Administración y políticas acordes a las obligaciones que la empresa tiene en cumplir con los estándares de Calidad, ha permitido avanzar hasta ahora en estas actividades.

Calidad del Servicio Comercial

De igual manera que en el caso de los índices técnicos, la determinación de los índices comerciales quedó a cargo de la Dirección de Comercialización, para lo cual fue necesario en una primera etapa realizar una consulta al sistema informático de comercialización que trabaja sobre la base de datos de producción, donde se determinó 6 de los 14 índices solicitados en la Regulación.

En un inicio los índices determinados son los de nuevo servicio en alta, media y baja densidad en todas las agencias y reconexión de servicio por falta de pago en alta, media y baja densidad únicamente en la matriz.

La empresa requirió llevar a cabo la implementación y/o revisión de algunos procedimientos referentes al ingreso de información y actualización con el fin de disponer de datos en los primeros días de cada mes. Por ejemplo para el caso de reconexiones, se modificó los reportes y formularios de tal manera que permitan el registro del día y hora de la desconexión y conexión, la fiscalización a través de muestras con el fin de verificar la calidad de la información dada por los grupos de trabajo y el mejoramiento del programa comercial.

Al momento se encuentra en proceso de implementación de una solución más general de consulta que permita determinar los catorce índices comerciales requeridos. Estas consultas permiten determinar índices por cualquier período de tiempo, agencias, parroquia, cantón y provincia, además de entregar el listado de los clientes afectados.

El procedimiento seguido es el siguiente:

- La consulta al Sistema Informático de Comercialización se realiza al décimo día del mes con el fin de que se pueda actualizar todos los movimientos que



UNIVERSIDAD DE CUENCA

se hayan dado en el sistema. Esto es: nuevos servicios y reconexiones de servicio por falta de pago.

- Con los datos obtenidos en la consulta se lleva a cabo una auditoría, en la cual se observa que la información no contenga errores, fechas alteradas o registros que no correspondan al área de acuerdo a su densidad.
- Una vez que la información ha sido depurada, se generan los informes normalizados para el CONELEC y la Empresa.
- Esta información es enviada al Departamento de Calidad de la Dirección de Planificación.

Calidad del Producto

Desde inicios del año 2003 la CENTROSUR, viene dando cumplimiento a la Regulación emitida por el CONELEC sobre la Calidad de Servicio (Calidad del Producto), siendo uno de los temas que más énfasis se ha puesto, debido a que la calidad ha adquirido fundamental importancia durante los últimos años, dada su directa influencia en todas las actividades cotidianas y productivas.

Es así que para realizar la Calidad del Producto se tuvo que determinar los puntos a ser monitoreados mensualmente y definir el número de equipos a ser adquiridos para cumplir con el objetivo, en la tabla 3.2.2.2 se indican los puntos a ser monitoreados.

ASPECTOS A MEDIR	ELEMENTOS A SER MONITOREADOS			
	Subestaciones-Barras	Transformadores	Consumidores AM/V	Consumidores finales
Nivel de Tensión	20 % de barras de salida de subestaciones de distribución AV/MV, no menos de 3. Número de Barra: 13. Barra a medir: 3	0.15% de transformadores de distribución, no menos de 5 Número de transformadores: 14460 Transformadores a medir: 21		0.01% de consumidores de BV del área de concesión, no menos de 10 Número de consumidores: 272062 Consumidores a medir: 28



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Parpadeo(Flicker) y Armónicos		0,15% de transformadores de distribución, no menos de 5. Transformadores a medir: 21.		
Factor de Potencia			2% del número de Consumidores servidos en AV y MV. Número de consumidores es 2776 Consumidores a medir: 56	

Tabla 3.2.2.2.- Elementos a monitorear

Provisión de equipos

Para la selección más idónea de equipos de calidad se realizó una serie de investigaciones y consultas en vista de que la empresa no tenía experiencia en la provisión de los mismos; razón por la cual se tomó como base las Normas Internacionales CEI- IEC60868+A1 -68868-0 - 61000-4-7 y 61000-4-15, en donde indica las características que deben tener los equipos.

Con el pasar de los años la Empresa ha adquirido la experticia y competencia de su personal para definir las características técnicas que deben cumplir los equipos, por lo que la CENTROSUR ha sido un referente para otras distribuidoras, dado el soporte necesario en este proceso.

De lo expuesto anteriormente la Empresa dispone de los siguientes equipos de calidad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Equipo	Cantidad	Marca	Parámetros que mide	Utilización
Nexus 1252	19	E.G.	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 123 en tensión y corriente), eventos	Transformadores de Potencia en subestaciones
Topas 1000	2	LEM	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, desbalance, frecuencia, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 50 en tensión y corriente), eventos (curva CBEMA).	Transformadores
Memobox 300	3	LEM	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, Pst, Plt, Armónicas (THD en tensión y corriente), eventos	Consumidores finales de baja tensión
Memobox 300 advance	3	LEM	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 50 en tensión y corriente), eventos	Transformadores, consumidores finales
1744	30	Fluke	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 50 en tensión y corriente), eventos	Transformadores, consumidores en Alta y Media tensión y consumidores finales

Tabla 3. 2.2.3.- Disponibilidad de equipos



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Selección de puntos de medición

En los primeros años la selección de los puntos a medir, se realizaba en forma manual con la ayuda de herramientas informáticas, comenzando con subestaciones, alimentadores, transformadores por alimentador y para el consumidor final se determinaba mediante recorrido de la red y la carga instalada siempre tratando de no sesgar la muestra; el tiempo estimado era de aproximadamente tres días, luego se remitía al ente regulador para su aprobación.

A la fecha, se ha desarrollado un software informático denominado CPSOFT, el mismo que realiza la selección en forma aleatoria sobre la base de la Regulación y aplicación de criterios técnicos, comenzando con la selección de subestaciones, alimentadores, transformadores por alimentador y para el consumidor final se determina de acuerdo a lo explicado anteriormente; se debe indicar que la Empresa tiene enlazado y actualizado un 90% de consumidor – transformador, esperándose que para el segundo semestre del año 2010, se pueda realizar en forma aleatoria la indicada selección.

Conformación del grupo de trabajo

En el mes de abril de 2002, se procedió a conformar dos grupos de trabajo de Calidad del Producto bajo la supervisión y control de la Dirección de Planificación; los mismos que estaban conformados de la siguiente manera:

- Coordinación.- Ingeniero Eléctrico
- Dos grupos.- Un Ingeniero y Tecnólogo
- En Noviembre de 2002, se procede a la creación del Departamento de Calidad en la Dirección de Planificación y en base a una política de la Administración se tomó la decisión de contratar el servicio mediante un profesional; por los resultados obtenidos se mantiene esta política hasta la actualidad; siendo una de las razones para que el personal que está dedicado en el tema sea el siguiente:
 - Jefe del Departamento de Calidad
 - Ingeniero Eléctrico.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Registro de las variables eléctricas.

Sobre la base de la metodología explicada en selección de puntos de medición, se registran los parámetros referentes a niveles de tensión, perturbaciones y factor de potencia.

Los resultados de las mediciones son procesados con el fin de elaborar el diagnóstico técnico, determinar los índices para la evaluación de la Calidad del Producto, en las condiciones que la empresa viene dando a sus consumidores y remitir al ente regulador.

Presentación de informes al CONELEC.

De acuerdo a la regulación vigente las empresas de distribución mes a mes deben enviar al ente regulador los índices de Calidad del Producto; entidad que evalúa y realiza las auditorías técnicas de cumplimiento.

En este ámbito la CENTROSUR, ha venido dando cumplimiento a lo indicado en el párrafo anterior, es así que, día a día tiende a la mejora de la Calidad del Producto en satisfacción de sus consumidores. Cabe indicar que a partir de noviembre de 2009, el CONELEC, dispuso que los indicadores deban ser ingresados en el sistema informático desarrollado para el efecto⁵.

Incumplimiento de mediciones con la regulación (2008-2009)

En los años 2008 y 2009, se han efectuado un total de 56 y 36 mediciones en subestaciones, 213 y 247 mediciones en transformadores de distribución, 392 y 433 mediciones en consumidores finales, 727 y 795 mediciones en consumidores de media y alta tensión, dando un total de 1.388 y 1.529 mediciones realizadas en los indicados años en base a los cronogramas de trabajos mensuales. Con el propósito de tener parámetros de evaluación sobre el número de mediciones, se han planteado indicadores anuales de cumplimiento sobre la base a la regulación CONELEC 004/01. Los mismos que se detallan en las tablas 3.2.2.5 y 3.2.2.6.

⁵Sistema computacional SISDAT



UNIVERSIDAD DE CUENCA

MESES	Subestaciones			Transformadores de distribución			Clientes media Tensión			Usuarios finales			Total		
	Mediciones	Límite	Sub	Mediciones	Límite	transf.	Mediciones	Límite	UMT	Mediciones	Límite	Ufinales	Mediciones	Límite	%-total
Enero	4	3	133%	21	20	105%	53	61	87%	37	26	142%	115	110	105%
Febrero	4	3	133%	16	20	80%	61	61	100%	30	26	115%	111	110	101%
Marzo	5	3	167%	17	20	85%	60	61	98%	37	26	142%	119	110	108%
Abril	5	3	167%	19	20	95%	60	61	98%	33	26	127%	117	110	106%
Mayo	6	3	200%	12	20	60%	60	61	98%	21	26	81%	99	110	90%
Junio	6	3	200%	18	20	90%	60	61	98%	31	26	119%	115	110	105%
Julio	5	3	167%	17	20	85%	60	61	98%	27	26	104%	109	110	99%
Agosto	5	3	167%	18	20	90%	61	61	100%	35	26	135%	119	110	108%
Septiembre	5	3	167%	18	20	90%	62	61	102%	24	26	92%	109	110	99%
Octubre	5	3	167%	20	20	100%	61	61	100%	38	26	146%	124	110	113%
Noviembre	3	3	100%	20	20	100%	61	61	100%	37	26	142%	121	110	110%
Diciembre	3	3	100%	17	20	85%	68	61	111%	42	26	162%	130	110	118%
Meta CONELEC		36			240			732			312			1320	
Total Efectuado	56			213			727			392			1388		
% Avance			155.56%			88.75%			99.32%			125.64%			105.15%
% Esperado		100.00%			100.00%			100.00%			100.00%			100.00%	

Tabla 3.2.2.5. Cumplimiento de mediciones del año 2008

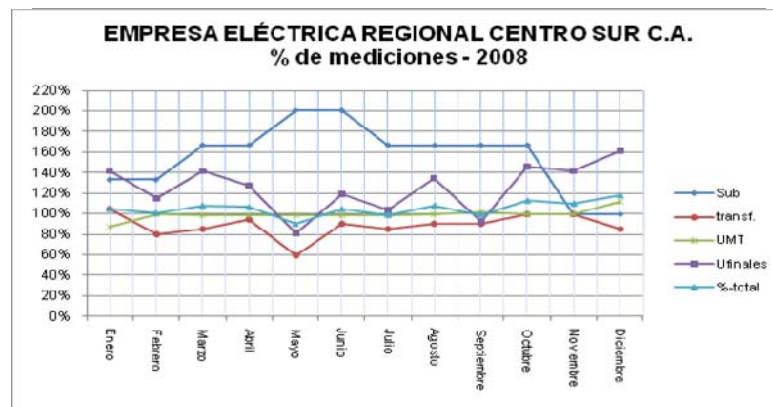


Gráfico 3.2.2.3. Porcentaje de cumplimiento de mediciones del año 2008

MESES	Subestaciones			Transformadores de distribución			Clientes media Tensión			Usuarios finales			Total		
	Mediciones	Límite	Sub	Mediciones	Límite	transf.	Mediciones	Límite	UMT	Mediciones	Límite	Ufinales	Mediciones	Límite	%-total
Enero	3	3	100%	19	20	95%	68	68	100%	27	27	100%	117	118	99%
Febrero	3	3	100%	20	20	100%	68	68	100%	27	27	100%	118	118	100%
Marzo	3	3	100%	20	20	100%	69	69	100%	27	27	100%	119	119	100%
Abril	3	3	100%	21	21	100%	70	69	101%	33	28	118%	130	121	107%
Mayo	3	3	100%	21	21	100%	69	70	99%	36	28	129%	132	122	108%
Junio	3	3	100%	21	21	100%	71	71	100%	30	28	107%	128	123	104%
Julio	3	3	100%	21	21	100%	72	72	100%	37	28	132%	136	124	110%
Agosto	3	3	100%	21	21	100%	73	73	100%	58	28	207%	158	125	126%
Septiembre	3	3	100%	21	21	100%	73	73	100%	36	28	129%	133	125	106%
Octubre	3	3	100%	21	21	100%	74	74	100%	59	28	211%	160	126	127%
Noviembre	3	3	100%	21	21	100%	50	74	68%	33	28	118%	107	126	85%
Diciembre	3	3	100%	20	22	91%	38	56	68%	30	27	111%	91	108	84%
Meta CONELEC		36			250			837			332			1455	
Total Efectuado	36			247			795			433			1529		
% Avance			100.00%			98.80%			94.98%			130.42%			105.09%
% Esperado		100.00%			100.00%			100.00%			100.00%			100.00%	

Tabla 3.2.2.6. Cumplimiento de mediciones del año 2009



UNIVERSIDAD DE CUENCA

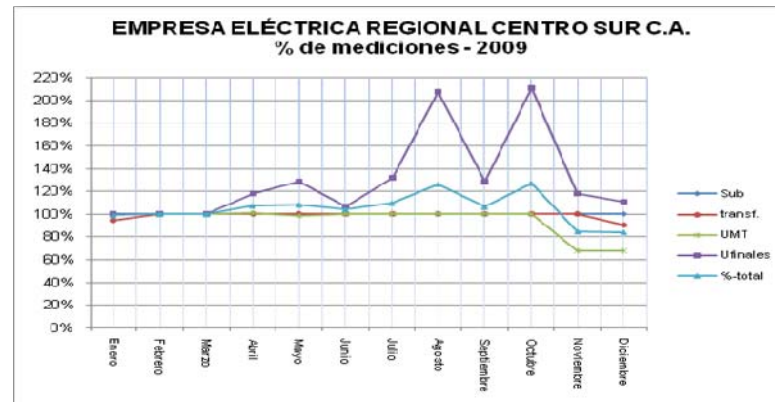


Gráfico 3.2.2.4. Porcentaje de cumplimiento de mediciones del año 2009

Como se puede apreciar, en los años 2008 y 2009, se ha dado cumplimiento con el número de mediciones trazadas como meta, sin embargo, se tiene un incumplimiento del 2,15% debido principalmente a:

- Problemas de funcionamiento en equipos de calidad de los que no fue posible su reparación y tuvieron que entrar en proceso de reemplazo.

Del análisis se desprende que, los incumplimientos en cuanto al número de mediciones dada por la Regulación CONELEC 004/01 en el sistema CENTROSUR es completamente bajo.

Los altos porcentajes de cumplimiento, se deben al apoyo otorgado por la Administración y al trabajo en equipo de los procesos involucrados en la Calidad del Producto.

3.2.3 Calidad de Servicio en la CNEL. REGIONAL SANTO DOMINGO

El área de concesión de la CNEL.⁶REGIONAL SANTO DOMINGO que representa el 2,6% del territorio nacional ecuatoriano y que corresponde a 6.574km²., comprende en parte de las provincias de Cotopaxi, Los Ríos, Manabí y Pichincha; según los datos publicados por el CONELEC⁷.

⁶CNEL: Corporación Nacional

⁷ Estadísticas CONELEC



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Calidad del Servicio Técnico

La determinación de los indicadores de servicio técnico y el posterior envío, se realiza solo con las interrupciones ocasionadas en las subestaciones de distribución, se cuantifica el número de desconexiones, tiempo de desconexión y la razón de la desconexión de los alimentadores primarios; para luego calcular los índices. La metodología aplicada es la señalada por el CONELEC.

Calidad del Servicio Comercial

En lo que respecta a la calidad de servicio comercial, actualmente no se reporta este formulario, debido a que se viene implementando el sistema de atención a reclamos.

En el año 2010, se han ejecutado los siguientes programas para la obtención y cálculo de indicadores como: reposición del servicio por falta de pago, conexión de servicios nuevos sin modificación de red, restablecimiento del servicio después de una interrupción, PEF, PRUc, TPR, PRR; es decir de los catorce indicadores solo se reportan cuatro.

Calidad del Producto

La Regional CNEL. Santo Domingo, cuenta en su sistema con 10 subestaciones, 10.348 transformadores de distribución, 100 consumidores en alta y media tensión y 135.053 consumidores finales; según la regulación vigente se debe monitorear de acuerdo a la tabla 3.2.3.1.

Provisión de equipos

En los años 2008 y 2009, la empresa ha adquirido equipos de calidad con los cuales se realiza el monitoreo de las magnitudes eléctricas, cuya disponibilidad se aprecia en la tabla 3.2.3.2.

Selección de Puntos de Medición

La selección de puntos de medición de transformadores de distribución se lo determina en primera instancia, seleccionando los alimentadores primarios georeferenciados, para luego en forma aleatoria determinar los transformadores a ser medidos, así como los consumidores en alta, media tensión y consumidores finales.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ASPECTOS A MEDIR	ELEMENTOS A SER MONITOREADOS			
	Subestaciones-Barras	Transformadores	Consumidores AM/V	Consumidores finales
Nivel de Tensión	20 % de las barras de salida de subestaciones de distribución AV/MV, no menos de 3. Número de Barra: 10. Barra a medir: 3	0.15% de transformadores de distribución, no menos de 5 Número de transformadores: 10348 Transformadores a medir: 16		0.01% de consumidores de BV del área de concesión, no menos de 10 Número de consumidores finales: 135053 Consumidores finales a medir: 14.
Parpadeo (Flicker) y Armónicos		0,15% de transformadores de distribución, en los bornes de bajo tensión, no menos de 5. Transformadores a medir: 16.		
Factor de Potencia			2% del número de Consumidores servidos en AV y MV. Número de consumidores 100 Consumidores a medir: 2	

Tabla 3.2.3.1.- Elementos a monitorear

Equipo	Cantidad	Marca	Parámetros que mide	Utilización
Analizador de energía	11	AEMC	Tensiones, Corrientes para diferentes tipos de conexión; Armónicos de Tensión y Corriente; Potencias Activa, Reactiva, Aparente, Distorsión; Flicker, y otros parámetros de calidad	Medición en puntos para cumplimiento de regulación, para clientes baja y media tensión; y



UNIVERSIDAD DE CUENCA

				transformadores de distribución
ION 7650	11	POWE RMEA SURE MENT	Tensiones, Corrientes para diferentes tipos de conexión; Armónicos de Tensión y Corriente; Potencias Activa, Reactiva, Aparente Distorsión; Flicker, y otros parámetros de calidad	En subestaciones, medición a la salida del transformador de potencia
ION 7350	32		Tensiones, Corrientes para diferentes tipos de conexión; Armónicos de Tensión y Corriente; Potencias Activa, Reactiva, Aparente Distorsión; Flicker, y otros parámetros de calidad	En subestaciones, medición para cada alimentador primario

Tabla 3.2.3.2.- Disponibilidad de equipos

Conformación del Grupo de Trabajo.

Una de las debilidades que presenta la empresa CNEL.SANTO DOMINGO, es no contar con un equipo de trabajo dedicado al análisis de los resultados del monitoreo, sino que recae en un funcionario del área de Planificación y la instalación de los equipos mediante la contratación de servicios profesionales.

Registro de las Variables Eléctricas

Los equipos adquiridos registran todas las variables eléctricas necesarias para el cálculo de indicadores de calidad de producto que son remitidos al CONELEC en los formularios correspondientes. Cabe mencionar que dentro de la Empresa no se presenta un diagnóstico técnico de cómo están los elementos monitoreados del alimentador.

Presentación de informes al CONELEC

Durante los años 2008 y 2009, se ha remitido al CONELEC en forma mensual el reporte de Calidad de Producto.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Incumplimiento de mediciones con la regulación (2008-2009)

En los años 2008 y 2009, se han efectuado un total de 30 y 36 mediciones en subestaciones, 119 y 170 mediciones en transformadores de distribución, 110 y 158 mediciones en consumidores finales, 20 y 18 mediciones en consumidores de media tensión, dando un total de 269 y 382 mediciones realizadas en los años 2008 y 2009 respectivamente. Con el propósito de tener parámetros de evaluación sobre el número de mediciones se han planteado indicadores anuales de cumplimiento en base a la regulación CONELEC 004/01. Los mismos que se detallan en las tablas 3.2.3.3. y 3.2.3.4., apreciándose un incumplimiento (promedio) del 14.28% con respecto a la regulación CONELEC 004/01.

Las principales causas de los incumplimientos se deben a:

- Falta de información georeferenciada de todos los primarios que posee la regional, lo cual ha sido difícil determinar el punto de medición.
- Por la indisponibilidad de equipos para llevar mes a mes las mediciones de calidad.
- Por falta de conocimiento del área de concesión por parte del contratista, lo cual ha obligado a retrasar el cronograma de mediciones.
- La falta de una definición clara dentro de la estructura organizacional, la no existencia de una Área o Departamento para la Calidad de Servicio, sino que las actividades fue delegada a una sola persona.
- Falta de equipos de calidad (actualmente se está adquiriendo 4 analizadores).
- De las últimas charlas con funcionarios del CONELEC, se ha comprometido ésta institución a fortalecer el tema de calidad en la distribuidora.
- La Regional Santo Domingo, viene tratando el tema de Calidad de Servicio Eléctrico como uno de los ejes de la institución, siendo la base y/o la fuente de información como aporte a los procesos de proyección de demanda eléctrica y energética con detalle hasta la red secundaria; planificación de la expansión de la red, conociendo las deficiencias del servicio; operación de la red, estableciendo los caminos óptimos para el manejo de red y su optimización, mantenimiento, determinando los puntos con problemas técnicos y ejecución



UNIVERSIDAD DE CUENCA

de la solución; cálculo de pérdidas técnicas, mediante la información de los parámetros eléctricos de los analizadores se emplearían en modelos y métodos para el cálculo de pérdidas técnicas en red.

MESES	Subestaciones			Transformadores de distribución			Clientes media Tensión			Usuarios finales			Total		
	Mediciones	Límite	Sub	Mediciones	Límite	transf.	Mediciones	Límite	UMT	Mediciones	Límite	Ufinales	Mediciones	Límite	%-total
Enero	0	3	0%	0	12	0%	0	2	0%	0	13	0%	0	30	0%
Febrero	3	3	100%	6	12	50%	1	2	50%	4	13	31%	14	30	47%
Marzo	3	3	100%	12	12	100%	1	2	50%	4	13	31%	20	30	67%
Abril	3	3	100%	8	12	67%	1	2	50%	5	13	38%	17	30	57%
Mayo	3	3	100%	11	12	92%	1	2	50%	8	13	62%	23	30	77%
Junio	3	3	100%	12	12	100%	2	2	100%	13	13	100%	30	30	100%
Julio	3	3	100%	16	12	133%	2	2	100%	13	13	100%	34	30	113%
Agosto	0	3	0%	0	12	0%	0	2	0%	0	13	0%	0	30	0%
Septiembre	3	3	100%	17	12	142%	3	2	150%	13	13	100%	36	30	120%
Octubre	3	3	100%	13	12	108%	4	2	200%	14	13	108%	34	30	113%
Noviembre	3	3	100%	12	12	100%	2	2	100%	13	13	100%	30	30	100%
Diciembre	3	3	100%	12	12	100%	3	2	150%	13	13	100%	31	30	103%
Meta CONELEC		36			144			24			156			360	
Total Efectuado	30			119			20			100			269		
% Avance			83.33%			82.64%			83.33%			64.10%			74.72%
% Esperado		100.00%			100.00%			100.00%			100.00%			100.00%	

Tabla 3.2.3.3. Cumplimiento de mediciones del año 2008

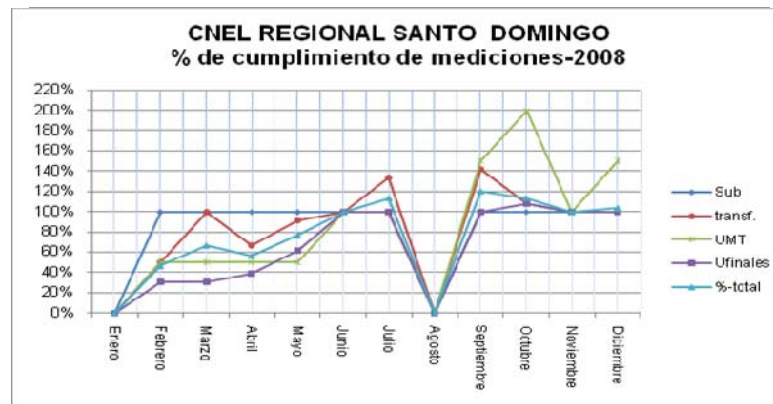


Gráfico 3.2.3.5. Porcentaje de cumplimiento de mediciones del año 2008



UNIVERSIDAD DE CUENCA

MESES	Subestaciones			Transformadores de distribución			Clientes media Tensión			Usuarios finales			Total		
	Mediciones	Límite	Sub	Mediciones	Límite	transf.	Mediciones	Límite	UMT	Mediciones	Límite	Ufinales	Mediciones	Límite	%-total
Enero	3	3	100%	14	14	100%	1	2	50%	13	13	100%	31	32	97%
Febrero	3	3	100%	13	14	93%	1	2	50%	14	13	108%	31	32	97%
Marzo	3	3	100%	12	14	86%	1	2	50%	14	13	108%	30	32	94%
Abril	3	3	100%	12	14	86%	1	2	50%	14	13	108%	30	32	94%
Mayo	3	3	100%	13	15	87%	1	2	50%	12	13	92%	29	33	88%
Junio	3	3	100%	15	15	100%	2	2	100%	12	13	92%	32	33	97%
Julio	3	3	100%	15	15	100%	2	2	100%	13	13	100%	33	33	100%
Agosto	3	3	100%	15	15	100%	0	2	0%	13	13	100%	31	33	94%
Septiembre	3	3	100%	15	15	100%	2	2	100%	13	13	100%	33	33	100%
Octubre	3	3	100%	15	15	100%	2	2	100%	13	13	100%	33	33	100%
Noviembre	3	3	100%	15	16	94%	2	2	100%	13	13	100%	33	34	97%
Diciembre	3	3	100%	16	16	100%	3	2	150%	14	14	100%	36	35	103%
Meta CONELEC		36			178			24			157			395	
Total Efectuado	36			170			18			158			382		
% Avance			100.00%			95.51%			75.00%			100.64%			96.71%
% Esperado		100.00%			100.00%			100.00%			100.00%			100.00%	

Tabla 3.2.3.4 Cumplimiento de mediciones del año 2009

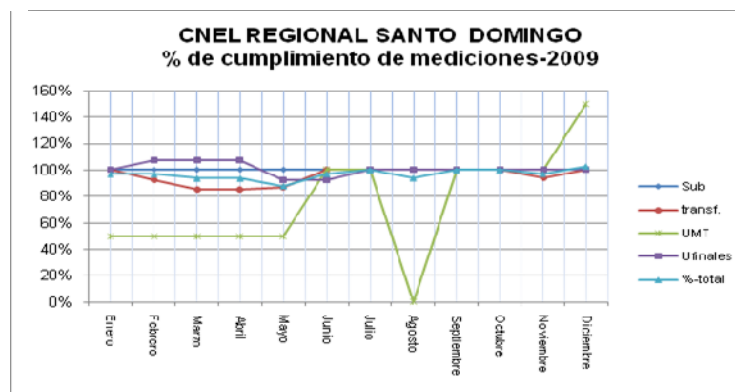


Gráfico 3.2.3.6. Porcentaje de cumplimiento de mediciones del año 2009

Una de las debilidades que se puede observar, es que se realizan las mediciones únicamente con el afán de cumplir con la Regulación y no tiende a la mejora del producto que va a repercutir en el cliente.



3.2.4 Calidad de Servicio en la Empresa Eléctrica Quito S.A.

Antecedentes

El área de concesión de la Empresa Eléctrica Quito que representa el 5.8% del territorio nacional ecuatoriano, según los datos publicados por el CONELEC, (ver gráfico 3.2.2.1) comprende las provincias de Napo y Pichincha.

Calidad del Producto

La Empresa Eléctrica Quito, desde el año 2002 viene dando cumplimiento a la Regulación CONELEC 004/01 con respecto a la Calidad del Producto.

Para realizar la Calidad del Producto, se determinan los puntos a ser medidos mensualmente; así como el número de equipos a ser utilizados para cumplir con el monitoreo de calidad, en la tabla 3.2.4.1 se indican los puntos a ser monitoreados.

ASPECTO S A MEDIR	ELEMENTOS A SER MONITOREADOS			
	Subestacion es-Barras	Transformador es	Consumidor es AM/MV	Consumidores finales
Nivel de Tensión	20 % de las barras de salida de subestaciones de distribución AV/MV, no menos de 3. Número de Barra: 43. Barras a medir: 9	0.15% de transformadores de distribución, no menos de 5 Número de transformadores: 33000 Transformadores a medir: 50		0.01% de consumidores de BV del área de concesión, no menos de 10 Número de consumidores: 771 940 Consumidores a medir: 77
Parpadeo(Flicker) y Armónicos		0,15% de transformadores de distribución, no menos de 5. Transformadores a medir: 50.		



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Factor de Potencia			2% -número de Consumidores servidos enAV/MV. Número de consumidor es 647 Consumidor es a medir: 13	
--------------------	--	--	--	--

Tabla 3.2.4.1.- Disponibilidad de equipos

Provisión de equipos

Para la selección de equipos de calidad, se ha tomado como base las Normas Internacionales CEI- IEC60868+A1 -68868-0 - 61000-4-7 y 61000-4-15, en donde indican las características que deberán tener los equipos.

La Empresa Eléctrica Quito ha sido un referente para otras distribuidoras, dando el soporte necesario en este proceso.

La Empresa dispone los siguientes equipos de calidad.

Equipo	Cantidad	Marcas	Parámetros que mide	Utilización
ION 8600	40	E.G.	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 123 en tensión y corriente), eventos	Barras de subestaciones



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Topas 1000	4	LEM	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, desbalance, frecuencia, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 50 en tensión y corriente), eventos (curva CBEMA)	Transformadores
1744	22	Fluke	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 50 en tensión y corriente), eventos	Transformadores , consumidores en Alta y Media tensión y consumidores finales
AEM C	8	AEM C	Tensión, corriente, potencia (activa, reactiva y aparente), factor de potencia, energía, Pst, Plt, Armónicas (THD y armónicas individuales hasta la componente 50 en tensión y corriente), eventos	Transformadores , consumidores en Alta y Media tensión y consumidores finales

Tabla 3. 2.4.2.- Disponibilidad de equipos

Selección de Puntos de Medición

La Empresa Eléctrica Quito dispone de una base de datos exclusiva para Calidad del Producto para los años 2006, 2007, 2008 y 2009.

Se determina la fecha, el número de elementos del sistema de distribución, sobre el cual la distribuidora efectúa el cálculo del número de mediciones a realizar mensualmente para evaluar la Calidad del Producto, tomando los datos del Sistema Informático de Distribución – SDI, para las barras de subestaciones, transformadores de distribución, mientras que para los consumidores de alta, media y baja tensión la información es tomada del Sistema Comercial -SIDEKOM.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Se selecciona en forma inicial las barras de subestaciones ubicadas en zonas norte, sur y periféricas y aguas abajo se escoge alimentadores, transformadores de distribución hasta llegar a los consumidores de MV y BV.

Los transformadores de distribución seleccionados son aquellos ubicados en la mitad, las tres cuartas partes y en el final de los alimentadores primarios.

En relación a los consumidores de BV se toma con preferencia a aquellos ubicados al final de las redes.

No se utiliza una selección aleatoria para la toma de las muestras, sino que considera el tipo de consumidor residencial comercial e industrial.

La Empresa considera que se ha abarcado un 95% de la zona urbana en relación a la evaluación de los alimentadores, faltando evaluar alimentadores en zonas periféricas.

Conformación del grupo de trabajo

A partir del año 2008, se estructura de manera definitiva el Departamento de Control de Calidad de Producto y Pérdidas Técnicas y el equipo multidisciplinario de trabajo para las actividades que involucran a la Calidad del Producto, cuya conformación es de la siguiente manera:

- **Jefe de la División de Planificación y Estadística**

Quien será el encargado de coordinar las actividades involucradas con el monitoreo de Calidad del Producto, así como, recopilar y enviar información al CONELEC.

- **Jefe del Departamento de Control de Calidad de Producto y Pérdidas Técnicas.**

Entre una de sus actividades prioritarias esta la revisión y supervisión del envío de la información al interior de la Empresa para la toma de correctivos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- **Ingeniero Eléctrico (2)**

Funcionarios quienes se encargan de la recopilación, procesamiento y evaluación de los datos de consumidores en MV y barras de distribución; así como de la fiscalización de los trabajos realizados por los contratistas.

- **Jefe de la Sección Medición**

Funcionario que coordina las actividades con el jefe de Control de Calidad del Producto y Pérdidas técnicas para la recopilación, evaluación, revisión y entrega de información al interior de la Empresa en lo referente a la Calidad del Producto.

- **Ingeniera de Sistemas**

Funcionaria que da el soporte informático para la evaluación, cálculo y reportes de los indicadores de Calidad del Producto para enviar al CONELEC.

- **Contratistas**

La Empresa para cumplir con el monitoreo de calidad del producto tiene contratado los servicios profesionales de instalación y desconexión de los puntos a ser medidos.

Cabe indicar que la Empresa viene desarrollando estas actividades a partir del año 2002.

Registro de las variables eléctricas

Los equipos con los que cuenta la Empresa son los más adecuados para el registro de variables eléctricas basados en la regulación vigente, los cuales permiten calcular los índices de calidad del producto que son remitidos al CONELEC en los formularios definidos por éste.

Presentación de informes al CONELEC

En base a lo dispuesto en la Regulación, la empresa ha dado cumplimiento con la entrega de la información referente a la calidad del producto, así como a los otros aspectos dados en la indicada Regulación.

Incumplimiento de mediciones con la regulación (2008-2009)

En los años 2008 y 2009, se han efectuado un total de 108 y 98 mediciones en subestaciones, 600 y 597 mediciones en transformadores de distribución 822y



UNIVERSIDAD DE CUENCA

933 mediciones en consumidores finales, 152 y 48 mediciones en consumidores de media y baja tensión, dando un total de 1610 y 1676 mediciones realizadas en los años 2008 y 2009 respectivamente. Con el propósito de tener parámetros de evaluación sobre el número de mediciones, se ha planteado indicadores anuales de cumplimiento en base a la Regulación. Los mismos se detalla en las tablas 3.2.4.3 y 3.2.4.4, en las cuales se puede apreciar un cumplimiento del 90,04% y 93,74 con respecto a la Regulación CONELEC 004/01.

Las principales causas se deben a:

- Al mantenimiento de equipos, pese a tener un contrato con la firma Equitronics, la Empresa se ha visto imposibilitada da dar cumplimiento.
- Por dar prioridad a los reclamos presentados por los consumidores.

MESES	Subestaciones			Transformadores de distribución			Clientes media Tensión			Usuarios finales			Total		
	Mediciones	Límite	Sub	Mediciones	Límite	transf.	Mediciones	Límite	UMT	Mediciones	Límite	Ufinales	Mediciones	Límite	%-total
Enero	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	0	77	0%	72	149	48%
Febrero	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	69	77	90%	141	149	95%
Marzo	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	60	77	78%	60	149	40%
Abril	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	77	77	100%	149	149	100%
Mayo	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	77	77	100%	149	149	100%
Junio	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	77	77	100%	149	149	100%
Julio	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	77	77	100%	149	149	100%
Agosto	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	77	77	100%	149	149	100%
Septiembre	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	77	77	100%	149	149	100%
Octubre	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	77	77	100%	149	149	100%
Noviembre	9	9	100%	50	50	100%	9	13	69%	77	77	100%	145	149	97%
Diciembre	9	9	100%	50	50	100%	13	13	100%	77	77	100%	149	149	100%
Meta CONELEC		108			600			156			924			1788	
Total Efectuado	108			600			152			822			1610		
% Avance			100,00%			100,00%			97,44%			88,96%			90,04%
% Esperado		100,00%			100,00%		100,00%			100,00%			100,00%		

Tabla 3.2.4.3. Cumplimiento de mediciones del año 2008



UNIVERSIDAD DE CUENCA

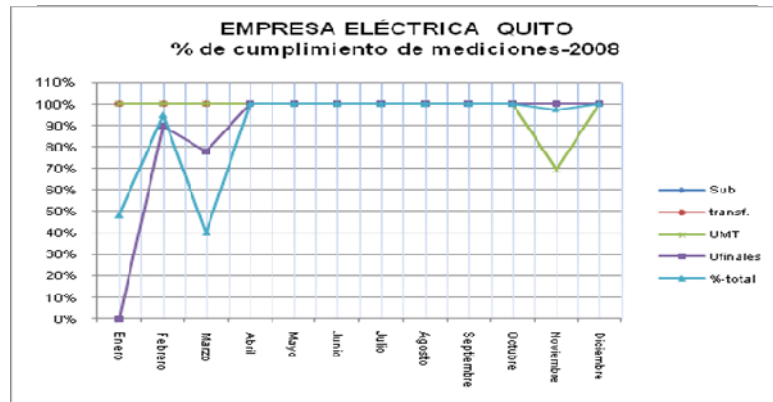


Gráfico 3.2.4.7. Porcentaje de cumplimiento de mediciones del año 2008
 En el año 2008 la Empresa Eléctrica Quito incumplió con el número de mediciones de consumidores en alta y media tensión y consumidores finales en los meses de enero, febrero, marzo y noviembre.

MESES	Subestaciones			Transformadores de distribución			Clientes media Tensión			Usuarios finales			Total		
	Mediciones	Límite	Sebes.	Mediciones	Límite	Trnasfor	Mediciones	Límite	UMT	Mediciones	Límite	U Final	Mediciones	Límite	% Total
Enero	8	9	89%	49	50	98%	4	13	31%	76	77	99%	137	149	92%
Febrero	9	9	100%	49	50	98%	4	13	31%	76	77	99%	138	149	93%
Marzo	9	9	100%	49	50	98%	4	13	31%	77	77	100%	139	149	93%
Abril	1	9	11%	49	50	98%	4	13	31%	77	77	100%	131	149	88%
Mayo	9	9	100%	50	50	100%	4	13	31%	77	77	100%	140	149	94%
Junio	9	9	100%	50	50	100%	4	13	31%	78	77	101%	141	149	95%
Julio	9	9	100%	50	50	100%	4	13	31%	78	77	101%	141	149	95%
Agosto	9	9	100%	50	50	100%	4	13	31%	78	77	101%	141	149	95%
Septiembre	9	9	100%	50	50	100%	4	13	31%	79	77	103%	142	149	95%
Octubre	9	9	100%	50	50	100%	4	13	31%	79	77	103%	142	149	95%
Noviembre	8	9	89%	50	50	100%	4	13	31%	79	77	103%	141	149	95%
Diciembre	9	9	100%	51	50	102%	4	13	31%	79	77	103%	143	149	96%
Meta CONELEC		108			600			156			924			1788	
Total Efectuado	98			597			48			933			1676		
% Avance			90,74%			99,50%			30,77%			100,97%			93,74%
% Esperado		100,00%			100,00%			100,00%			100,00%			100,00%	

Tabla 3.2.4.4. Cumplimiento de mediciones del año 2009



UNIVERSIDAD DE CUENCA

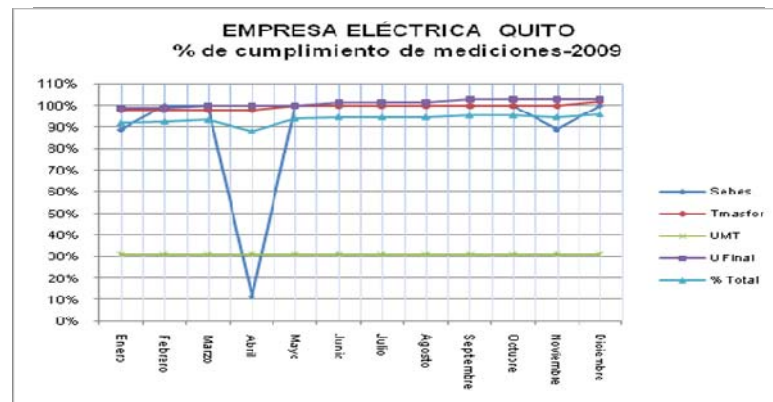


Gráfico 3.2.4.8. Porcentaje de cumplimiento de mediciones del año 2009

En el año 2009 la Empresa Eléctrica Quito incumplió con el número de mediciones de subestaciones en los meses de enero, abril y noviembre, mientras que en consumidores en alta y media tensión tiene un cumplimiento del 31% durante todo el año.

En resumen la Empresa Eléctrica Quito tiene un incumplimiento (promedio) del 8.11% con respecto a la regulación CONELEC 004/01.

3.3 Análisis de Resultados de mediciones de Calidad del Producto ^[26] ^[40] ^[41]

La evaluación de la calidad del producto, según lo establece la Regulación, se efectúa a través de mediciones de los niveles de tensión, flicker, armónicos y factor de potencia.

Las mediciones de tensión se deben efectuar a nivel de barras de MV de subestaciones, transformadores de distribución y consumidores de baja tensión, las mediciones de flicker y armónicos se deben realizar solamente a nivel de transformadores de distribución, mientras, que las evaluaciones de factor de potencia hay que ejecutarlas en consumidores servidos en alto y media tensión.

La Regulación de Calidad, establece que el distribuidor no cumple con los límites admisibles en el punto de análisis respectivo, cuando durante un 5% o más del período de medición de siete días continuos, en cada mes, el servicio lo suministra



UNIVERSIDAD DE CUENCA

incumpliendo los límites de tensión, contenido de armónicos de tensión o nivel de flicker, respectivamente.

A este respecto, se presentan los porcentajes promedios anuales de barras de subestaciones, transformadores de distribución, consumidores de baja tensión y consumidores de MV/AV, medidos en el periodo 2006 – 2009, que incumplieron con los niveles de calidad exigidos en la Regulación.

3.3.1 Unidad Eléctrica de Guayaquil

Subestaciones

La evolución que la Unidad Eléctrica de Guayaquil ha tenido con respecto al nivel de tensión en subestaciones, se evidencia un decremento periódico en el cumplimiento, esto posiblemente se debe a potenciales deficiencias en el sistema de subtransmisión o a sobrecarga en los transformadores de potencia, lo indicado se aprecia en el gráfico 3.3.1.1.

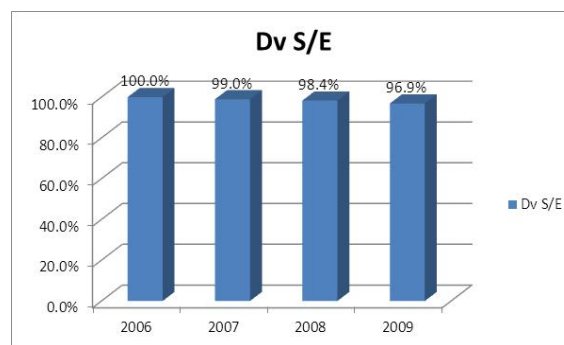


Gráfico 3.3.1.1. Porcentaje de cumplimiento de límites de tensión en subestaciones

Transformadores de distribución

Del análisis, se aprecia que los indicadores de calidad son buenos en cuanto a los tres parámetros, se observa que en los dos últimos años existe una pequeña degradación en cuanto a la distorsión armónica.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

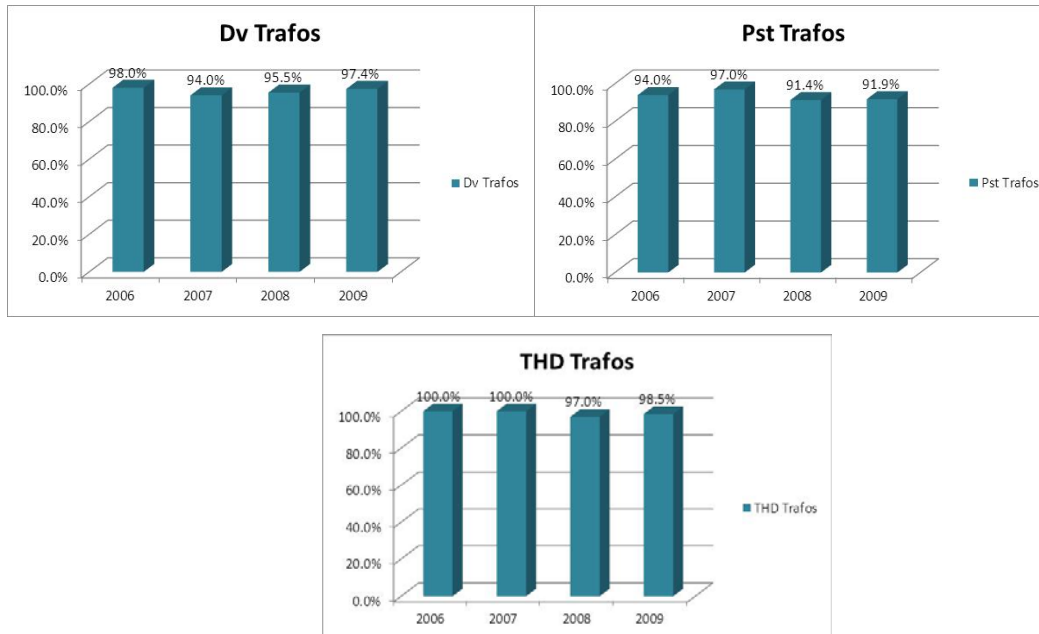


Gráfico 3.3.1.2. Porcentaje de cumplimiento en transformadores de Distribución

Consumidores Finales

Estadísticamente el cumplimiento en consumidores finales se encuentra alrededor del 94.4%, obteniéndose el peor incumplimiento en el año 2007 donde se alcanza un 90%, valor que se puede considerar como un bajo nivel de calidad. Sin embargo existe una mejora en el año 2009.

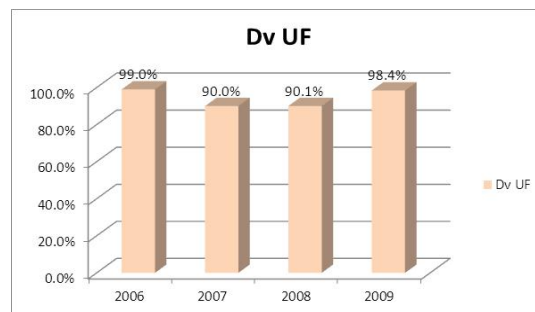


Gráfico 3.3.1.3. Porcentaje de cumplimiento de Consumidores Finales

Consumidores de Alta y Media Tensión

De los datos obtenidos no se registran valores para los años 2006 y 2007, a pesar de esto en el gráfico 3.3.1.4, se observa que el incumplimiento en los años 2008 y



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2009 son bajos, esto se debe a lo mencionado en párrafos anteriores sobre el factor de potencia y la causa de su incumplimiento.

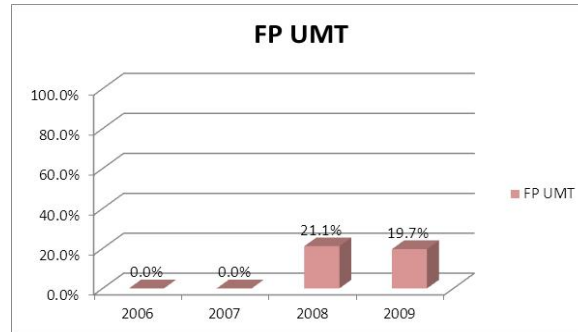


Gráfico 3.3.1.4. Porcentaje de cumplimiento en Consumidores en Alta y Media tensión

En la gráfica 3.3.1.5, se presentan los valores promedios obtenidos en el período de análisis 2006-2009, donde se puede observar que el parámetro de mayor incumplimiento en transformadores de distribución es el nivel de flicker, así como, el factor de potencia muestra valores muy bajos.

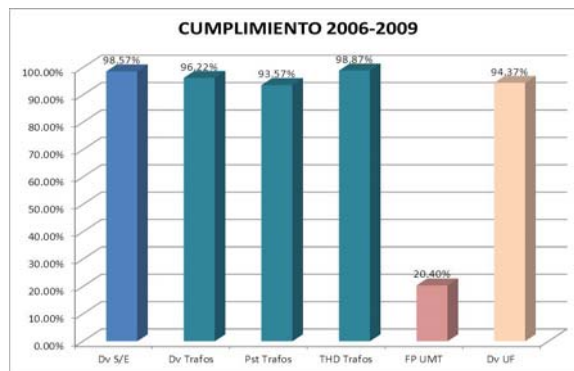


Gráfico 3.3.1.5. Resumen de cumplimiento de los parámetros de la Regulación

3.3.2 Empresa Eléctrica Regional Centro Sur

Subestaciones.

Durante el período indicado en lo referente a nivel de tensión en subestaciones en el gráfico 3.3.2.1 se tienen las siguientes cuantificaciones.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

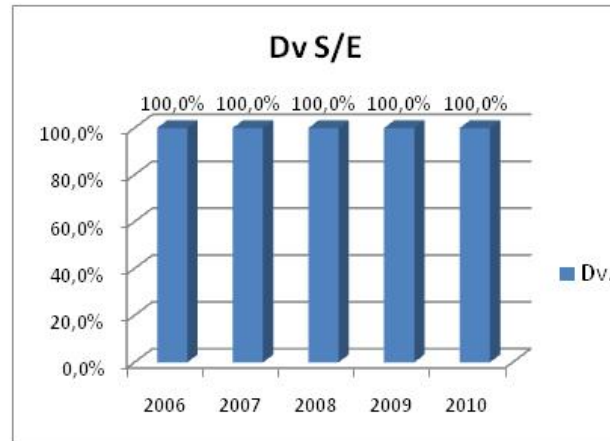
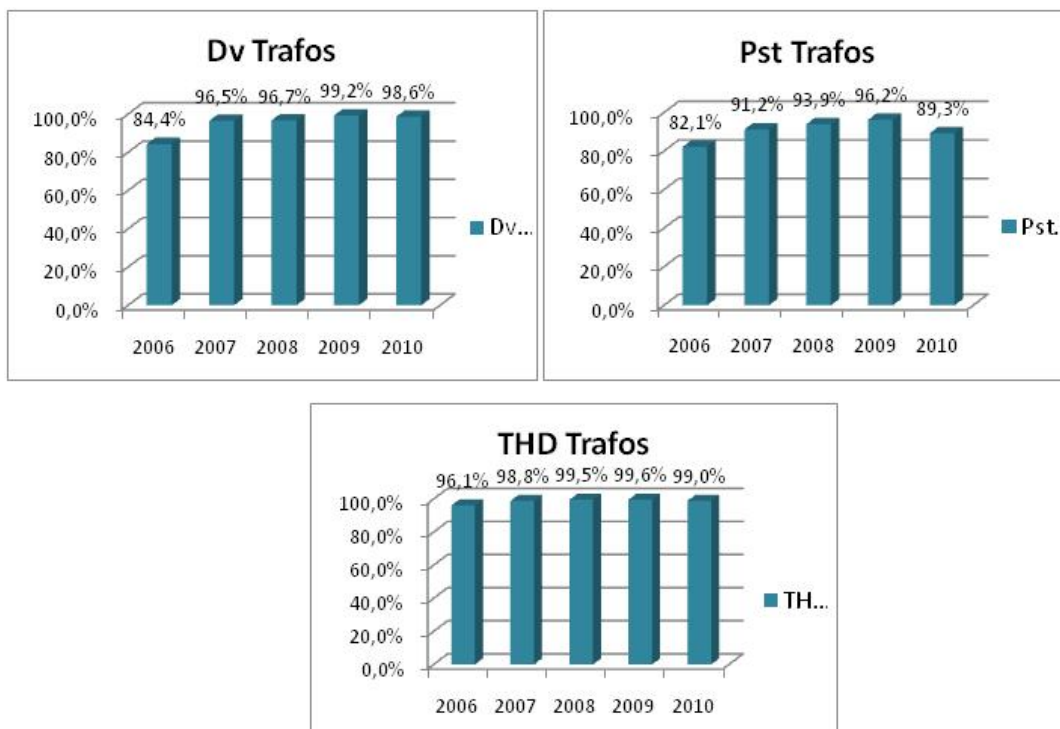


Gráfico 3.3.2.1. Porcentaje de cumplimiento de límites de tensión en subestaciones

En éste período las subestaciones, cumplen con los límites establecidos en la Regulación sobre el nivel de tensión, es decir, la Empresa CENTROSUR, dispone un producto bueno acorde a los requerimientos exigidos.

Transformadores de Distribución

Las desviaciones de niveles de tensión, flicker y armónicos de tensión en transformadores de distribución, se presentan en el gráfico 3.3.2.2.





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Gráfico 3.3.2.2. Porcentaje de cumplimiento en transformadores de Distribución

Del análisis se puede indicar que la evaluación en el nivel de tensión y flicker durante el periodo 2006- 2010, ha tenido una mejora, excepto en el año 2010 en donde existe un decremento, lo que hace suponer que el sistema se ha visto afectado por la falta de un plan de mantenimiento, así como, de inversiones para la expansión del sistema con el fin de mantener un producto en condiciones adecuadas.

En lo referente a armónicos de tensión, existe una mejora y en los tres últimos años con una tendencia del 99% de cumplimiento, lo que hace ver que la empresa tiene un producto a nivel de transformador relativamente bueno.

Consumidores Finales

El parámetro regulado para el servicio a los consumidores finales es únicamente el nivel de tensión, estadísticamente se puede ver que con el pasar del tiempo, este indicador se ha mantenido por encima del 95%, notándose un leve crecimiento desde el 2006 al 2009 y experimentando un decremento para el 2010, en el gráfico 3.3.2.3., se puede apreciar la evaluación de dicho parámetro.

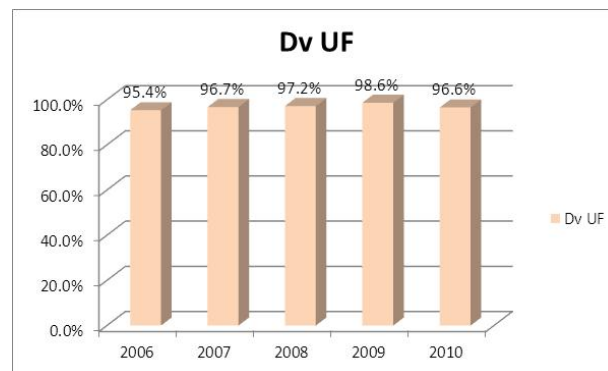


Gráfico 3.3.2.3. Porcentaje de cumplimiento de Consumidores Finales

La tendencia del el servicio a consumidores finales es bastante aceptable, existiendo incumplimientos en cantidades tolerables que se pudieran considerar normales, concluyéndose que la calidad del producto entregado al consumidor final es buena.



Consumidores de Alta y Media Tensión

En cuanto al factor de potencia en consumidores de alta y media tensión, se observa en el gráfico 3.2.2.4, que el cumplimiento es bajo, de las estadísticas en ningún año se ha superado el 50%, es decir, más de la mitad de consumidores medidos presentan incumplimiento al indicado parámetro.

Esto se debe, a que este parámetro depende exclusivamente del tipo de carga que el consumidor conecte en sus instalaciones internas, por lo que se sugiere que no debería ser un parámetro que mida la calidad del servicio entregado por la empresa distribuidora; además se deberá tener en cuenta que este parámetro se encuentra penalizada de acuerdo al pliego tarifario.

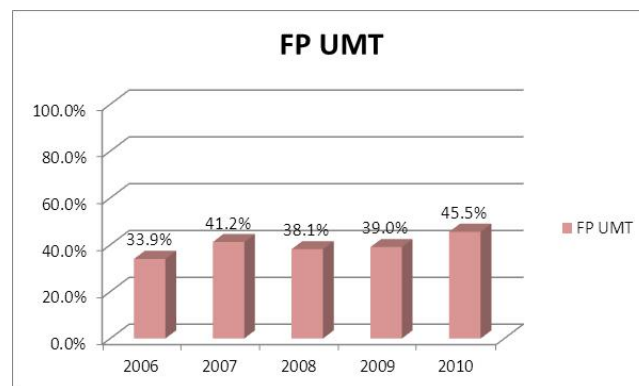


Gráfico 3.3.2.4. Porcentaje de cumplimiento en Consumidores en Alta y Media tensión

En resumen en los cinco años de evaluación, se puede concluir que el parámetro de mayor incumplimiento, se da en flicker” en los transformadores de distribución, con excepción del factor de potencia, que no sería un parámetro de calidad de servicio prestado por la Empresa.

En el gráfico 3.3.2.5, se puede observar un estadístico de cumplimiento de todas las muestras tomadas en el periodo de análisis (2006-2010).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

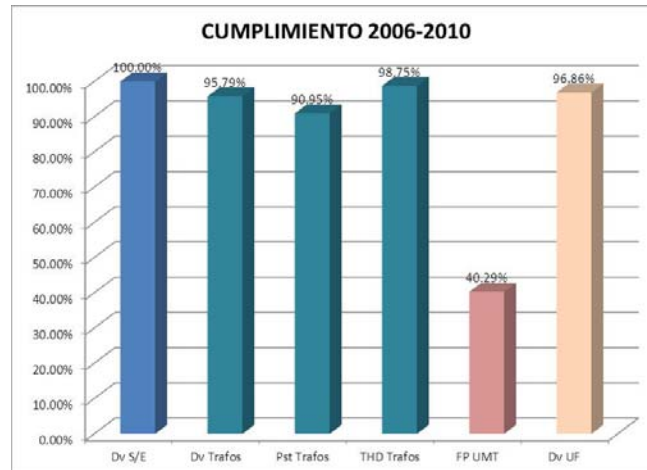


Gráfico 3.2.2.5. Resumen de cumplimiento de límites en porcentaje de los parámetros de la Regulación

3.3.3 CNEL. Santo Domingo

Subestaciones

Analizando los datos, existe una degradación importante en el cumplimiento del nivel de tensión en subestaciones, pues en los cuatro años de análisis el indicador desciende de 100% a un 81.1%, lo cual es un valor preocupante tratándose de incumplimientos a nivel de Subestación, esto se debe seguramente a falta de inversión en nuevas subestaciones y líneas de subtransmisión, que garanticen el correcto funcionamiento y el nivel de tensión adecuado en la cabecera de los alimentadores, este inconveniente provocaría que los taps de los transformadores de distribución se encuentren trabajando en su posición máxima, limitando la posibilidad de corrección de nivel de tensión para consumidores finales, lo indicado se puede apreciar en el gráfico 3.3.3.1.

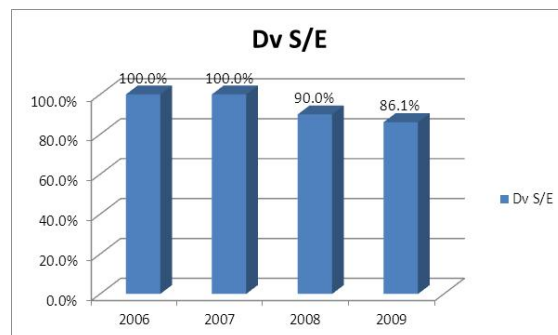


Gráfico 3.3.3.1. Porcentaje de cumplimiento de límites de tensión en subestaciones



Transformador de distribución

En el gráfico 3.3.3.2, se presenta el nivel de cumplimiento en transformadores de distribución en lo referente a nivel de tensión, flicker y armónicos de tensión, analizando los datos, se observa valores atípicos en el año 2008, donde el nivel de los tres parámetros controlados en transformadores es sensiblemente bajo, notándose una significativa recuperación para el año 2009, no obstante las tendencias observadas en las otras empresas se conservan.

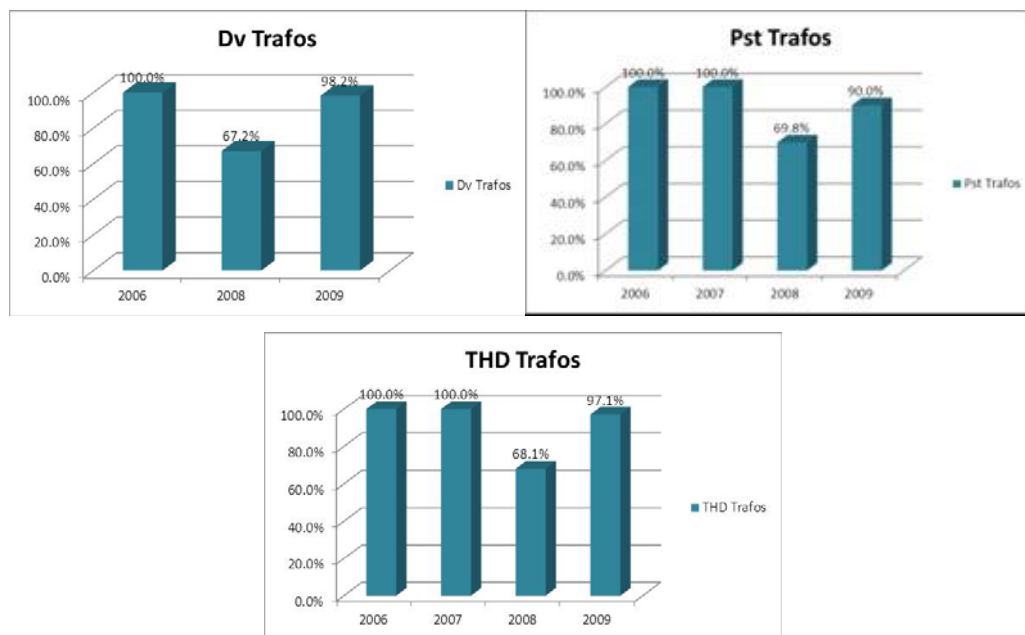


Gráfico 3.3.3.2. Porcentaje de cumplimiento en transformadores de Distribución

Consumidores Finales

De los datos obtenidos para consumidores de baja tensión, se observa un bajo cumplimiento en el año 2008, lo cual coincide con los bajos niveles registrados en los transformadores de distribución, sin embargo en el año 2009 se registra una notable mejoría, lo cual indica que la Empresa puso énfasis en el mantenimiento y optimización de sus redes de baja tensión.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

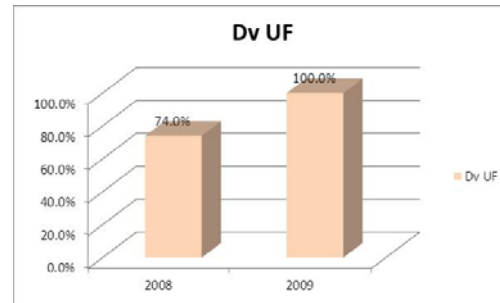


Gráfico 3.3.3.3. Porcentaje de cumplimiento de Consumidores Finales

Consumidores de Alta y Media Tensión

En cuanto al nivel de factor de potencia, solo se cuenta con datos de los años 2008 y 2009, en los cuales se observa un comportamiento similar al de las empresas analizadas, el cumplimiento que tiene la Empresa, en factor de potencia está alrededor del 35%, indicador sumamente bajo.

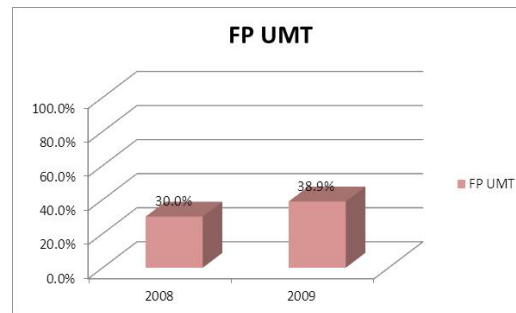


Gráfico 3.3.3.4. Porcentaje de cumplimiento en Consumidores en Alta y Media tensión

En resumen, una estadística general de los cumplimientos en cuanto a la calidad del producto que la Empresa viene entregando a sus consumidores, se muestra en el gráfico 3.3.3.5, donde se concluye que el principal problema es el nivel de tensión en transformadores de distribución y en consumidor final, mostrando también un bajo cumplimiento en cuanto a factor de potencia.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

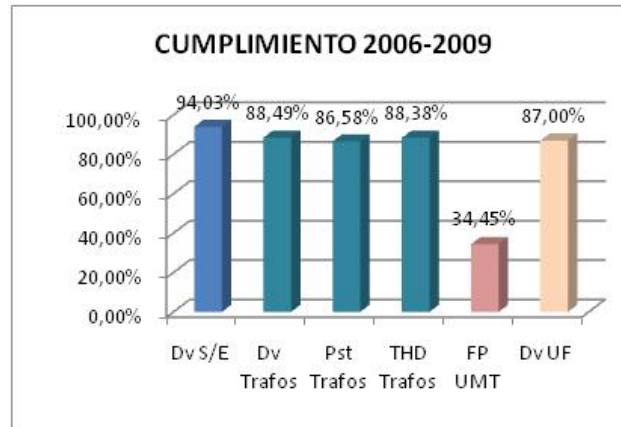


Gráfico 3.3.3.5. Resumen de cumplimiento de los parámetros de la Regulación

3.3.4 Empresa Eléctrica Quito Subestaciones

En cuanto a incumplimientos de subestaciones la Empresa Eléctrica Quito, no registra mediciones fuera de los rangos permitidos por la regulación, de los valores reportados al ente regulador se observa que tiene un cumplimiento del 100% para todos los años en el periodo 2006 – 2009, lo indicado se observa en el gráfico 3.3.4.1

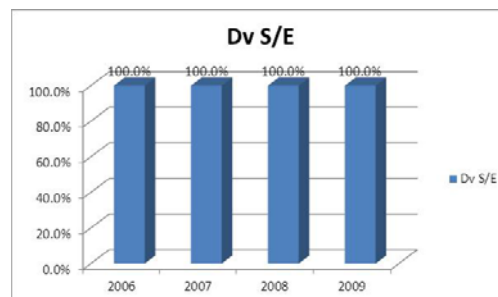


Gráfico 3.3.4.1. Porcentaje de cumplimiento de límites de tensión en subestaciones

Transformadores de Distribución

Del análisis de los datos registrados en transformadores de distribución, en el grafico 3.3.4.2, se observa que el mayor incumplimiento, se presenta en el nivel de flicker, sin embargo existe un progreso importante desde el año 2006. En cuanto al nivel de tensión el cumplimiento, está en el orden del 95%, alcanzando un 96.5% en el último año, que se puede considerar como un indicador aceptable.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

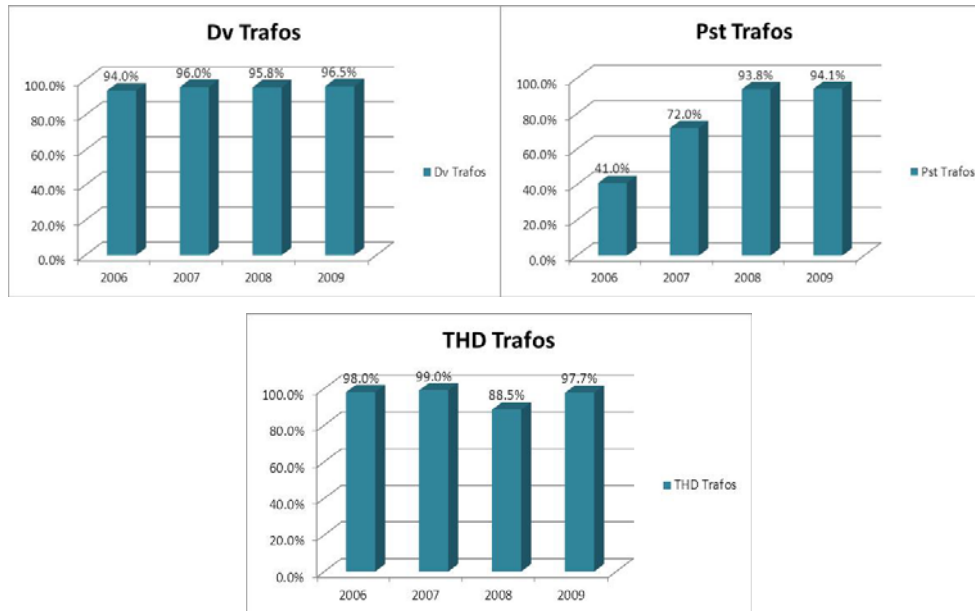


Gráfico 3.3.4.2. Porcentaje de cumplimiento en transformadores de Distribución Consumidores Finales

La Empresa Eléctrica Quito, reporta datos de cumplimiento en consumidores finales entre 88% y 96.7% en el periodo de estudio, se observa que en el año 2007 el porcentaje de cumplimiento en consumidores finales disminuye mientras que en transformadores se aprecia un crecimiento con respecto al 2006, esto se debe a problemas en las redes de baja tensión que probablemente fueron superados en el 2008.

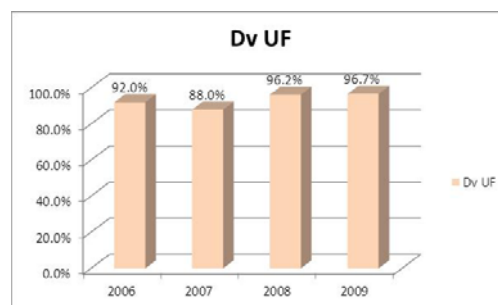


Gráfico 3.3.4.3. Porcentaje de cumplimiento de Consumidores Finales

Consumidores de Media y Alta Tensión

La Empresa Eléctrica Quito, presenta un incumplimiento alto en cuanto al nivel de factor de potencia, para este caso los datos obtenidos se limitan a los años 2008 y 2009, sin embargo, es una muestra de que el cumplimiento es muy bajo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

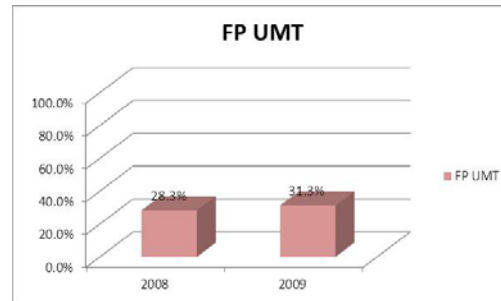


Gráfico 3.3.4.4. Porcentaje de cumplimiento en Consumidores en Alta y Media tensión

El gráfico 3.3.4.5, se muestra una estadística general de los datos disponibles, donde se concluye que el principal inconveniente que esta empresa afronta es el nivel de flicker en transformadores de distribución, adicionalmente se observa el bajo cumplimiento con el factor de potencia común para todas las empresas analizadas.



Gráfico 3.3.4.5. Resumen de cumplimiento de los parámetros de la Regulación

3.3.5 Análisis general de todas las empresas estudiadas

Con la finalidad, de tener una visión general de lo que sucede con los parámetros de calidad a nivel nacional, se ha obtenido una estadística general de las empresas analizadas (de los 1.694.352 consumidores servidos por las cuatro empresas) el cual se obtiene de una media ponderada considerando el número de consumidores que cada empresa sirve, en la tabla 3.3.5.1, se observa los valores calculados y los pesos de cada empresa, la estadística general por parámetro se muestra en el gráfico 3.3.5.1



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	CENTROSUR	CNEL.Sto. Domingo	U. E. Guayaquil	E. E. Quito	Estadística General
Dv S/E	100.00%	94.03%	98.57%	100.00%	99.09%
DvTrafos	95.79%	88.49%	96.22%	95.58%	95.24%
PstTrafos	90.95%	89.94%	93.57%	75.24%	84.51%
THDTrafos	98.75%	91.28%	98.87%	95.79%	96.84%
FP UMT	40.29%	34.45%	20.40%	29.77%	28.98%
Dv UF	96.86%	87.00%	94.37%	93.23%	93.66%
Cientes	272.062	135.053	515.297	771.940	1.694.352
Peso	0.161	0.080	0.304	0.456	

Tabla 3.3.5.1. Cumplimiento a nivel Nacional

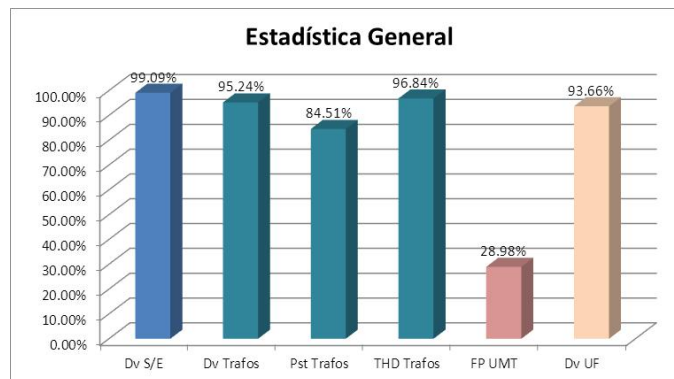


Gráfico 3.3.5.1. Resumen de cumplimiento a nivel Nacional

Analizando los datos, se tiene que el parámetro de calidad de producto entregado de mayor incumplimiento, en las zonas servidas por las cuatro empresas, es el nivel de flicker en transformadores de distribución, asimismo, el comportamiento común del factor de potencia, se presenta bajo para todas las empresas analizadas.

Además el cumplimiento en el nivel de tensión en consumidores finales es levemente menor, a los transformadores de distribución, esto indica que aproximadamente el 1.58% de las redes de baja tensión presentan deficiencias.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En cuanto al nivel de THD tenemos un incumplimiento de aproximadamente 3.16%, el cual probablemente se da en los sectores céntricos de las áreas de concesión de cada empresa, donde el nivel de cargas electrónicas o no lineales es mayor.



4 Análisis crítico de la Regulación correspondiente a la Calidad del Producto.

4.1 Introducción

La energía eléctrica, al igual que otros insumos y servicios, se ha vuelto muy sensible ante la sociedad ya que debe cumplir con ciertas exigencias de calidad que garanticen un correcto funcionamiento de todos los equipos y procesos industriales conectados a un sistema eléctrico de distribución y el confort de los clientes servidos por las empresas distribuidoras.

Para realizar el presente análisis comparativo sobre regulaciones de energía referente a calidad del producto, se han considerado a los países de Colombia, Perú, México y Ecuador.

4.2 Aspectos Normativos de Calidad

4.2.1 COLOMBIA ^[28] ^[29] ^[30] ^[31]

Constitución Política de Colombia

Artículo 78. La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización.

Leyes del sector eléctrico

Ley 142 de 1994. Artículo 28, determina que todas las empresas tienen el derecho a construir, operar y modificar sus redes e instalaciones para prestar los servicios públicos y que las comisiones de regulación pueden exigir que haya posibilidad de interconexión y de homologación técnica de las redes, cuando sea indispensable para proteger a los consumidores, para garantizar la calidad del servicio o para promover la competencia.

Artículo 73, la CREG⁸ puede solicitar toda la información que requiera y es obligación de los agentes suministrarla en la forma y en el momento que la misma lo decida.

⁸CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Artículo 136, Es obligación de la empresa la prestación continua y de buena calidad del servicio público.

Ley 143 de 1994.-Artículo 20, En relación con el sector energético la función de regulación por parte del estado tendrá como objetivo básico asegurar una adecuada prestación del servicio mediante el aprovechamiento eficiente de los diferentes recursos energéticos, en beneficio del usuario en términos de calidad, oportunidad y costo del servicio. Para el logro de este objetivo, promoverá la competencia, creará y preservará las condiciones que la hagan posible.

Artículo 23, **Literal i**, corresponde a la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) establecer el Reglamento de Operación para realizar el planeamiento y la coordinación de la operación del Sistema Interconectado Nacional y que es competencia del Ministerio de Minas y Energía, señalar los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilicen las empresas de servicios públicos del sector, cuando la comisión respectiva haya resuelto por vía general que ese señalamiento es realmente necesario para garantizar la calidad del servicio y que no implica restricción indebida a la competencia.

Literal n, Definir y hacer operativos los criterios técnicos de calidad, confiabilidad y seguridad del servicio de energía.

Contrato de Concesión

Artículo 63.- Con el fin de asegurar la continuidad, calidad y regularidad del servicio, el concedente podrá sustituir al concesionario en su prestación, realizándola por sí mismo o mediante terceros, en el evento en que se haya suspendido, o se tema razonablemente que se pueda suspender, previo concepto de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. La sustitución deberá ser conforme al procedimiento correspondiente establecido en la ley o en las normas que rija a la entidad concedente.



Resolución No. 070 28 de mayo de 1998

Define y hace operativo los criterios técnicos de calidad, confiabilidad y seguridad del servicio de energía eléctrica, se establecen procedimientos para la planeación, operación y expansión de los Sistemas de Transmisión Regional (STR's) y los Sistemas de Distribución Local (SDL's), y se define normas para el diseño y ejecución del plan de inversiones y conexiones al sistema, entre otros. Adicionalmente, se define y establece criterios y procedimientos para la medición de los consumos, para la prestación del servicio de alumbrado público y para las remuneraciones asociadas con la propiedad de activos.

4.2.2 PERÚ ^[32] ^[33] ^[34] ^[35]

Marco Legal

Constitución Política del Perú

Principios generales

Artículo 58. La iniciativa privada es libre. Se ejerce en una economía social de mercado. Bajo este régimen, el estado orienta el desarrollo del país, y actúa principalmente en las áreas de promoción de empleo, salud, educación, seguridad, servicios públicos e infraestructura.

Ley de Concesiones Eléctricas Decreto Ley N° 25844

Artículo 34. Los Distribuidores están obligados a:

c) Garantizar la calidad del servicio que fije su contrato de concesión y las normas aplicables.

Artículo 36. La concesión definitiva caduca cuando:

e) El Distribuidor, luego de habersele aplicado las multas correspondientes, no cumpla con la obligación señalada en el inciso b) del artículo 34 o con dar servicio de acuerdo a los estándares de calidad establecidos en su contrato de concesión.

Artículo 100. Una vez al año, en la forma y en la oportunidad que determine el Reglamento, se efectuará una encuesta representativa a consumidores de una concesión, para calificar la calidad del servicio recibido.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas Decreto Supremo N° 009-93-Em-Artículo 64.

Los concesionarios, los titulares de autorizaciones y las personas que obtengan los permisos a que se refiere el artículo 121 de la Ley, están obligados a garantizar la calidad, continuidad y oportunidad del servicio eléctrico, cumpliendo con los niveles de calidad establecidos en la norma técnica correspondiente.

Decreto Supremo N° 020-97-EM

Establece los niveles mínimos de calidad de los servicios eléctricos, incluido el alumbrado público, y las obligaciones de las empresas de electricidad y los clientes que operan bajo el régimen de la Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Ley N° 25844.

Normas Reglamentarias de Calidad de los Servicios Eléctricos

Título Tercero - Obligaciones del Suministrador, del Cliente y de Terceros

El Suministrador es responsable de prestar, a su cliente, un servicio con un nivel de calidad satisfactorio de acuerdo a las exigencias establecidas en la Norma. Son obligaciones del Suministrador:

a) Para el caso de entidades que suministran o comercializan electricidad, realizar las inversiones y cubrir los costos de adquisición e instalación de equipos, mediciones y registros.

Las entidades que provean el servicio de transmisión o sean propietarios de redes de acceso libre, utilizarán las mediciones y registros que les deben ser entregados por quienes suministran o comercializan electricidad a través de sus redes.

b) Cubrir los costos que demande el cálculo de indicadores de calidad, cálculo de compensaciones y los mecanismos de transferencia de información a la Autoridad.

d) Proporcionar a la Autoridad, con veracidad, toda la información, procesada o no, que ella solicite para el control de la calidad, así como brindar las facilidades y los medios necesarios que le permitan la verificación de la misma y cualquier



actividad necesaria para determinar el nivel de calidad del servicio eléctrico que suministre.

4.2.3 MÉXICO ^[36] ^[37] ^[38]

Constitución Política del México

Artículo 27. Corresponde exclusivamente a la nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgaran concesiones a los particulares y la nación aprovechara los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

Ley N°19.613 de 1999

Artículo 2. El objeto de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) será fiscalizar y supervigilar el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias, y normas técnicas sobre generación, producción, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos, gas y electricidad, para verificar que la calidad de los servicios que se presten a los consumidores sea la señalada en dichas disposiciones y normas técnicas, y que las antes citadas operaciones y el uso de los recursos energéticos no constituyan peligro para las personas o cosas.

Artículo 3. Corresponderá a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles:

4) Requerir a los concesionarios de servicio público de distribución de recursos energéticos que se encuentre en explotación, para que adecuen la calidad del servicio a las exigencias legales, reglamentarias o estipuladas en los decretos de concesión.

11) Comprobar los casos en que la falta de calidad o de continuidad del servicio se deban acaso fortuito o fuerza mayor.

12) Amonestar, multar e incluso, administrar provisionalmente el servicio a expensas del concesionario, si la calidad de un servicio público de distribución de recursos energéticos es reiteradamente deficiente.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En el TITULO IV Sanciones de la ley, Artículo 15. Las empresas, entidades o personas naturales, sujetas a la fiscalización o supervisión de la Superintendencia, que incurrieren en infracciones de las leyes, reglamentos y demás normas relacionadas con electricidad, gas y combustibles líquidos, o en incumplimiento de las instrucciones y órdenes que les imparta la Superintendencia, podrán ser objeto de la aplicación por ésta de las sanciones que se señalan en este Título, sin perjuicio de las establecidas específicamente en esta ley o en otros cuerpos legales.

Para los efectos de la aplicación de las sanciones a que se refiere el inciso anterior, las infracciones administrativas se clasifican en gravísimas, graves y leves.

Son infracciones gravísimas los hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes y que alternativamente:

4) Hayan alterado la regularidad, continuidad, calidad o seguridad del servicio respectivo más allá de los estándares permitidos por la normas y afecten a lo menos al 5% de los consumidores abastecidos por la infractora.

Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos

Artículo 222 del DS N°327/97, La calidad de servicio es el conjunto de propiedades y estándares normales que, conforme a la ley y el reglamento, son inherentes a la actividad de distribución de electricidad concesionada, y constituyen las condiciones bajo las cuales dicha actividad debe desarrollarse.

La calidad de servicio incluye, entre otros, los siguientes parámetros:

- a. Las normas y condiciones que establezcan los decretos de concesión;
- b. La seguridad de las instalaciones y de su operación, y el mantenimiento de las mismas;
- c. La satisfacción oportuna de las solicitudes de servicio, en los términos y condiciones establecidos en este reglamento;
- d. La correcta medición y facturación de los servicios prestados y el oportuno envío a los consumidores y clientes;
- e. El cumplimiento de los plazos de reposición de suministro;
- f. La oportuna atención y corrección de situaciones de emergencia, interrupciones de suministro, accidentes y otros imprevistos;



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- g. La utilización de adecuados sistemas de atención e información a los consumidores y clientes;
- h. La continuidad del servicio;
- i. Los estándares de calidad del suministro.

Artículo 228 del DSN°327/97, Los consumidores no podrán consumir electricidad mediante equipos que originen perturbaciones en el sistema eléctrico que superen los límites permitidos por las normas, salvo que se acuerde con el suministrador o que el usuario adopte todas las medidas correctivas correspondientes.

Artículo 229 del DSN°327/97 Los consumidores no podrán exigir calidades especiales de suministro por sobre los estándares que se establezcan a los precios fijados, siendo de la exclusiva responsabilidad de aquellos que lo requieran, la adopción de las medidas necesarias para lograrlas, salvo pacto en contrario. En este último caso, será deber del suministrador tomar todas las providencias necesarias para no afectar la calidad de servicio del resto de los consumidores.

4.2.4 ECUADOR ^{[20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27]}

Constitución Política de la República del Ecuador

Capítulo Segundo- Sección novena – Personas usuarias y consumidores

Art. 52.- Las personas tiene derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.

La Ley establecerá los mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de las consumidoras y consumidores; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Ley Orgánica de Defensa del Consumidor

Capítulo II - Derechos y Obligaciones de los Consumidores en su artículo 4, Derechos Del Consumidor “Son derechos fundamentales del consumidor, a más de los establecidos en la Constitución Política de la República, tratados o convenios internacionales, legislación interna, principios generales del derecho y costumbre mercantil, los siguientes:

- 2.) Derecho a que proveedores públicos y privados oferten bienes y servicios competitivos, de óptima calidad, y a elegirlos con libertad;
- 3.) Derecho a recibir servicios básicos de óptima calidad;
- 5.) Derecho a un trato transparente, equitativo y no discriminatorio o abusivo por parte de los proveedores de bienes o servicios, especialmente en lo referido a las condiciones óptimas de calidad, cantidad, precio, peso y medida;”

Capítulo VI - Servicios Públicos Domiciliarios en su artículo. 32, Obligaciones “Las empresas encargadas de la provisión de servicios públicos domiciliarios, sea directamente o en virtud de contratos de concesión, están obligadas a prestar servicios eficientes, de calidad, oportunos, continuos, permanentes y a precios justos.”

Ley de Régimen del Sector Eléctrico

Capítulo II - Disposiciones Generales en su artículo 5, Objetivos “Fíjense los siguientes objetivos fundamentales de la política nacional en materia de generación, transmisión y distribución de electricidad:

- a.) Proporcionar al país un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad que garantice su desarrollo económico y social”.

Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio De Energía Eléctrica

En la Sección III Obligaciones en Materia de Distribución en los artículos:

75. “Actividades de distribución y comercialización. El servicio público de distribución y comercialización de energía eléctrica deberá ser llevado a cabo por distribuidores o empresas comercializadoras que reciban la delegación para la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

prestación del servicio público mediante contratos de concesión otorgados por el CONELEC de acuerdo a lo establecido en la Ley y sus reglamentos”.

77. “Obligaciones de las empresas distribuidoras.- en su numeral b) El contrato de concesión incluirá los indicadores y los niveles para determinar el grado de cumplimiento por parte del distribuidor en la prestación del servicio al que contractualmente está obligado a prestar bajo condiciones de calidad y confiabilidad establecidas. Dichos índices deberán ser verificados por el CONELEC a fin de asegurar la calidad del servicio, o en su caso, imponer sanciones de conformidad con lo establecido en este Reglamento y en el contrato de concesión”.

Reglamento Sustitutivo del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad

Capítulo I - Aspectos Generales - Sección II - Obligaciones del distribuidor y del consumidor en el artículo 6.- “Obligaciones del distribuidor.- El distribuidor está obligado a cumplir con las disposiciones que establece la Constitución Política de la República, la Ley Orgánica de defensa del Consumidor, La Ley de Régimen del Sector Eléctrico, su Reglamento General, el Reglamento de concesiones, permisos y licencias para la prestación del servicio de energía eléctrica, este Reglamento, las regulaciones dictadas por el CONELEC y las obligaciones establecidas en el contrato de concesión.

El distribuidor asume la responsabilidad de prestar el servicio a los consumidores ubicados en su zona de concesión, de acuerdo a estas normas y mantener el suministro de energía y la atención al consumidor, dentro de los límites de calidad previstos en la regulación correspondiente.”

De igual manera en la Sección III Evaluación de la prestación del servicio en el artículo 8.- “Evaluación del servicio.- Los distribuidores deberán proporcionar el servicio dentro de los niveles de calidad exigidos en la regulación pertinente, para lo cual adecuará sus instalaciones, organización, estructura y procedimientos técnicos y comerciales.”



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Capítulo IV - Control, Infracciones y Sanciones Sección I Supervisión y control en el artículo 32. “Información a ser recopilada por el distribuidor.- El distribuidor realizará la recopilación, procesamiento y almacenamiento de la información y la pondrá a disposición del CONELEC en cumplimiento de sus obligaciones estipuladas en la normativa correspondiente y en el contrato de concesión.”

Capítulo IV - Control, Infracciones y Sanciones Sección II – Procedimiento de Control en los artículos:

38.-“Ajustes y modificaciones. Si como resultado de las evaluaciones realizadas, el CONELEC formulase observaciones a los distribuidores, respecto de la calidad del servicio, éstos están obligados a ejecutar los ajustes y modificaciones que sean del caso para subsanar las deficiencias en la presentación del servicio.”

39.-“Medidas de control. El CONELEC podrá adoptar las medidas de control que correspondan, por iniciativa propia o por reclamo justificativo del consumidor, cuando haya comprobado un incumplimiento del distribuidor a este Reglamento o a las Regulaciones que dicte el CONELEC. Si luego de haber notificado el hecho y otorgado un plazo prudencial, que puede ser fijado de mutuo acuerdo para subsanar la falta, subsiste una grave deficiencia en la prestación del servicio, el CONELEC aplicará las sanciones correspondientes.”

Contrato de Concesión de Servicio Público de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica.

Cláusula Novena - Derechos y Obligaciones del Concesionario en los Numerales:

9.2.1. “Prestar el servicio público de distribución y comercialización de electricidad, de conformidad con el presente contrato, garantizando a los consumidores actuales y futuros, el suministro continuo y eficiente, de toda la potencia y energía requerida conforme a los parámetros técnicos y a las normas que regulen el régimen de calidad y suministro de servicios.

9.2.20. “Suministrar los documentos e información en general que sea requerida por el CONELEC para verificar el cumplimiento del contrato, las leyes y demás normas vigentes. Específicamente...



UNIVERSIDAD DE CUENCA

9.2.20.2. Toda la información requerida por el concedente para verificar el desempeño operacional y el cumplimiento de las normas de operación y calidad del servicio de la concesión.

9.2.20.3. Registros de las interrupciones susceptibles de sanción, incluyendo la duración y tiempo de ocurrencia de las mismas.”



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.2.5 Normativas de la Calidad del Servicio Eléctrico

En la tabla 4.2.5.1 se puede apreciar un resumen sobre la calidad del Servicio Eléctrico de Distribución bajo que normativa se viene aplicando y que aspectos de calidad están regulados en los países seleccionados.

CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO				
País	Colombia	Perú	Ecuador	México
Ente Regulador	CREG Comisión de Regulación de Energía y Gas	OSINERG Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería	CONELC Consejo Nacional de Electricidad	SEC Superintendencia de Electricidad y Combustibles
Normativa de calidad vigente	Resolución 070 de 1998 Resolución 024 de 2005	DECRETO SUPREMO N° 020-97-EM	Regulación CONELC 004/01	DSN°327/97
Aspectos de Calidad Regulados	Calidad de la potencia suministrada Calidad del servicio prestado Registro de interrupciones	Calidad del Producto Calidad del Suministro Calidad del Servicio Comercial Calidad de Alumbrado Público	Calidad del Producto Calidad del Servicio Técnico Calidad del Servicio Comercial	Calidad del Suministro Reclamos Continuidad del Servicio

Tabla 4.2.5.1 Resumen de la calidad del servicio Eléctrico



4.2.6 Comparación de las normativas de Calidad del Producto ^{[4][7][8] [9]}

Con el propósito de tener una idea global sobre la aplicabilidad de la Calidad del Producto en nuestro país, se ha creído necesario hacer una comparación de las exigencias que los países seleccionados vienen cumpliendo en lo referente a la Calidad del Producto y las magnitudes a ser monitoreadas.

Se tiene que las empresas distribuidoras de los países seleccionados, deben dar un producto de calidad a sus consumidores, bajo límites de sus magnitudes eléctricas de acuerdo a lo expuesto en los numerales 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4.

Es así, que en la tabla 4.2.6.1, se describe la Calidad del Producto y los límites respectivos que la norma Europea EN50160 exige y la aplicación de cada país viene aplicando a sus consumidores en base a normas y regulaciones vigentes, teniendo lo siguiente:

Colombia

Como se puede apreciar Colombia ha venido trabajando en este aspecto por medio de sus organismos de la CREG y el ICONTEC, las cuales han definido sus propias Normas Técnicas Colombianas NTC, sobre las cuales se basa la Calidad del Producto, es así, que para la frecuencia tienen sus propios límites de variación en base a la frecuencia fundamental, en lo referente a tensión el límite superior es más exigente que el de la norma internacional, mientras que para las armónicas de las ondas de tensión aplican la norma IEEE 519, donde el THD de tensión es más exigente que la norma Europea EN50160; en lo que respecta al flicker se basa en la norma IEEE 519 y los equipos de monitoreo deben cumplir con la norma IEC-60868+A1; para el factor de potencia viene dado por la regulación de calidad; para los Transitorios Electromagnéticos Rápidos y Fluctuaciones de Tensión vienen aplicando la norma IEEE 519.

Perú

Perú es otro de los países que ha trabajado sus propias normas por medio de su organismo de control OSINERG, la misma que ha definido y regulado la Calidad del Producto, es así que en frecuencia tiene un límite diferente a lo indicado en la norma



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Europea; en cuanto a nivel de tensión han definido límites más exigentes que la norma 50160, en las armónicas de tensión y flicker se basa en lo indicado en la norma Europea, en cuanto a factor de potencia y transitorios electromagnéticos rápidos y fluctuaciones de tensión la norma vigente no contempla estas variables a ser controladas.

México

México tiene la norma de calidad vigente DSN°327/97 la misma que controla la frecuencia con parámetros más exigentes que la norma Europea, de igual manera para los niveles de tensión son más exigentes, mientras que para los armónicos de tensión y flicker viene controlando de acuerdo a lo indicado en la norma Europea. Para el factor de potencia han definido sus propios límites.

Ecuador

De acuerdo a la Regulación vigente no se controla la magnitud de frecuencia en base a la norma Europea, en cuanto a nivel de tensión la exigencia en esta magnitud cumple con lo indicado en la norma Europea, sin embargo es más flexible con respecto a los países seleccionados. En lo referente a armónicas de tensión la regulación controla en base a la norma Europea y con la norma IEC 6100-4-15. En lo que respecta a flicker la regulación vigente está en concordancia con lo indicado en la normas internacionales EN50160 y las IEC60860, 68868-0. Para el factor de potencia se han definido sus propios límites.

En resumen se tiene que en:

Frecuencia.- Todos los países controlan la frecuencia con excepción de Ecuador, con límites en función de la frecuencia nominal y garantizando que el producto dado no se degrade por esta magnitud.

Tensión.- En cuanto a la tensión las normas y regulaciones de los países en análisis controlan y han definido los límites que deberán cumplir con el producto que se da a sus consumidores, en la cual se puede ver que la exigencia en el Ecuador por este concepto es más flexible ($\pm 10\%$ de la tensión nominal), pero cumpliendo con la norma internacional.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Armónicas de tensión.- En este aspecto, la normativa que se viene aplicando en Colombia es más rígida que en los demás países, con lo cual está garantizando que en sus sistemas de distribución, sus elementos no tienen contaminación que afecte el servicio eléctrico que se está brindando; sin embargo en los otros países se está cumpliendo con las normas internacionales.

Flicker.- En lo que respecta a esta perturbación las exigencias que deben cumplir las distribuidoras de los países considerados, está sobre la base de las Normas Internacionales.

Factor de Potencia.- Esta magnitud eléctrica es controlada por todas las distribuidoras de los países considerados excepto la de Perú, siendo la regulación del Ecuador más exigente (0,92). Cabe indicar que esta magnitud es provocada por los consumidores, sin embargo las distribuidoras están siendo penalizadas por este concepto.

Transitorios Electromagnéticos Rápidos y Fluctuaciones de Tensión.- Estos efectos eléctricos, el país que controla es Colombia bajo la norma IEEE-1159 [1995].



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CALIDAD DEL PRODUCTO					
Parámetros / País	EN 50160	Colombia	Perú	México	Ecuador
Frecuencia	BT, MT: valor medio de la fundamental medida a lo largo de 10 seg. ±1% (49,5 – 50,5 Hz) durante el 99,5% de la semana - 6%/+4% (47 – 52 Hz) durante el 100% de la semana	f=60Hz Limites Estado Normal 59.8 y 60.2 Hz Estado Emergencia 57.5 y 63.0 Hz	$\frac{\Delta f_k(\%) \cdot T_k}{T_k} \times 100\%$ Ademas controla las Variaciones Súbitas de Frecuencia Limite (Δf'k (%)): ± 0.6 % (VSF'): ± 1.0 Hz. (IVDF'): ± 600.0 Ciclos. Incumplimiento 1% del periodo	f = 50 Hz • sobre 49,8 Hz y bajo 50,2 Hz durante al menos el 99% del período; • entre 49,3 Hz y 49,8 Hz durante no más de un 0,5% del período; • entre 50,2 y 50,7 Hz durante no más de un 0,5% del período.	NO
Tensión	En condiciones normales de funcionamiento excluido las interrupciones , durante un periodo de una semana el 95% de los valores medios cada 10 minutos de la tensión rms estará dentro del intervalo de U ±10.0%	Norma NTC 1340: Para baja y media tensión +5 y - 10%	$\frac{\Delta U_k(\%) \cdot T_k}{T_k} \times 100\%$ Limite Urbano ±5.0% Urbano/Rural o Rural ±7.5% Incumplimiento 5% del periodo	$\frac{\Delta U_k(\%) \cdot T_k}{T_k} \times 100\%$ Limite DV: ±7.5% Incumplimiento 5% del periodo	$\frac{\Delta U_k(\%) \cdot T_k}{T_k} \times 100\%$ Limite Urbano ±10.0% Rural ±13.0% Incumplimiento 5% del periodo
Armónicos de las Ondas de Tensión	En condiciones normales de funcionamiento durante un periodo de una semana el 95% de los valores medios cada	Tanto el OR como los Consumidores conectados a su red deberán cumplir con la norma IEEE 519 - [1992] Limite THDv	Limite THDv: 8% 2-40 Armónica Incumplimiento 5% del periodo	Limite THDv: 8% 2-40 Armónica Incumplimiento 5% del periodo	Limite THDv: 8% 2-40 Armónica Incumplimiento 5% del periodo



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	10 minutos de cada armónica individual de tensión debe ser igual o inferior al valor dado en la tabla.	V < 69 kV : 5.0 69 < V < 161 kV: 2.5 V > 161 kV: 1.5			
Flicker	En condiciones normales de funcionamiento durante un periodo de una semana la severidad de flicker de larga duración causado por las fluctuaciones de tensión debe ser P=1 para el 95% del tiempo	El OR deberá garantizar que sus Consumidores cumplan con la norma IEEE-519 [1992] y el monitoreo sea de acuerdo a la Norma IEC-60868 +A1 y 68868-0	Limite Pst: 1 Incumplimiento 5% del periodo	Limite Pst: 1 Incumplimiento 5% del periodo	Limite Pst: 1 Incumplimiento 5% del periodo
Factor de Potencia	la norma Europea no considera el control de F.P:	coseno phi inductivo limite >= 0.9 El operador de red podrá exigir a aquellas instalaciones cuyo factor de potencia inductivo viole este límite, que instalen equipos apropiados para controlar y medir la energía reactiva.	NO	Limite FP: 0.90 inductivo Incumplimiento El promedio del periodo de medición.	Limite FP: 0.92 inductivo Incumplimiento 5% del periodo
Transitorios Electromagnéticos Rápidos y Fluctuaciones de Tensión	BT: generalmente <6kV, ocasionalmente mayor, tiempo de subida: ms - μ s. MT: No definido	IEEE-1159 [1995] El OR conjuntamente con el Usuario afectado deberán buscar la causa del fenómeno y solucionarlo en un plazo no mayor a treinta (30) días hábiles.	NO	NO	NO

Tabla4.2.6.1. Calidad del Producto y los límites exigidos



4.3 Mercado y Calidad del Servicio Eléctrico ^[43]

Todos los mercados funcionan equilibrando la oferta y la demanda; pero el mercado eléctrico tiene una complicación añadida, casi no puede almacenar stocks para venderlos más adelante cuando la demanda es baja y debe abastecer continuamente, 24 horas los 365 días del año, a millones de clientes, con una garantía de suministro completa. El mercado eléctrico se basa en la competencia entre las empresas y tiene generalmente como objetivo incrementar la calidad del servicio, la mejora del medio ambiente y hacer que los precios se autorregulen en un mercado libre.

Es importante señalar que también existe la libertad de los consumidores para elegir la empresa suministradora que deseen, en función de la calidad de servicio y el precio que ofrezcan. Esta liberalización es implantada progresivamente, empezando por las empresas más grandes.

Calidad del producto ^[43]

El flujo físico de la electricidad es el mismo, es decir, la electricidad sigue siendo producida por el generador (productor) y llega al consumidor de igual forma, a través de las mismas redes de transporte y distribución. El consumidor de electricidad, esté en mercado a tarifa o en libre mercado, es atendido por las mismas redes de la empresa distribuidora de la zona, por lo que la calidad del suministro eléctrico es la misma. Sin embargo, en el mercado liberalizado las relaciones económicas varían. El consumidor tiene la opción de contratar la energía consumida con la empresa comercializadora, a un precio libremente pactado; y, contratar directamente el acceso a las redes con la empresa distribuidora.

Antes de tomar una decisión en cuanto a permanecer en el mercado a tarifa o cambiar a mercado liberalizado, el consumidor debería comparar, fundamentalmente, el precio al que paga su consumo eléctrico y los servicios que le ofrece el mercado a tarifa frente a los precios y servicios que le ofrecen los comercializadores. Otras cuestiones, como la calidad en el suministro, no dependen de la opción elegida, ya que está ligada a las redes del distribuidor de la zona.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En el mercado liberalizado, los consumidores pueden elegir la empresa comercializadora de electricidad que mejor se adapte a sus necesidades, teniendo siempre presente que la calidad de suministro no depende de la opción elegida.

Las diferencias entre ambos tipos de mercado se centrarán en el precio, los servicios ofrecidos y la calidad de la atención al consumidor. En la medida en que las empresas productoras y comercializadoras compitan entre sí, ofrecerán condiciones que permitan aumentar el bienestar del consumidor. El efecto final sobre el bienestar del consumidor vendrá condicionado por el precio que finalmente pagará, que, en el caso de los mercados en competencia, es determinado por las fuerzas de la oferta y la demanda, y en la generación de externalidades. El precio afecta al bienestar del consumidor por su repercusión sobre su renta disponible, y las externalidades derivadas de la producción de electricidad influyen sobre su calidad de vida.

Bajo esta premisa se analiza los tipos de mercado en cada país bajo análisis.

Mercado Eléctrico Colombiano ^[44]

Colombia cuenta con un mercado energético liberalizado desde 1995. El sector se caracteriza por un marco que desagrupa generación, transmisión, distribución y comercialización.

La estructura del mercado energético colombiano, se basa en las Leyes 142 (Ley de Servicios Públicos) y 143 (Ley de Electricidad) de 1994, que definieron el marco regulativo para desarrollar un mercado competitivo. El nuevo esquema, diseñado por la CREG (la Comisión Reguladora de Gas y Energía), fue implementado a partir de julio de 1995. La CREG está a cargo de regular el mercado para un suministro eficiente de energía, define estructuras de tarifas para consumidores y garantiza libre acceso a la red, cobros de transmisión y normas para el mercado mayorista, garantizando la calidad, confiabilidad del servicio y eficiencia económica. Entre otros, CREG es responsable de elaborar regulaciones que garanticen los derechos de los consumidores, la inclusión de principios de sostenibilidad ambiental y social, la mejora de la cobertura y la sostenibilidad financiera de las entidades participantes.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El mercado eléctrico en Colombia tiene segmentos regulados y no regulados. El mercado regulado, que es directamente contratado y servido por compañías de distribución, abarca consumidores industriales, comerciales y residenciales con demandas de energía inferiores a 0.5 MW. En este mercado, la estructura de tarifas es establecida por el ente regulador. En el mercado no regulado, los consumidores con demandas de energía superiores a 0.5 MW pueden negociar y contratar libremente su suministro en el mercado mayorista (es decir, mercados spot y de contratos) directamente o por medio de entidades comerciales, distribuidores, o productores.

Mercado Eléctrico Peruano^[45]

En el caso del mercado eléctrico peruano, existen tres “mercados” que interactúan:

- a) Consumidores “libres” que contratan directamente su suministro a precio libre;
- b) Consumidores regulados cuya tarifa de generación es fijada por el regulador;
- c) El mercado de corto-plazo, definido por el precio marginal por un despacho por orden de mérito de costos, que sirve para valorar los intercambios entre generadores.

Hasta 1997, el consumo de electricidad de los consumidores regulados representó 65% del total de consumo y el 35% restante correspondió al consumo de los grandes consumidores (mercado libre). En los últimos diez años esta proporción ha cambiado en forma importante y ahora el consumo del mercado libre representa el 46% del total.

En el año 2007, el mercado libre estuvo constituido por 254 consumidores, con un consumo de 11.330 gigavatios-hora. De este consumo, la minería ha representado cerca del 55%, seguida de la industria de la fundición, con el 12.3%. El número mayor de grandes consumidores está también en la minería, con un número de 58. El más grande usuario de electricidad es Southern Perú Cooper Corporation, la minera de cobre más grande del país, localizada en las regiones de Moquegua y Tacna.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Si bien, el mercado libre para los consumidores eléctricos data de hace más de una década, en los últimos años se ha rebajado el límite de potencia para pasar a ser cliente libre, en base a una última modificación en el año 2000, según lo descrito en el Decreto Supremo N° 009-93-EM: “Artículo 2°.- Los límites de potencia, serán fijados en un valor equivalente al 20% de la demanda máxima de la zona de concesión de distribución, hasta un tope de 1.000 kW. En los sistemas eléctricos donde no se reúnan los requisitos contemplados en el Artículo 80° del Reglamento para la existencia de un COES, todos los suministros estarán sujetos a la regulación de precios. El límite de potencia resultante para cada zona de concesión, se fija en el respectivo contrato de concesión y el tope señalado anteriormente, serán actualizados por el Ministerio por Resolución Ministerial.”

Con el aumento de los consumidores libres en los últimos años y la evolución del precio medio de energía eléctrica en la última década en el mercado peruano, se puede apreciar claramente una gran diferencia entre los precios de los clientes regulados versus los participantes del mercado libre, siendo estos últimos claramente menores, teniendo valores que están entre el 50 y 65% de los primeros, mostrando la ventaja del mercado libre.

Mercado Eléctrico Mexicano ^[46] ^[47]

El sector eléctrico en México atravesó su primer proceso serio de reorganización durante los años 30, bajo el mandato del Partido Revolucionario Institucional (PRI). Se creó el Código Eléctrico Nacional y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), una empresa pública recién creada y financiada por el estado, pasó a dominar toda la inversión en capacidad nueva. Más tarde, en 1960, una reforma constitucional nacionalizó la industria eléctrica y le otorgó formalmente al gobierno la “responsabilidad” exclusiva en la generación, transmisión, transformación y distribución de electricidad. Durante esa década, el gobierno también creó la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (LFC) para suministrar electricidad a la Ciudad de México y a los estados vecinos. Durante los años 60 y 70, México alienó la inversión privada y decidió impedir que las fuerzas del mercado participaran en el sistema energético. Además, el aumento en los precios del petróleo durante los años 70, generó ingresos extraordinarios en un México rico en petróleo, lo que permitió al



UNIVERSIDAD DE CUENCA

país mantener importantes subsidios para la generación de electricidad. A finales de los 80 y principios de los 90, el gobierno mexicano llevó a cabo reformas de mercado en varios sectores económicos, incluida la electricidad. En 1992, el presidente Carlos Salinas reformó la ley de electricidad, estableciendo que la producción privada de electricidad no era un servicio público. Esta modificación, permitió la participación privada en la generación, fue y todavía es, discutida por inconstitucional (en 2002, la Corte Suprema de México dictaminó que la ley de 1992 podría ser inconstitucional). La Comisión Reguladora de Energía (CRE) fue creada en 1993, como un organismo autónomo encargado de regular las industrias de gas natural y electricidad. Sin embargo, sus funciones sólo están relacionadas con los productores privados de energía (por ejemplo, concesión de permisos, arbitraje, estudios de tarifas) y no abarcan a la CFE ni a LFC. Hasta la fecha, las funciones de la CRE se han centrado principalmente en el sector de gas y no tanto en la electricidad.



5 Propuestas para mejorar la Calidad del Producto

La calidad es una variable clave de la moderna regulación de servicios públicos basada en incentivos a la eficiencia. No obstante, la evaluación de la experiencia internacional permite afirmar que, en general, tanto la regulación como la fiscalización no han dado a la gestión de la calidad un tratamiento acorde con su importancia. Transcurrida más de una década desde el inicio de las reformas sectoriales, los resultados adversos asociados a esa situación comienzan a vislumbrarse en numerosos países y en todos los casos se obtiene la misma conclusión: la ausencia de un control efectivo de la calidad del suministro recibido por los consumidores conduce inexorablemente a un deterioro de ese servicio. Las consecuencias resultan evidentes: altos costos económicos y malestar social.

La calidad de un sistema eléctrico se puede conocer y controlar mediante campañas de medición en diferentes puntos de la red con el propósito de evaluar parámetros indicadores de compatibilidad electromagnética, identificando además posibles fuentes perturbadoras.

Para el caso Ecuatoriano, las distribuidoras tienen la responsabilidad de prestar el servicio eléctrico a los consumidores ubicados en su zona de concesión, dentro de los niveles de calidad establecidos, en virtud de lo que señala la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, los Reglamentos aplicables, el Contrato de Concesión y las Regulaciones correspondientes.

5.1 Mejoras en el monitoreo de Calidad del Producto^[40]

De la información expuesta en el capítulo tres en lo referente al monitoreo de Calidad del Producto se puede apreciar que las Empresas lo vienen realizando, en función de la regulación vigente y aprovechando los recursos e infraestructura; sin embargo, la teoría relacionada a esta temática no da metodologías claramente establecidas para las distribuidoras de estas campañas de medición.

No obstante, se pueden indicar lineamientos generales y las mejores prácticas que permiten llevarlas a cabo de manera ordenada y sin perder de vista los siguientes objetivos principales:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Cumplimiento de la regulación
- Verificar límites de niveles de tensión en subestaciones transformadores y consumidores finales,
- Establecer responsabilidades sobre las magnitudes antes indicadas e implementar medidas correctivas.

En base a los objetivos se hace necesario contar con:

Información

El distribuidor deberá implementar y mantener una base de datos con la información sobre los componentes de la red asociados a la alimentación eléctrica de cada consumidor, esto es:

- Red de AV.
- Subestación de distribución AV/MV.
- Circuito de MV.
- Centros de transformación MV/BV los de propiedad de la distribuidora y particulares en el cual el uso de energía no sea residencial de acuerdo a la definición dada por el CONELEC, la misma que se indica en el anexo 5.1
- Circuito de bajo tensión y ramal al que está conectado.
- Identificación del cliente (número de suministro).

Disponibilidad de equipos de Calidad

Es sumamente importante que las empresas distribuidoras cuenten con los recursos económicos para la disponibilidad de equipos de calidad en base a lo indicado en la regulación, los mismos que deberán cumplir constructivamente las normas internacionales EN 50160 y las IEC 60868 y 61000 - 4-15.

Este aspecto ha sido una de las más grandes debilidades de las empresas ya que desde la promulgación de la regulación no se han contado con los equipos para el cumplimiento de ésta, ya sea por la adquisición de equipos que no cumplen con los



UNIVERSIDAD DE CUENCA

parámetros a medir o simplemente se adquirieron y por falta de capacitación se han dejado de utilizar y al momento no existen repuestos (baterías).

Instructivo para selección de puntos de monitoreo de calidad del producto- IDISTR-001

El presente instructivo describe las actividades que deben llevarse a cabo para realizar la selección de puntos donde se efectuará el monitoreo de calidad de producto, en base a la regulación CONELEC 004/01. Es así que, el número de elementos que contiene cada muestra, obedece a la tabla 5.1

Parámetros	Subestaciones	Transformadores de distribución	Consumidores finales	Consumidores en media y alta tensión
Número de elementos de la muestra	20% de las barras.	0.15% del total de transformadores del sistema.	0.01% del total de consumidores de baja tensión.	2% del total de consumidores en alta y media tensión.
Parámetros a ser monitoreados	<ul style="list-style-type: none">• Nivel de tensión	<ul style="list-style-type: none">• Nivel de tensión• Flicker• Distorsión armónica total	<ul style="list-style-type: none">• Nivel de tensión	<ul style="list-style-type: none">• Factor de potencia.

Tabla 5.1.- Número de elementos de cada muestra.

El detalle de las actividades se describe a continuación:

1. Utilizando la base de datos de subestaciones, se seleccionarán mensualmente las subestaciones que se requieran, en forma aleatoria,
2. Se eligen los alimentadores pertenecientes a las subestaciones seleccionadas anteriormente, en base a criterios técnicos como:
 - i. Histórico de monitoreo en cada alimentador.
 - ii. Potencia instalada.
3. Utilizando la base de datos de transformadores por alimentador, se seleccionan aleatoriamente el número de transformadores que se encuentren conectados a cada uno de los alimentadores antes elegidos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4. Al momento de la instalación, se determina uno o dos consumidores finales por cada transformador de distribución, dicha selección se realizará a criterio del ingeniero contratista conjuntamente con el fiscalizador, tratando siempre de no sesgar la muestra y que los puntos tomados sean representativos del sistema bajo estudio.
5. Los puntos a ser medidos pertenecientes a la categoría “consumidores de alta y media tensión” son aleatoriamente seleccionados de los alimentadores escogidos en el numeral dos.

Finalmente se genera el cronograma, el cual contiene los puntos específicos donde se procederá con el monitoreo, la información que contendrá es:

- a) Código del punto de monitoreo (subestación, transformador de distribución o consumidor).
- b) Potencia de la unidad de transformación de distribución.
- c) Fases de conexión.
- d) Dirección del punto de monitoreo.
- e) Coordenadas UTM.
- f) Fecha en la cual se debe realizar la instalación.

La aplicación del presente instructivo dará como resultado la información para llenar el formulario de registro denominado “Cronograma de mediciones para monitoreo de Calidad del Producto” R-DISTR-001, el cual se encuentra en el anexo 5.2.

Instructivo para la instalación y desconexión de los equipos de calidad I-DISTR-002

Las empresas de distribución poseen un conjunto de equipos de calidad dedicados exclusivamente al monitoreo de la Calidad del Producto, dichos equipos se instalan por un periodo de siete días en diferentes puntos del sistema, la selección de estos puntos se realiza a través del instructivo I-DISTR-001.

Este instructivo describe las actividades de instalación y desconexión de un equipo de calidad en forma general.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Los pasos para realizar la instalación de un equipo de calidad son:

1. Localización del punto de monitoreo.

El ingeniero o contratista con la ayuda del cronograma y del GPS, localizará la ubicación del punto a ser monitoreado, verificando el código del consumidor y tomando en cuenta todas las normas de seguridad.

2. Instalación del equipo de calidad.

- a. Instalar en el equipo de calidad los accesorios necesarios, según el tipo de instalación y el grado de protección requerida (la caja de protección se usa únicamente para instalaciones en poste),
- b. Se conectan las pinzas de tensión y corriente al sistema bajo análisis, conectando los cables de alimentación del equipo a los cables L1 y N del mismo, posteriormente, se sujeta el lagarto N al neutro del sistema y los lagartos L1, L2 y L3 a las fases A, B y C respectivamente, a continuación se instalan los toroides L1, L2 y L3 (pinzas de corriente) sobre las líneas A, B y C respectivamente, cabe mencionar que la dirección de la corriente debe coincidir con la dirección de la flecha marcada en la pinza de corriente, como se muestra en el gráfico 5.1.

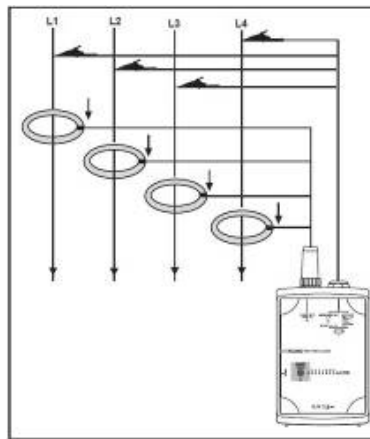


Gráfico. 5.1.- Instalación de equipo de calidad

Al instalar el equipo se deberá tener ciertas consideraciones como:

- Los toroides de las pinzas de corriente jamás deben estar cruzados entre sí o en alguna posición que comprometa su resistencia mecánica.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Los lagartos que se utilizan para las señales de tensión del equipo deben encontrarse firmemente sujetos de tal manera que el viento o cualquier agente externo no pueda desconectarlos.
- El exceso de cable de cada pinza debe sujetarse a la caja y no quedar suspendido o suelto.
- Comprobar que el equipo se encuentre encendido.
- c. Programar el equipo de calidad, se conecta el cable de comunicación entre el equipo y el computador portátil, se ejecuta el software perteneciente al equipo de calidad instalado y se procede con la configuración dependiendo del tipo de sistema que se está monitoreando.

Al programar el equipo se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones como:

- El intervalo de monitoreo debe ser de mínimo siete días.
- La tensión nominal debe coincidir con el tipo de sistema monitoreado (monofásico o trifásico).
- Se deberá realizar una prueba “online” de tal manera que se verifique el correcto funcionamiento del equipo.

3. Desconexión del equipo de calidad.

Trascurridos siete días de la instalación se procede a desinstalar el equipo, para lo cual primero se deberá descargar los datos al computador portátil, posteriormente la desconexión tomando en cuenta siempre las seguridades tanto para el equipo como para el personal y se llenan los formularios R- DISTR-001, R- DISTR-002 y R- DISTR-003, dependiendo del tipo de instalación, los mismos que constan como anexo 5.3.

Procedimiento para monitorear los elementos P-DISTR-001.

El procedimiento recoge las mejores prácticas que se viene llevando a cabo en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., para un monitoreo integral sin confrontar lo indicado en la Regulación, la misma que puede ser realizada por administración directa o por contratación de servicios.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

N°	ACTIVIDAD / RESPONSABLE	REGISTRO / OBSERVACIONES	FLUJOGRAMA
0	Inicio		Inicio
1	Definir el programa de mediciones / Jefe del Departamento de Calidad.	/De acuerdo a la Regulación CONELEC 004/01.	1
2	Enviar el programa al CONELEC / Jefe del Departamento de Calidad.	/Enviar con dos meses de anticipación.	2
3	¿Existen observaciones por parte del CONELEC? / Jefe del Departamento de Calidad.		3
4	Elaborar el cronograma detallado con la ubicación y características técnicas de los puntos a monitorear, según instructivo I-DISTR-001/ Ingeniero Eléctrico	Cronograma de Mediciones para el mes correspondiente R-DISTR-001	4
5	¿El cronograma se encuentra elaborado correctamente? / Jefe del Departamento de Calidad.		5
6	Enviar el cronograma de mediciones ingeniero o contratista/ Jefe del Departamento de Calidad.		6
7	Programar, instalar y desconectar equipos de calidad, según instructivo I-DISTR-002 / ingeniero o Contratista.	Registro de mediciones en transformadores R-DISTR-003, Registro de mediciones en consumidores de media y alta tensión R-DISTR-004, Registro de mediciones en consumidores finales R-DISTR-005	7
8	Fiscalizar la ejecución de trabajos de instalación y desconexión de equipos / Jefe del Departamento de Calidad, Ingeniero Eléctrico.	Registro de fiscalización R-DISTR-002	8
9	Descargar, procesar y llenar formularios de acuerdo a regulación CONELEC 004/01 y entregar los informes/ Ingeniero Eléctrico o Contratista	/Registro para calidad del producto SISDAT, Informes de incumplimientos para la Empresa y archivos fuente	9
10	¿La información está de acuerdo con los requerimientos? / Jefe del Departamento de Calidad, Ingeniero Eléctrico.		10
11	Enviar los registros al CONELEC / Jefe del Departamento de Calidad, Ingeniero Eléctrico.	Registros para calidad del SISDAT / Los formularios son cargados al SISDAT a través del internet.	11
12	Análisis y envío del resumen de incumplimientos a las Direcciones Involucradas / Jefe del Departamento de Calidad.		12
13	Tomar acciones para corregir los incumplimientos de calidad del producto y reportar a Departamento de calidad/ Directores de Distribución y comercialización.		13
14	Registrar la información en la base de datos de mediciones de calidad / Ingeniero Eléctrico.		14
15	Reprogramar medición para analizar la calidad en los puntos corregidos. / Jefe del Departamento de Calidad, Ingeniero Eléctrico.		15
16	Elaborar informe para pagar al contratista en caso de prestación de servicios / Jefe del Departamento de Calidad, Ingeniero Eléctrico		16
17	Fin		Fin

Procedimiento 5.1 para monitorear los elementos P-DISTR-001.

5.2 Penalizaciones y Compensaciones ^{[13] [14] [40]}

El objetivo de la aplicación de sanciones económicas es orientar las inversiones de las distribuidoras hacia el beneficio de los consumidores, en el sentido de mejorar la calidad en la prestación del servicio eléctrico.

Existen dos grandes familias de regulaciones desde el punto de vista de la calidad:

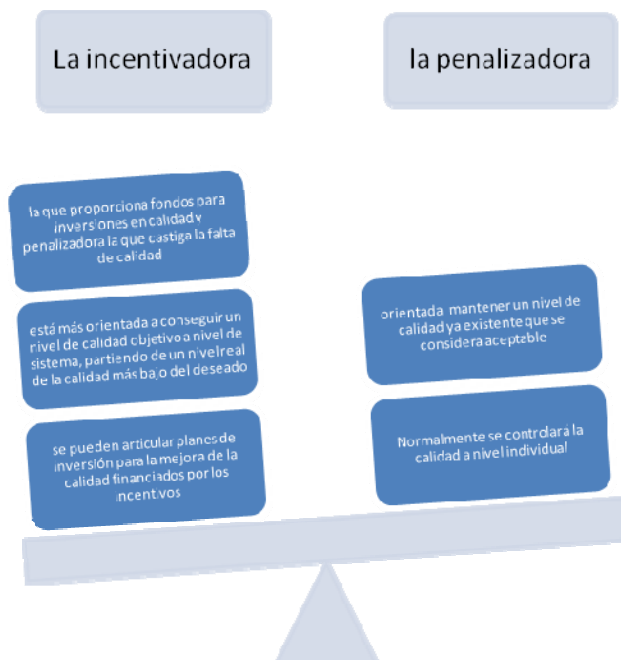


Gráfico 5.2.- Familias de Regulaciones vista desde la Calidad

Dentro de cada una, existen varios modelos posibles, incluso mezclas de los dos. Generalmente, los índices que se utilizarán en estas regulaciones serán índices de sistema que permiten medir el nivel global de calidad del sistema.

Estas penalizaciones suelen ser compensaciones directas a los consumidores afectados por la mala calidad.

La regulación de la calidad debe integrarse en el esquema global tarifario de la actividad de distribución. Se llama retribución base a la remuneración que recibe la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

distribuidora en función de los costos de inversión, explotación y comercialización regulada.

Paralelamente a la fijación de normas de calidad se deberían establecer los criterios y montos económicos de las penalizaciones al distribuidor por desviación de los límites establecidos para distintos parámetros de la calidad del servicio. Las penalizaciones que se deben aplicar al distribuidor tienen el propósito de orientarlo a efectuar las inversiones necesarias para la mejora de la calidad, en beneficio de los consumidores.

Las compensaciones a establecerse deberán ser en base al perjuicio que le ocasiona al consumidor la contravención y al precio promedio de venta de la energía al usuario, además de ajustarse al tipo y gravedad de la falta, deberá tener en cuenta los antecedentes generales de la distribuidora y, en particular, la reincidencia en faltas similares a las penalizadas, con especial énfasis cuando ellas afecten a la misma zona o grupo de consumidores.

En la práctica las sanciones deberían aplicarse como bonificaciones en la facturación de cada consumidor afectado.

La distribuidora deberá abonar compensaciones a los consumidores en los casos de incumplimiento de disposiciones o parámetros relacionados con situaciones individuales conforme a la gravedad de la falta, a los antecedentes de la distribuidora y en particular a las reincidencias. Las multas individuales deben guardar relación con el monto de la facturación promedio mensual del usuario.

Se debe considerar también que el pago de la penalidad no debería eximir a la distribuidora de eventuales reclamos por daños y perjuicios.

Para el caso Ecuatoriano la Regulación CONELEC 004/01 contempla “que los aspectos de Calidad del Producto técnico que se controlarán son el nivel de tensión, las perturbaciones y el factor de potencia, siendo el Distribuidor responsable, la determinación de las compensaciones que pudieran corresponder a los



UNIVERSIDAD DE CUENCA

consumidores afectados y su pago a los mismos. Toda la información deberá estar a disposición del CONELEC al momento que se le requiera.”

Bajo estas consideraciones y teniendo presente que al momento el mercado de libre competencia no existe, no debemos olvidar que el objetivo primordial que tiene una empresa de distribución es la de brindar un servicio con parámetros de calidad a sus consumidores, para lo cual el Estado por medio del CONELEC, deberá considerar tarifas reales para la operación, mantenimiento y fondo de reposición, con lo cual se estaría garantizando la prestación del servicio; sin embargo si una empresa de distribución es penalizada, se deberá descartar que la misma pueda asumir otra empresa estatal que si bien son del Estado pero la Gestión es responsabilidad de cada empresa, por lo que se plantea dos etapas de penalizaciones y compensaciones que se detallan a continuación:

Etapas 1

En esta etapa se penalizará a la distribuidora y se compensará a los consumidores lo concerniente al nivel de tensión, la misma que comenzaría a partir desde la fecha que determine el CONELEC; y, durará el tiempo del contrato de concesión.

Penalización a las Distribuidoras:

En esta etapa las penalizaciones impuestas por el ente regulador, deberían ser netamente administrativas, es decir luego de confirmar el incumplimiento se deberá levantar una no conformidad que podrá ser menor o mayor dependiendo del nivel de incumplimiento, dicha no conformidad deberá ser comunicada al Distribuidor como penalización administrativa, de no cumplir con el levantamiento de la no conformidad la penalización pasará a ser económica, de carácter compensatorio al usuario o consumidores que experimenten el incumplimiento, y cuya metodología de cálculo se describe en el siguiente acápite.

Compensación a los Consumidores:

Tomando en cuenta que la tensión va disminuyendo a medida que nos alejamos del centro de transformación, los consumidores que recibirán compensaciones se definen de la siguiente manera:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Si la tensión en un punto de medición es más baja del límite establecido recibirán compensación todos los consumidores conectados de la misma red y que a partir de dicho punto se alejan del centro de distribución correspondiente.
- Si la tensión en un punto de medición es más alta del límite establecido recibirán compensación todos los consumidores conectados de la misma red y se ubican entre dicho punto y el centro de transformación correspondiente.

Metodología de Cálculo

Indicador	Componentes del cálculo
Bonificación de Energía por falta de calidad.	<p>Se multiplicarán 5 factores:</p> <ul style="list-style-type: none">a. P_m = % de mediciones de mala calidad que superen el 5%.b. PMF = promedio de la factura mensual del cliente de los últimos 6 meses.c. F_p = factor de peso que puede variar de uno hasta dos según aumente el porcentaje de apartamentos respecto a los rangos admitidos.d. F_{per} = Perdidas por la falta de Calidad del Producto.e. F_r = Factor por reincidencia en la falta. <p>Formulación</p> $E_{BONIFICADA} = P_m \times PMF \times F_p \times F_{per} \times F_r \quad [5.1]$

Los factores considerados en la formulación son:

- El primer factor corresponde al porcentaje de las 1008 muestras que se encuentran fuera de los límites, siempre y cuando este supere el 5%.
- El segundo factor es el promedio de la factura mensual del cliente de los últimos seis meses.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- El tercer factor evalúa cuan malo es el producto entregado al consumidor, siendo las penalidades crecientes ante mayores desvíos de la tensión suministrada, por ejemplo, la penalidad sería baja cuando el desvío está entre el 10% y el 11%, y el doble cuando el total de las muestras superan el 20%, lo cual significaría un muy grave caso de falta de calidad.

$$Fp = 1 + \frac{\sum_{n=1}^{n=10} M_{(10+n)\%} \times 0.1 \times n}{1008} \quad [5.2]$$

- El cuarto factor dependería de las pérdidas que implicasen la falta de Calidad del Producto, siendo este factor proporcional en cierta manera al consumo del cliente, debido a que la cantidad de energía consumida es un buen indicador de la importancia que esta tiene para el consumidor y por lo tanto directamente proporcional a las pérdidas que involucraría su carencia o deficiencia, de esta manera se estaría remunerando los perjuicios que provoca la falta de la calidad de la energía entregada.

$$Fper = 1 + \frac{\frac{\text{Consumo mensual}}{30 \times 24}}{\text{Demanda total del distribuidor}} \quad [5.3]$$

- Un quinto factor sería referente al historial de la distribuidora y su reincidencia del último año en la falta para dicho punto de distribución eléctrica, el número de reincidencia tomaría el valor de uno para la primera reincidencia y así sucesivamente.

$$Fh = 1 + \frac{\text{numero de reincidencia}}{12} \quad [5.4]$$

Consumidores a ser compensados.

Si bien las distribuidoras envían mensualmente la información sobre la calidad ofrecida en los distintos aspectos e indicadores, las compensaciones de Calidad del



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Producto se calcularán cada seis meses. El pago de dichas compensaciones se realizará una vez que el CONELEC, aprueba la información enviada por las distribuidoras. Cada compensación aprobada se presentará como un descuento en la factura de cada consumidor. Si el monto de una factura es menor que la compensación, el saldo de esta última se descuenta de las facturaciones siguientes. Se prevé la ocurrencia de situaciones en las cuales la calidad exigida no puede alcanzarse por razones ajenas a las distribuidoras (situaciones de fuerza mayor, imposibilidad de realizar la lectura, consumidores en mora).

En caso que estas situaciones se comprueben, no dará lugar compensación alguna por parte de las distribuidoras a los consumidores afectados.

Etapas 2.

Se consideraría la penalización por perturbaciones; la misma que debería comenzar su compensación, una vez que se tenga superado en buena medida los incumplimientos por niveles de tensión; este planteamiento se lo realiza en vista que las distribuidoras deberán tener la disponibilidad económica para mejorar su infraestructura eléctrica.

5.3 Soluciones a los problemas de Calidad del Producto ^[18] ^[40]

Del análisis efectuado en el capítulo 3, se puede apreciar que los mayores problemas detectados en el monitoreo de Calidad del Producto de las empresas de distribución, se dan en los transformadores de distribución, en lo referente a niveles de tensión, flicker y armónicos.

La gran mayoría de empresas distribuidoras que vienen realizando el monitoreo de Calidad del Producto se han dedicado solo al cumplimiento del número de mediciones, sin realizar un análisis de causa y efecto de las magnitudes eléctricas que incumplen, olvidándose que el espíritu de la Regulación es dar un producto de calidad a sus consumidores enmarcados en la Constitución, Leyes y Normativas, para lo cual se plantea:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Metodología para solucionar los incumplimientos de Calidad del Producto:

- El diagnóstico del problema
- El planteamiento e implementación de la solución
- Monitoreo de variables

El diagnóstico del problema: implica una evaluación de los estudios realizados, un análisis de las causas del problema y sus efectos; así como de los índices técnicos.

El planteamiento e implementación de la solución: consiste en implantar una solución integral, la cual debe tener en cuenta, adecuación y mejoramiento de los elementos del sistema eléctrico como balance de fases, mejoramiento de puestas a tierra de transformadores, reubicación de centro de carga, cambio de elementos que han concluido con su vida útil, cargabilidad de transformadores, puestas a tierra, entre otros.

Monitoreo de variables: consiste en realizar una nueva medición de la Calidad del Producto, una vez que se ha implantado la solución determinada según cada caso, cuyo objetivo es mantener el sistema robusto con el fin de mitigar al mínimo los problemas detectados.

Aplicación Práctica.

Para la aplicación de esta metodología se toma como base a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. analizando los incumplimientos del año 2009 en transformadores de distribución, obteniéndose dos incumplimientos por niveles de tensión, diez incumplimientos de flicker y un incumplimiento de armónicos.

Para la evaluación, se ha tomado los incumplimientos de flicker, en los cuales se han realizado soluciones y se ha ejecutado una nueva medición.

Diagnóstico del Problema, en los estudios se determinó que los transformadores con números de series 1830, 7910 y 6349, presentan incumplimiento en cuanto a flicker, la causa del problema así como sus efectos se indican en la tabla 5.3.1



UNIVERSIDAD DE CUENCA

TRANSFORMADOR	INCUMPLE	CAUSA	EFECTO
1830	Pst.- a) 5,74% y b)11,6%	Los eventos registrados como dips 220 en la fase (a) y 24 en la fase(b), se originan por malos contactos	Molestias a los consumidores conectados al transformador
7910	Pst.- a) 27,08% y b) 25,61%	Se registraron 5669 dips y 57 swells en la fase (a), mientras en la fase (b) se registró 1050 swells y 820 dips. Esto debido a conexión floja del neutro	Molestias a los consumidores conectados al transformador
6349	Pst en las tres fases: 6,85%;8,63 % y 14,78%	La carga conectada al transformador es la que produce que los niveles de flicker tomen valores altos	Molestias a los consumidores conectados al transformador

Tabla 5.3.1 Transformadores que incumplen con la regulación

El planteamiento e implementación de la solución

TRANSFORMADOR	Solución ejecutada	Mejora presentada
1830	Mantenimiento del transformador, revisión de conectores flojos tanto en media como en baja tensión	Pst.- a) 0% y b)0%
7910	Revisión de las conexiones en la salida del transformador en especial el circuito neutro	Pst.- a) 0.1% y b) 0,1%
6349	Reposición del neutro que fue cortado y revisión de las cargas que están conectadas al transformador en los puntos más vulnerables.	Pst en las tres fases: 5,26%;4,56% y 2,78%

Tabla 5.3.2 Transformadores que se ha aplicado solución

Monitoreo de variables, como se puede apreciar en la tabla anterior la variable monitoreada es la del incumplimiento (flicker), llegando a valores que están dentro de la Regulación; sin embargo se debe indicar en la nueva medición se han registrado variables como niveles de tensión y armónicas de tensión.

Mejora técnica para el Flicker

No se debe olvidar que el flicker depende ampliamente de la impedancia de la red en el punto de acoplamiento común (punto de la red de distribución, más próximo eléctricamente de un consumidor, al que están o pueden ser conectados otros



UNIVERSIDAD DE CUENCA

consumidores) el cual esta clásicamente relacionado con el nivel de cortocircuito. El valor de la potencia de cortocircuito debe ser mayor que la potencia de las cargas fluctuantes para que no ocurra este fenómeno. Es por esto que cuando se tiene una fuente firme, es decir, aquella que tiene una alta potencia de cortocircuito y baja impedancia se obtiene menores fluctuaciones de tensión ante fluctuaciones en la corriente de la carga.

El primer paso es detectar la fuente de las fluctuaciones rápidas de tensión, determinar el punto de medición (PCC), es decir, aguas arriba o aguas debajo de dicha fuente. Esta puede ser determinada la mayoría de las veces examinando la variación en la magnitud de la corriente en el momento que fluctuaba la tensión.

Si la variación de corriente es pequeña con respecto a la variación de tensión entonces la perturbación está probablemente aguas arriba del punto de medición.

Por el contrario una variación grande en la corriente acompañada por la fluctuación de tensión señalaría que la perturbación esta aguas abajo del punto de medición.

Cuando se identifica el origen de la perturbación se puede proceder de la manera más conveniente según se indica a continuación.

- **Modificación de la Carga Perturbadora**

Las fluctuaciones rápidas de tensión se pueden atenuar modificando el ciclo de trabajo de la carga perturbadora (el ritmo de soldadura en las soldadoras), la rapidez de relleno de los hornos de arco, el modo de arranque de un motor cuando es directo y frecuente puede ser llevado a un tipo de arranque que disminuya la sobrecorriente, es decir, trabajar sobre la carga que esté provocando los disturbios.

- **Modificación de la Red**

Según el contexto de la red, se consideran dos métodos:

- a. Distanciar (aislar) la carga perturbadora de los circuitos vulnerables.
- b. Aumentar la potencia de cortocircuito de la red, disminuyendo la impedancia en el punto de acoplamiento común, lo cual implica un cambio de conductores en la red de baja tensión por calibres mayores.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para aplicar estas técnicas de control se pueden considerar los siguientes esquemas:

- Conexión de los circuitos sensibles lo más cerca posible del transformador.
- En BT, aumento de la sección de los conductores.
- Conexión de la carga perturbadora a una red de tensión mayor.
- Alimentación de la carga por un transformador independiente.

- Diseños Eléctricos.

Adicionalmente a las consideraciones mencionadas, es necesario trabajar sobre el origen del problema con la inclusión de estudios de perturbaciones en los diseños eléctricos que se presentan para solicitar un nuevo servicio, de tal manera que no solo se verifique la capacidad del circuito de distribución, para solventar la capacidad a instalarse, sino que también garantice la calidad del servicio a los consumidores que ya están conectados al sistema de distribución.

5.4 Cambios en el ámbito Regulatorio

La Regulación indica que los aspectos de Calidad del Producto Técnico que se controlan son: el nivel de tensión, las perturbaciones y el factor de potencia, siendo el Distribuidor responsable de efectuar las mediciones correspondientes y tomando en cuenta los resultados obtenidos, se realiza algunas observaciones a la Regulación actual:

- Factor de potencia Se plantea eliminar de la Regulación de Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución CONELEC 004/01 el factor de potencia asociado al consumidor, en vista de que depende exclusivamente del tipo de carga conectado a la red; y el índice a ser evaluado a las distribuidoras por este concepto sea en base al estudio que presentan a la Corporación Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), quien determina las penalizaciones al distribuidor por los incumplimientos, en base a la Regulación Transacciones de Potencia Reactiva en el MEM - CONELEC 004/02; por lo que se recomienda que el CONELEC, emita una regulación dirigida a los consumidores conectados en alta y media tensión para el control del bajo factor de potencia.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Armónicos de corriente. La actual regulación no indica absolutamente nada sobre el control de los armónicos de corriente, en su origen estos corresponden al tipo de carga instalada, es decir son generados por el consumidor final, el THDi es la medida con la que se puede diagnosticar cargas que están insertando contaminación en la red, esta es una razón más porque el CONELECemita una regulación dirigida al consumidor conectado en alta y media tensión. En forma general la contaminación armónica se debería controlar desde su origen, es decir normalizando y restringiendo el tipo de aparatos eléctricos que pueden ingresar al país, de tal manera que solo los aparatos que inserten niveles bajos de contaminación armónica pueden ser distribuidos y posteriormente conectados al sistema.
- Flicker en consumidores finales.- El nivel de flicker admisible es la unidad, cualquier sistema con un valor superior está provocando parpadeo luminoso, que es perfectamente detectado por el consumidor, por lo tanto es lógico que el nivel de flicker debería ser regulado en el punto de entrega de energía, es decir a nivel de consumidor final; de la experiencia se puede observar que el incumplimiento de esta perturbación en los consumidores finales no se ve reflejado en el transformador, debido a que el flicker se está generando por la impedancia de la red de baja tensión, por lo tanto es perfectamente justificado que su control se lo realice también a nivel de consumidor final.

5.5 Costos de la Implementación del monitoreo de Calidad del Producto^[40]

La implementación de un proceso de monitoreo de Calidad del Producto puede ejecutarse de dos maneras, contratando los servicios de monitoreo o ejecutando las tareas con personal propio de la empresa distribuidora. Cada una de las alternativas conlleva un conjunto de ventajas y desventajas que posteriormente serán analizadas.

De las buenas prácticas se recomienda que inicialmente la distribuidora ejecute las tareas de monitoreo con personal propio de la empresa; debido a que el tema de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Calidad del Producto es por lo general nuevo para los profesionales que pertenecen a empresas y que no realizan el monitoreo de calidad.

En cuanto a los equipos a ser utilizados en el monitoreo, se recomienda que la empresa distribuidora los adquiera, de esta forma se evita algunos inconvenientes como:

- Costo de los servicios elevados, ya que el contratista tendría que adquirir los equipos y lógicamente su costo formaría parte del precio de la oferta.
- Manejo de diferentes formatos de la información, cada modelo de equipo es manejado por un software diferente y por lo tanto los archivos fuente que generan se encuentran en diferentes formatos.
- La empresa es dependiente del contratista y ante posibles controversias tendría obligatoriamente que suspender el monitoreo.

Cabe recalcar que en el proceso de monitoreo incluye actividades como:

- Instalación y programación de equipos en el punto de monitoreo.
- Llenado de formularios de instalación.
- Desconexión y descarga de información transcurridos siete días.
- Procesamiento de información.
- Calculo de índices para el CONELEC e indicadores internos para la empresa.
- Análisis de resultados y propuestas de solución para los incumplimientos de Calidad del Producto.
- Entrega de información completa en físico y digital.

Con el propósito de tener más elementos de juicio para la toma de decisiones por parte de las empresas distribuidoras, se realiza un análisis económico de las alternativas indicadas.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Monitoreo de Calidad con personal propio de la Distribuidora.

El presente apartado muestra un desglose de los costos que implican para la distribuidora la implementación del proceso de monitoreo de calidad, se muestran tanto los costos de personal, movilización y herramientas.

Para la determinación de los costos de esta alternativa se ha considerado los siguientes criterios:

- Equipo de trabajo constituido por:
 - Un Ingeniero Eléctrico con participación del 100%,
 - Un Asistente de Ingeniería con participación del 100%,
 - Un Tecnólogo con participación del 100%.

En la tabla 5.1 se resume los costos mensuales que el personal representaría a la distribuidora.

Los valores descritos en la tabla, son valores aproximados, el costo real dependería de los sueldos vigentes en el momento y lugar de implementación; el costo mensual de mano de obra referencial es de \$ 5.173,60.

SALARIO DE MANO DE OBRA					
TRABAJADOR			ASIST. ING.	TECNÓLOGO	INGENIERO
SUELDO	Año		17.325,00	11.615,00	18,696,00
NOMINAL	Me s		1.443,75	967,92	1.558,00
	Día		47,47	31,82	51,22
	Hor a		5,93	3,98	6,40
VALORES MENSUAL ES	XIII		120,32	80,66	129,83
	XIV		20,00	20,00	20,00
	Fondos de reserva		91,67	120,32	80,66
	11. 15	% al IESS	160,98	107,92	173,71
	0.5 0	% al SECAP	7,22	4,84	7,79
	0.5 0	% al IECE	7,22	4,84	7,79



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	Total por Ley	360,99	298,92	468,95
SUELDO	Año	22.557,72	15.202,08	24.323,40
REAL	Mes	1.879,81	1.266,84	2.026,95
	Día	97,23	65,53	104,84
	Hora	12,15	8,19	13,11

Tabla 5.1 Salario de Mano de obra

- Equipo de transporte y cómputo: se consideran los siguientes rubros:

TRANSPORTE - COMPUTO			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALOR (US\$)	UNIDAD
1	Equipo de Computación impresoras	3.500,00	Unidad
2	Camioneta doble Cabina 4x4 (1 tonelada)	30.000,00	Unidad
3	Diesel	1,03	Galón
4	Aceite 10W30	34,96	Galón
5	Llanta 254/70/R16	190,00	Unidad

Tabla 5.2 Transporte – Computo

- El costo mensual por transporte se indica en la tabla 5.3

TRANSPORTE		
Recorrido promedio	1.782	km
Rendimiento combustible	40	km/g
Rendimiento aceite	3.000	km
Rendimiento llantas	30.000	km
Costo Transporte		
Depreciación mensual a 5 años de vehículo	\$ 500,00	
Costo mens. Diesel	\$ 45,89	
Costo mens. Aceite 10W30	\$ 20,77	
Costo mens. Llanta 254/70/R16	\$ 45,14	
TOTAL	\$ 611,80	

Tabla 5.3 Costo mensual de transporte

- Para la obtención del costo mensual de los equipos de cómputo se considera una depreciación de 10 años, obteniendo un valor mensual de \$ 29,17.
- Por concepto de herramientas se tiene:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

COSTO DE REPOSICIÓN DE HERRAMIENTAS						
	U	PRECIO	M	MEDICIONES		
DESCRIPCIÓN	N	UNITARIO	E	C	COSTO	COSTO
	I	(US\$)	S	A	TOTAL	DÍA
Par de guantes de baja tensión	Unidad	5,00	2	2	10,00	0,17
Par de guantes de media tensión	Unidad	120,00	12	0	0,00	0,00
Cabo de servicio de 1/4" x 20 m	Unidad	2,50	6	1	2,50	0,01
Alicate de 8"	Unidad	25,00	12	1	25,00	0,07
Cortafrío	Unidad	18,00	12	1	18,00	0,05
Casco de seguridad	Unidad	8,00	6	2	16,00	0,09
Juego de desarmadores	Juego	36,00	12	1	36,00	0,10
Milímetro de gancho	Unidad	300,00	24	1	300,00	0,42
Llave perica de 12"	Unidad	25,00	12	1	25,00	0,07
Navaja para electricista	Unidad	16,00	12	1	16,00	0,04
Extractor de fusibles	Unidad	15,00	12	1	15,00	0,04
Cinturón de seguridad con tira de vida	Unidad	150,00	24	2	300,00	0,42
Trepadoras para poste de hormigón	Par	80,00	24	1	80,00	0,11
Trepadoras para poste de madera	Par	50,00	24	1	50,00	0,07
Escalera Telescópica de fibra	Unidad	280,00	24	1	280,00	0,39
Pértiga Telescópica - 100 KV	Unidad	800,00	48	1	800,00	0,56
Lámpara de inspección	Unidad	10,00	12	1	10,00	0,03
Extensión polarizada	Unidad	10,00	24	2	20,00	0,03
Lector óptico	Unidad	300,00	48	1	300,00	0,21
Cono de seguridad	Unidad	20,00	12	2	40,00	0,11
COSTO TOTAL DE HERRAMIENTAS		(US\$)				1.973,50
COSTO DE REPOSICIÓN MENSUAL DE HERRAMIENTAS		(US\$/Día)				59,80

Tabla 5.4 Costo de Herramientas

- El costo total referencial al mes sería la suma de los parciales obtenidos para cada elemento analizado, a continuación se resume los principales rubros.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

COSTO TOTAL	
Mano de obra	\$ 5.173,60
Herramientas	\$ 59,80
Equipos de computo	\$ 29,17
Costo total mensual	\$ 5,262,57

Tabla 5.5 Costo Total

El costo mensual del grupo de trabajo es de \$ 5.262,57; el indicado equipo estaría dedicado cien por ciento a la ejecución de las actividades de monitoreo de calidad.

Con el objeto de obtener precios unitarios se han calculado los rendimientos del grupo en los diferentes tipos de actividades involucradas en el procedimiento, dichos rendimientos y tiempos de ejecución se presentan en la tabla 5.6.

Con el costo total del equipo de trabajo y los tiempos promedio de ejecución de actividades se procede a calcular los precios unitarios para cada labor del monitoreo de calidad.

Tomado en cuenta que el personal trabaja un tiempo efectivo del 80%, se calcula el tiempo real ocupado para la ejecución de todas las tareas realizadas por mes, dando un total de **26.138** minutos.

DESCRIPCIÓN	GRUPO INDICADO	TIEMPOS EN MINUTOS							TOTAL MENSUAL
		REGISTRADO	DESCON. EQ. REGISTR.	VERIF. OPER. EQ. REG.	TRASLADOS	NTO DE INFORMACIÓ	TAREA GLOBAL	TIEMPO POR ÍTEM	
Lectura de las magnitudes eléctricas nivel de tensión, armónicos, factor de potencia y energía en equipos de calidad. En puntos de subestaciones	3					1 5	20	35	105
Medición de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia y energía en transformadores de distribución.	21	35	30	5	4 0	1 5		125	2.625
Medición de nivel de tensión y energía en instalaciones de clientes de baja tensión.	28	20	15	5	1 0	1 5		65	1.820



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Medición de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia y energía en consumidores servidos en alta y media tensión.	56	30	25	5	40	15		115	6.440
Mediciones de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia debido a reclamos	2	35	30	5	75	15		160	320
Elaboración de Informes debido a reclamos	2						960	960	1.920
Procesamiento de la información, Cálculo de índices, llenado de formularios de reportes para el CONELEC y para la Empresa (Global).	1						3.840	3.840	3.840
Identificación de problemas y propuestas de solución	1						3.840	3.840	3.840
							TOTAL		20.910

Tabla 5.6 Rendimiento del personal en minutos

Con el costo del personal involucrado y los tiempos de ejecución de las tareas se obtiene el costo por minuto y por consiguiente los costos por actividad efectuada, es decir el precio unitario por actividad.

DESCRIPCIÓN	Precio Unitario (Empresa)
Lectura de las magnitudes eléctricas nivel de tensión, armónicos, factor de potencia y energía en equipos de calidad. En puntos de subestaciones	7,05
Medición de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia y energía en transformadores de distribución.	25,17
Medición de nivel de tensión y energía en instalaciones de clientes de baja tensión.	13,09
Medición de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia y energía en consumidores servidos en alta y media tensión.	23,15
Mediciones de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia debido a reclamos	32,21
Elaboración de Informes debido a reclamos	193,29
Procesamiento de la información, Cálculo de índices, llenado de formularios de reportes para el CONELEC y para la Empresa (Global).	773,15
Identificación de problemas y propuestas de solución	773,15
Transporte	0,34

Tabla 5.7 Resumen de Costos por actividad



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El análisis económico se encuentra elaborado con precios y sueldos referenciales para febrero 2010 de la CENTROSUR.

La metodología, toma en cuenta factores como: salario real horario, factor de tiempo útil, rendimientos, inversiones, depreciaciones, materiales y transporte.

Los precios unitarios expuestos en la tabla 5.7 son los costos en que incurriera la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur al realizar el monitoreo con personal propio.

Como política de la CENTROSUR, es contratar los servicios para lo cual procedió con el correspondiente concurso, obteniéndose que los ítems a monitorear tienen precios unitarios que se detallan en la tabla 5.8.

DESCRIPCIÓN	P.U.
Lectura de las magnitudes eléctricas nivel de tensión, armónicos, factor de potencia y energía en equipos de calidad. En puntos de subestaciones.	10,35
Medición de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia y energía en transformadores de distribución.	22,25
Medición de nivel de tensión y energía en instalaciones de clientes de baja tensión.	12,01
Medición de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia y energía en consumidores servidos en alta y media tensión.	23,41
Mediciones de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia debido a reclamos.	12,58
Elaboración de Informes debido a reclamos	54,45
Procesamiento de la información, Cálculo de índices, llenado de formularios de reportes para el CONELEC y para la Empresa (Global).	620
Identificación de problemas y propuestas de solución.	580
Transporte	0,45

Tabla 5.8 Resumen de Costos por actividad contratada

Análisis comparativo

En los párrafos previos se han analizado los costos unitarios que involucran la ejecución del monitoreo de calidad tanto en la modalidad de servicios contratados como con personal propio, se ha observado que existen inversiones iniciales que



UNIVERSIDAD DE CUENCA

deben hacerse para las dos alternativas, a continuación se procede con el análisis de las mismas.

DESCRIPCIÓN	Alternativa 1 Contratista	Alternativa 2 Empresa
Lectura de las magnitudes eléctricas nivel de tensión, armónicos, factor de potencia y energía en equipos de calidad. En puntos de subestaciones	10,35	7,83
Medición de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia y energía en transformadores de distribución.	22,25	27,95
Medición de nivel de tensión y energía en instalaciones de clientes de baja tensión.	12,01	14,54
Medición de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia y energía en consumidores servidos en alta y media tensión.	23,41	25,72
Mediciones de nivel de tensión, flicker armónicos, factor de potencia debido a reclamos	12,58	35,78
Elaboración de Informes debido a reclamos	54,45	214,69
Procesamiento de la información, Cálculo de índices, llenado de formularios de reportes para el CONELEC y para la Empresa (Global).	620	858,75
Identificación de problemas y propuestas de solución	580	858,75
Transporte	0,45	0,34

Tabla 5.9 Costos Comparativos por actividad

La tabla 5.9 muestra los precios unitarios referenciales de la CENTROSUR y de la última contratación realizada, en donde se observa claramente, que en el tema económico lo más beneficioso para los intereses de las distribuidoras es contratar los servicios especializados; sin embargo de las buenas prácticas experimentadas en las empresas distribuidoras como: CENTROSUR, Unidad de Generación, Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica de Guayaquil, Empresa Eléctrica Quito, Empresa Eléctrica del SUR, se hace necesario que operativamente en un inicio las distribuidoras como CNEL. Esmeraldas, Empresa Eléctrica Bolívar, Sucumbíos, CNEL. los Ríos, ejecute las actividades de monitoreo de Calidad del Producto con personal propio, para lo cual deberá considerar lo siguiente:

- Tener un sistema eléctrico codificado, es decir que cada elemento del sistema tenga un código único de identificación, tales como número de transformador, código de cliente, números de subestaciones, etc.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Poseer un sistema de ubicación geográfica, con la finalidad de ubicar exactamente cualesquier elemento específico del sistema.
- Elaborar procedimientos, instructivos y formularios de registro, así como formularios individuales para el análisis particular de cada medición efectuada, establecimiento de formatos y plantillas de informes sobre incumplimientos; sin embargo los desarrollados en esta tesis podrían servir como base para el desarrollo de las actividades de monitoreo.
- Adquirir los conocimientos generales sobre manejo de equipos y procesamiento de información, para poder fiscalizar y revisar los resultados entregados posteriormente por el contratista.
- Adquirir experiencia y conocimientos generales sobre los principales problemas de calidad de producto experimentados en su área de concesión.
- Obtener rendimientos, tiempos de ejecución y problemáticas en la instalación de equipos, con el objeto de optimizar los recursos y determinar precios referenciales para proceder con una potencial contratación, sin olvidar que cada entorno guarda diferentes problemáticas y protocolos que deben seguirse para ejecutar las tareas asociadas al monitoreo de calidad, estos parámetros pueden alterar significativamente los tiempos de instalación y rendimiento del personal.

Lo indicado anteriormente son aspectos que la empresa distribuidora debe cumplir para poder contratar los servicios profesionales, ya que se deberá suministrar al contratista toda la información para que pueda ejecutar las tareas sin inconvenientes que pudieran retrasar o truncar las actividades contratadas. En conclusión, la empresa distribuidora inicialmente ejecutará las actividades con personal propio hasta tener la experticia y poner a punto todos sus sistemas, así como ordenada toda la información requerida en una contratación de servicios.



6 Conclusiones y Recomendaciones:

6.1 Conclusiones

- Las empresas de distribución en su mayoría han tenido que afrontar durante el periodo 2002 – 2009, tarifas que no permitían cumplir con su plan de inversiones, siendo la causa principal para no realizar la adquisición de equipos de calidad para el cumplimiento de la regulación.
- La administración de algunas empresas de la región Costa no se han involucrado en el aspecto de calidad de la energía de distribución, tanto en su estructura como del personal técnico.
- Los equipos de calidad que disponen algunas empresas no cumplen con las especificaciones técnicas para cumplir con lo solicitado en la regulación, debido a la falta de experiencia o poco conocimiento del tema.
- Los incumplimientos en cuanto al número de mediciones de Calidad del Producto de las empresas distribuidoras se deben principalmente a la falta de equipos y a la falta de involucramiento del CONELEC, con las distribuidoras para analizar los inconvenientes en lo referente a la estructura y adquisición de equipos.
- Se tiene que el parámetro de calidad de producto entregado de mayor incumplimiento, en las zonas servidas por las cuatro empresas, es el nivel de flicker en transformadores de distribución, así mismo, el comportamiento común del factor de potencia, se presenta bajo para todas las empresas analizadas. El cumplimiento en el nivel de tensión en consumidores finales es levemente menor, a los transformadores de distribución, esto indica que aproximadamente el 1.58% de las redes de baja tensión presentan deficiencias. En cuanto al nivel de THD, tenemos un incumplimiento de aproximadamente 3.16%, el cual probablemente se da en los sectores céntricos de las áreas de concesión de cada empresa, donde el nivel de cargas electrónicas o no lineales es mayor.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- En el cumplimiento de las magnitudes eléctricas las empresas en su mayoría vienen entregando su producto dentro de los límites exigidos en la regulación, sin embargo en aquellas variables que están fuera de los límites, no se analiza la causa raíz del incumplimiento, lo cual tendrá complicaciones al momento en que se aplique las compensaciones a los consumidores por un producto no conforme.
- Eliminar de la Regulación de Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución CONELEC 004/01 el factor de potencia asociado al consumidor, en vista de que depende exclusivamente del tipo de carga conectado a la red; y el índice a ser evaluado a las distribuidoras por este concepto sea en base al estudio que presentan a la Corporación Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), quien determina las penalizaciones al distribuidor por los incumplimientos, en base a la Regulación Transacciones de Potencia Reactiva en el MEM CONELEC 004/02.
- Se debe destacar que los países en análisis han desarrollado sus propias normativas y regulaciones de Calidad del Producto en base a las normas internacionales EN50160, IEC y IEEE, en muchos de los casos han definido límites más exigentes, esto es gracias a un trabajo de muchos años de los indicados entes reguladores, en lo que hace referencia al Ecuador la regulación vigente está enmarcada dentro de los aspectos que controlan las normas internacionales sin embargo deberá ser mejorada en base a las prácticas de otros países similares al nuestro y a la realidad del sector eléctrico.
- Se evidencia que todos los países han dado la importancia que se requiere para proporcionar un servicio de calidad de energía cumpliendo con estándares de calidad y confiabilidad, en base a requisitos técnicos que los clientes requieren y en la mejora continua de las regulaciones de calidad.
- Las regulaciones ha sido concebidas de acuerdo a la realidad de cada país, es así que ciertas magnitudes eléctricas de la Calidad del Producto son más



UNIVERSIDAD DE CUENCA

exigentes que en el Ecuador, tal es el caso de los niveles de tensión y armónicos; así como en otros aspectos que vienen controlando como son frecuencia y transitorios.

- Para un cabal conocimiento y control de la calidad de un sistema eléctrico se debe realizar campañas de medición en diferentes puntos de la red que permitan evaluar parámetros de Calidad del Producto e identificar posibles fuentes perturbadoras.
- Para la evaluación de parámetros de Calidad del Producto e identificación posibles fuentes perturbadoras, las empresas distribuidoras deberán tener actualizado la infraestructura en información, disponibilidad de equipos, así como personal capacitado y aplicar los procedimientos y registros elaborados en esta tesis, en base a las mejores prácticas de una de las empresas seleccionadas que son referentes a nivel nacional.
- Las compensaciones y penalizaciones están orientadas a las inversiones de las distribuidoras y hacia el beneficio de los consumidores, en el sentido de mejorar la calidad en la prestación del servicio eléctrico, el pago de dichas compensaciones se realizará una vez que el CONELEC aprueba la información enviada por las distribuidoras y se presentará como un descuento en la factura de cada consumidor, salvo por razones ajenas a las distribuidoras (situaciones de fuerza mayor, imposibilidad de realizar la lectura, consumidores en mora).
- Las penalizaciones y compensaciones deberán realizarse en dos etapas, en la primera se aplicaría a nivel de tensión y en la segunda lo pertinente a las perturbaciones.
- Es muy importante que las empresas distribuidoras realicen el análisis de los incumplimientos, se plantee y ejecute soluciones enfocadas a eliminar el incumplimiento y proceder con una nueva medición, llevando a la mejora continua del sistema y satisfacción del consumidor. Para una mejor comprensión de lo indicado, en el desarrollo de esta tesis se han expuesto



UNIVERSIDAD DE CUENCA

casos en donde se han tenido incumplimientos por parte de una de las empresas piloto CENTROSUR.

- Revisión de la regulación vigente, en lo relacionado con el factor de potencia, en consumidores medidos en alta y media tensión, ya que las distribuidoras no son responsables de esta variable, sino el consumidor por lo que se plantea la elaboración de una regulación que controle las variables de factor de potencia y armónicos de corriente. Además la regulación vigente deberá controlar el flicker en consumidores finales ya que este efecto es producido por los mismos y de la experiencia los mayores problemas de flicker se da en consumidores finales.
- Las empresas distribuidoras están obligadas al cumplimiento de la regulación vigente por lo que las mejores prácticas de aquellas que han incursionado en el tema y los procedimientos, registros planteados en esta tesis podrían servir como base para el proceso de monitoreo de calidad.
- Se ha realizado un análisis de precios unitarios para el monitoreo de la Calidad del Producto, considerando que la misma se realiza con personal propio de la distribuidora y con servicios profesionales contratados, en la cual se evidencia que económicamente es más conveniente para las distribuidoras contratar los servicios; sin embargo no hay que olvidar que para esta alternativa primero se debe contar con el personal capacitado y la infraestructura del sistema adecuado, consiguiendo de esta manera que las actividades de la Calidad del Producto tengan la eficiencia y eficacia por parte del profesional contratado, para obtener este objetivo es necesario que la distribuidora en un inicio realice las actividades de Calidad del Producto con personal propio y luego proceder con la contratación de servicios profesionales.

6.2 Recomendaciones

- Que las empresas distribuidoras no escatimen esfuerzos formando la unidad de calidad con personal capacitado y la infraestructura adecuada ya que la misma se convertirá en un emisor de insumos no solo para mejorar el producto que se viene dando a los consumidores hasta llegar a tener



UNIVERSIDAD DE CUENCA

estándares óptimos en su sistema, sino también tendrán a su cargo análisis de la calidad del servicio técnico y comercial por lo que se sugiere que la dependencia sea de la Presidencia Ejecutiva o Gerencia.

- Aquellas empresas distribuidoras que contraten los servicios profesionales de monitoreo de Calidad del Producto, lo realicen con profesionales con experiencia en el tema y conocedores del funcionamiento de equipos de calidad.
- Que las empresas distribuidoras empiecen a cambiar de paradigma y se entienda que la razón de ser del negocio eléctrico son los consumidores y el producto que se brinda debe ser con estándares de calidad en base a la regulación vigente que recoge lo indicado en la Constitución, reglamentos y normas.
- Se recomienda la utilización de los procedimientos y formularios de registro que constan en el presente trabajo, los mismos que han sido desarrollados en base a las mejores prácticas de una de las empresas de distribución.
- Se recomienda que los incumplimientos presentados en la Calidad del Producto sean analizados, se planteen soluciones y se remitan a los procesos involucrados para el mantenimiento correctivo, retroalimentación adecuada, cuyo propósito sea evidenciar el levantamiento de la no conformidad mediante una nueva medición.
- Que el CONELEC conforme un comité permanente con la participación de delegados de las distribuidoras, MEER, con el propósito de analizar las mejoras que deban realizarse a la regulación vigente y proponer la creación de nuestras propias normas en base a las mejores prácticas de los actores involucrados en la calidad de servicio de la distribución.
- Se recomienda que el ente regulador CONELEC, emita una regulación dirigida a los consumidores en alta y media tensión, cuyo objetivo sería



UNIVERSIDAD DE CUENCA

controlar el factor de potencia y armónicos de corriente ya que la responsabilidad es del consumidor y no únicamente de la distribuidora.

- Se recomienda que las penalizaciones y compensaciones que el ente regulador debe aplicar a las distribuidoras, se lo realice por etapas, iniciando con los incumplimientos por niveles de tensión y luego de superada esta exigencia se continúe con las penalizaciones y compensaciones por perturbaciones, recomendación que se realiza en vista de que las distribuidoras dependen directamente de la parte económica y como sabemos en el nuevo modelo del sector eléctrico se tiene que las inversiones para las expansiones del sistema eléctrico vendrán de aportaciones del Estado.
- Se recomienda que todas las distribuidoras realicen un análisis técnico económico para que se tome la mejor alternativa en la ejecución del proceso de monitoreo de la Calidad del Producto, una vez que se hayan adquirido las competencias de su personal en el tema y una infraestructura adecuada de su sistema.

6.3 Aportaciones de la tesis

A continuación se resumen las principales aportaciones del presente trabajo:

1. Mostrar los conceptos básicos y lineamientos para la implementación del proceso de monitoreo de calidad del producto en empresas de distribución y especialmente para aquellas que no cuentan con dichas actividades mediante, procedimientos, formularios de control e instructivos, en base a las mejores prácticas de una distribuidora en análisis.
2. Mostrar la realidad de las empresas de distribución en la implementación del proceso de Calidad del Producto, sus bondades y dificultades tanto en recursos como en infraestructura.
3. Proponer cambios en el aspecto regulatorio sobre el tema Calidad de Producto, se analizan las principales deficiencias de la actual regulación en base a las buenas prácticas conseguidas por ocho años del proceso de monitoreo en la CENTROSUR.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4. Analiza la causa efecto de los principales problemas de Calidad del Producto encontrados a nivel nacional, se propone una metodología para levantamiento de incumplimiento de parámetros técnicos, la cual contempla el diagnóstico del problema, el planteamiento e implementación de la solución y monitoreo de variables de las medidas de mitigación adoptadas.
5. Analiza y plantea alternativas para implementación de penalizaciones y compensaciones, enfocándose en penalizaciones administrativas al distribuidor y compensaciones económicas al cliente afectado.

El desarrollo de esta tesis, ha cumplido con los objetivos trazados y se recomienda que sea la base para el desarrollo de nuevas líneas de investigación como:

- El desarrollo de una regulación para los consumidores servidos en alta y media tensión, con el propósito de evitar que los mismos aporten con perturbaciones y bajo factor de potencia debido a la carga, con el apoyo del CONELEC.
- Determinar las curvas de costo para obtener un nivel óptimo de calidad, incluyendo los aspectos de calidad del servicio técnico.



7 Bibliografía

Normativas

[1] IEEE Power & Energy Society, *IEEE-519 Harmonic voltage and voltage distortion constraints with an active power line conditioner*. 1992, ISBN-10: 1559372397.

[2] Power Systems Engineering Committee of the IEEE Industry Applications Society, *IEEE-1100 Recommended Practice for Powering and Grounding Sensitive Electronic Equipment, (IEEE Emerald Book)*. 1992, ISBN: 1-55937-231-1.

[3] American National Standards Institute (ANSI), *IEC 61000-4-30 Testing and measurement techniques - Power quality measurement methods*. 2003, ASIN: B000Y2LPYO.

[4] British-Adopted European Standard, *Standard EN 50160: Voltage Characteristics in Public Distribution Systems*. 2007, ISBN: 9780580558412.

[5] American National Standards Institute (ANSI), *IEC 60860 Warning equipment for criticality accidents*. 1987, ASIN: B000Y2LOAO.

[6] IEEE Power & Energy Society, *IEEE 1159 IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality* 1995, ISBN 1-55937-549-3.

[7] CEI- IEC60868+A1 Medidor de Flicker Especificaciones funcionales y diseño 1986

[8] CEI- IEC 68868-0 Medidor de Flicker Evaluación de la severidad de flicker. 1991

[9] CEI- IEC 61000-4-7 Compatibilidad Electromagnética (CEM) 1991

Literatura

[10] STEVEN, J. Marrano. *Electrical System Design & Specification handbook for industrial facilities*. Georgia: Fairmont Press, 1998, ISBN 10 0881731943.

[11] MULLER, David R. *Voltage Sags in Industrial Systems*. Vol.29. Memphis: Electrotek Concepts Inc. 1991. ISBN: 0-7803-0021-1.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- [12] ABREU, Augusto. *Control de Armónicos en Sistemas Eléctricos*. Caracas: SEMINARIO: "CONTROL DE ARMÓNICOS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN. 2003.
- [13] KARIUKI, K.K. and Allan, R.N. *Assesment of customer outage costs due to eletric service interruptions: residential sector*. vol 143 (2). Manchester: Generation Transmission and Distribution. IEE.Proceedings. 1996. ISSN: 1350-2360.
- [14] KARIUKI, K.K. and Allan, R.N. Evaluation of reliability worth and value of lost load.vol 143 (2). Manchester: Generation Transmission and Distribution. IEE Proceedings. 1996. ISSN: 1350-2360.
- [15] TORRES, Horacio. ACERO, Gloria. FLECHAS, Jairo. SAUCEDO, Juan. QUINTANA, Carlos. *Calidad de la Energía Eléctrica CEL*. 1ra ed. Bogotá: 2001. ISBN 9583329487
- [16] DUGAN, Roger. MCGRANAGHAN, Mark. BEATY, H. Wayne. *Electrical Power Systems Quality*, 2daed.New York: McGraw-Hill, 2002. ISBN-13: 978-0071386227.
- [17] KENNEDY, Barry. *Power Quality Primer*, New York: McGraw-Hill Companies, 2000. ISBN: 0071737979
- [18] H. J. BOLLEN, Math. *Understanding Power Quality Problems*. Gothenburg: Wiley-IEEEPress, 1999.ISBN: 978-0780347137
- [19] BALCELLS Josep: *Calidad y Uso Racional de la Energía*, 2ª ed. Barcelona: Circuitior. 2001. ISBN: 84-699-2666-7,

Legislación

- [20] Ecuador. *Constitución Política de la República del Ecuador*. Registro Oficial. 449, 2008.
- [21] Ecuador. *Ley de Régimen del Sector Eléctrico*. Registro Oficial. 43, 1996.
- [22] Ecuador. *Ley Orgánica de Defensa del Consumidor*. Registro Oficial 116, 2000.
- [23] Ecuador. *Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico*. Registro Oficial 401, 2006.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- [24] Ecuador. Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio De Energía Eléctrica. Registro Oficial 290, 1998.
- [25] Ecuador. Reglamento Sustitutivo del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad. Registro Oficial 150, 2005.
- [26] Ecuador. Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución. CONELEC 004/01, 2001
- [27] Ecuador. Contrato de Concesión de Servicio Público de Distribución Y Comercialización de Energía Eléctrica.
- [28] Colombia. Constitución Política de Colombia. 1991.
- [29] Colombia. Leyes del sector eléctrico Ley 142. 1994.
- [30] Colombia. Contratos de Concesión
- [31] Colombia. Resolución No. 070. 1998.
- [32] Perú. Constitución Política del Perú. 1993.
- [33] Perú. Ley de Concesiones Eléctricas Decreto Ley N° 25844.1992.
- [34] Perú. Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas Decreto Supremo N° 009-93 EM. 1993.
- [35] Perú. Decreto Supremo N° 020-97-EM. 1997.
- [17] México. Constitución Política de México. 1917
- [36] México. LEY N° 18.410. 1999.
- [37] México. Ley general de servicios eléctricos, D.S. N° 327. 1997.

Información investigada

- [38] Estadísticas del Sector Eléctrico Ecuatoriano, 2008
- [39] Información de las empresas eléctricas QUITO, CNEL. SANTO DOMINGO, UNIDAD TEMPORAL DE GUAYAQUIL Y CENTROSUR. 2008-2009
- [40] Información del Ente Regulador CONELEC, 2010.
- [41] Información referente a Calidad del Producto, CENTROSUR, 2010.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

[42] INSTITUTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA UNIVERSIDAD DE SAN JUAN ARGENTINA: curso posgrado: campos electromagnéticos de baja frecuencia armónicos y Calidad del Producto eléctrico, 2009.

[43] León, A. y Rubia, A. (2001): “Comportamiento del Precio y Volatilidad en el Pool Eléctrico

Español”, IVIE, Documento de trabajo, WP-2001-04.

[44] Ministerio de Minas y Energía & UPME, 2006. Plan de Expansión de Referencia: Generación, Transmisión. 2006-2020.

[45] Taller sobre el Marco para el Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú, 2008, Ing. Eduardo Zolezzi

[46] Carreón et al, 2003. The Mexican Electricity Sector: Economic, Legal and Political Issues. Workingpaper.

[47] ESMAP, 2004. EnergyPolicies and theMexicanEconomy

[48].www. Calidad del servicio eléctrico (Internet).



8 ANEXOS

ANEXO 3.1

Regulación CONELEC 004/01

El objetivo de la presente Regulación es establecer los niveles de calidad de la prestación del servicio eléctrico de distribución y los procedimientos de evaluación a ser observados por parte de las Empresas Distribuidoras.

- Responsabilidad y Alcance

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

- Organismo Competente

El cumplimiento de los niveles de Calidad de Servicio será supervisado y controlado por el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, a través de los índices que se establecen en la presente Regulación.

- Información

El Distribuidor debe implementar y mantener una base de datos con la información sobre los componentes de la red asociados a la alimentación eléctrica de cada Consumidor, esto es:

- Red de AV.
- Subestación de distribución AV/MV.
- Circuito de MV.
- Centros de transformación MV/BV
- Circuito de bajo voltaje y ramal al que está conectado.
- Identificación del cliente (número de suministro).

La tarea del levantamiento de la información necesaria para la determinación de los índices de calidad en las diversas etapas de control, será responsabilidad del



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Distribuidor. La información recopilada, deberá ser suficiente para permitir al CONELEC controlar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, en la presente Regulación y en el Contrato de Concesión.

El levantamiento de la información, su procesamiento y análisis, comprenderá:

- a) Las mediciones y/o registros de cada uno de los aspectos identificados en 1.5, realizados en la forma señalada más adelante en los numerales 2 a 4;
- b) La organización de una base de datos auditable que constituya el soporte de la información anterior;
- c) El cálculo de los índices de calidad para cada uno de los parámetros; y
- d) La información relacionada con los desvíos a los límites señalados en los numerales 2 a 4.

Toda la información sobre mediciones, pruebas y su procesamiento, deberá almacenar el Distribuidor por un período no inferior a tres años y estar a disposición del CONELEC.

La totalidad de la información levantada en las diversas etapas, referente a los controles de la calidad del servicio, deberá remitirse al CONELEC en forma impresa con su respectivo respaldo en medio magnético y en los formatos que éste determine.

La Regulación indica que los aspectos de Calidad del Producto técnico que se controlarán son el nivel de voltaje, las perturbaciones y el factor de potencia, siendo el Distribuidor responsable de efectuar las mediciones correspondientes, el procesamiento de los datos levantados, la determinación de las compensaciones que pudieran corresponder a los consumidores afectados y su pago a los mismos. Toda la información deberá estar a disposición del CONELEC al momento que se le requiera.



Nivel de voltaje

Índice de Calidad

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

Dónde:

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

V_k : tensión eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

V_n : tensión 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.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

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.

Límites

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 %

Perturbaciones

Parpadeo (Flicker)

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 (P_{st}), en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas IEC; mismo que es determinado mediante la siguiente expresión:

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

Dónde:

P_{st} : Índice de severidad de flicker de corta duración.

$P_{0.1}, P_1, P_3, P_{10}, P_{50}$: Niveles de efecto “flicker” que se sobrepasan durante el 0.1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

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.

Límites

El índice de severidad del Flicker P_{st} en el punto de medición respectivo, no debe superar la unidad. Se considera el límite $P_{st} = 1$ 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.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

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.

Armónicos

Índices de Calidad

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

Dónde:

V_i' : factor de distorsión armónica individual de voltaje.

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

V_i : valor eficaz (rms) del voltaje armónico "i" (para $i = 2 \dots 40$) expresado en voltios.

V_n : tensión nominal del punto de medición expresado en voltios.

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.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

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.

Límites

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



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA $ V_i' $ 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	$0.1 + 0.6 \cdot 25/n$	$0.2 + 1.3 \cdot 25/n$
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



Factor de Potencia

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.

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.

Límite

El valor mínimo es de 0,92.



ANEXO 5.1

Definición de Usuario de MV con fines de medición de Calidad del Producto

Un usuario de medio tensión sería aquel que dispone de un transformador o cámara de transformación de su propiedad (equipo propio), cuyo tensión en el primario del transformador esté comprendido entre los 600 V y 40.000 V, independientemente de donde se ubique el sistema de medición comercial [Primario (MV) o Secundario (MV ó BV)].

Adicionalmente, se considera un usuario de medio voltaje, cuando éste se encuentre conectado a los bornes del secundario de un transformador de propiedad de la empresa distribuidora, siempre y cuando los voltajes en el secundario estén comprendidos entre los 600 V y 40.000 V, independientemente de donde se ubique el sistema de medición comercial [Primario (MV) o Secundario (MV)].

La Regulación de Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución, no hace diferenciación respecto al tipo de usuario en alto y medio voltaje que debe ser evaluado su factor de potencia, sin embargo, de conformidad a lo señalado en el pliego tarifario vigente, las mediciones del factor de potencia no se exigen en consumidores de tipo residencial, sino únicamente, en consumidores de la categoría general que dispongan de medición de energía reactiva.

Por tanto no se considera necesario efectuar mediciones de Calidad del Producto (factor de potencia - fp) para condominios, conjuntos habitacionales, urbanizaciones y haciendas, servidos en medio voltaje, siempre y cuando la carga predominante sea del tipo residencial.

No obstante de lo señalado anteriormente, generalmente las distribuidoras no suscriben un solo contrato de suministro con el propietario de condominios, conjuntos habitacionales o urbanizaciones, sino que más bien se los suscribe con los propietarios de cada uno de los departamentos, locales o dependencias ubicados en estas edificaciones, por lo que la empresa no deberá descuidar la evaluación de la Calidad del Producto que corresponda en estos consumidores (voltaje).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 5.2

Cronograma de mediciones para monitoreo de Calidad del Producto

LOGO DE LA EMPRESA	CRONOGRAMA DE MEDICIONES PARA EL MONITOREO DE CALIDAD DEL PRODUCTO			R-DISTR-001
				Dep. de Calidad
	Elaboración:	Revisión:		Fecha:

INSTALACIONES Y LECTURAS EN SUBESTACIONES								
ITEM	Número	NI	Dirección	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	Fecha		
1								
2								
3								
TRANSFORMADORES DEL ALIMENTADOR								
ITEM	Número	Potencia	Fases	Dirección	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	Fecha	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
USUARIOS DE MEDIA TENSIÓN A SER MEDIDOS								
Alimentador								
ITEM	Trafo	Medidor	Código	Nombre	Dirección	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	Fecha
Mediciones								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

# equipos	Disposicion semanal de equipos
	Transformadores de distribución
	Usuarios Finales
	Usuarios de media tensión

MÍNIMO DE MEDICIONES A REPORTAR	
Subestaciones	
Transformadores	
Consumidores finales	
Consumidores de media tensión	



UNIVERSIDAD DE CUENCA

LOGO DE LA EMPRESA	FORMULARIO PARA MEDICIONES DE CALIDAD DEL PRODUCTO EN TRANSFORMADORES	R- DISTR-003
--------------------	--	--------------

DATOS DE LA INSTALACIÓN		
FECHA:	REGISTRAD OR INSTALADO	MARCA:
HORA:		N° SERIE:
RESPONSABLE:		HORA DE INICIO:

UBICACIÓN			
DIRECCIÓN:		ZONA	
SECTOR:		URBANA	RURAL
PARROQUIA:		MOTIVO	
CANTÓN:		CRONOGRAMA	RECLAMO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TRANSFORMADOR					
NUMERO:		ESTACIÓN:	PLATAFORMA	CABINA	
POTENCIA:		RED DE M.T:	AÉREA	SUBTERRÁNEA	
TIPO:		RED DE B.T:	AÉREA	SUBTERRÁNEA	
MARCA:		N. DE TENSIÓN:	PRIMARIO	SECUNDARIO	
S/E:		ALIMENTADOR:			

OBSERVACIONES DE LA INSTALACIÓN



UNIVERSIDAD DE CUENCA

DATOS DE LA DESCONEXIÓN		
FECHA:	HORA INICIO:	HORA FINAL:
RESPONSABLE:		
OBSERVACIONES:		

LOGO DE LA EMPRESA	FORMULARIO PARA MEDICIONES DE CALIDAD DEL PRODUCTO EN CONSUMIDORES DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN	R-DISTR-004
--------------------	---	-------------

DATOS DE LA INSTALACIÓN		
FECHA:	REGISTRADOR INSTALADO	MARCA:
HORA:		N° SERIE:
RESPONSABLE:		HORA DE INICIO:

CONSUMIDOR	
NOMBRE:	
CÓDIGO:	
DIRECCIÓN:	
SECTOR:	
PARROQUIA:	
CANTÓN:	
TELÉFONO:	

DATOS DEL MEDIDOR				
NÚMERO:				
MARCA:				
MODELO:				
TARIFA:				
LECTURA:	I	F	D	
ESTADO:				
TIPO:	1φ	2φ/1φ-3H	3φ	

CARACTERÍSTICAS GENERALES				
N° TRAFIO:		TIPO DE MEDICIÓN:	MONOFÁSICA	ZONA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

POTENCIA:		CIÓN	BIFÁSICA		URBANO		RURAL	
MARCA:			TRIFÁSICA		MOTIVO			
ALIMENTADOR:			LECTURA		CRONOGRAMA		RECLAMO	
N. TENSIÓN:	PRIM.		SEC.		RELACIÓN TRANF.	TC		TP

OBSERVACIONES DE LA INSTALACIÓN

DATOS DE LA DESCONEXIÓN		
FECHA:	HORA INICIO:	HORA FINAL:
RESPONSABLE:		
OBSERVACIONES:		

LOGO DE LA EMPRESA	FORMULARIO PARA MEDICIONES DE CALIDAD DEL PRODUCTO EN CONSUMIDORES FINALES	R- DISTR-005
--------------------	---	--------------

DATOS DE LA INSTALACIÓN		
FECHA:	REGISTRADO OR INSTALADO	MARCA:
HORA:		Nº SERIE:
RESPONSABLE:		HORA DE INICIO:

DATOS DE CONSUMIDORES			
	CONSUMIDOR 1	CONSUMIDOR 2	CONSUMIDOR 3
NOMBRE:			
CÓDIGO:			
DIRECCIÓN:			
SECTOR:			



UNIVERSIDAD DE CUENCA

PARROQUIA:			
CANTÓN:			
TELÉFONO:			
DATOS DE MEDIDORES			
NÚMERO:		FASE	
MARCA:			
AÑO FABRIC:			
TARIFA:			
LECTURA (kWh):	I	F	D
ESTADO:			

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED						
Nº TRAFICO:		TIPO DE MEDICIÓN	MONOFÁSICA	ACOMETIDA		
Nº POSTE:			BIFÁSICA	AÉREA	SUBT.	
ALIMENTADOR:			TRIFÁSICA	URBANO	RURAL	
N. DE TENSIÓN:			DOS MEDIDORES	MOTIVO		
D. T-POSTE CONS:			TRES MEDIDORES	CRONOGRAMA	RECLAMO	
OBSERVACIONES DE LA INSTALACIÓN						

DATOS DE LA DESCONEXIÓN		
FECHA:	HORA INICIO:	HORA FINAL:
RESPONSABLE:		
OBSERVACIONES:		