

SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO
SISTEMA DE CALIDAD

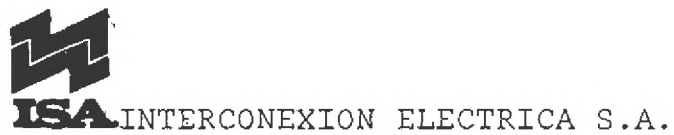
Volumen III



ISA Interconexión Eléctrica S. A

SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO
COMITE PARA EL DESARROLLO
Y ESTIMULO A LA INDUSTRIA NACIONAL

SISTEMA DE CALIDAD
PLAN DE INVESTIGACION SECTORIAL



COLCIENCIAS

Medellín, mayo 1989

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCION	1
2. SISTEMAS DE DISTRIBUCION COLOMBIANO	2
2.1 Características generales	3
2.2 Características de la operación	6
3. INFORMACION BASICA SOBRE SISTEMAS DE DISTRIBUCION	7
3.1 Formulario de recolección de información	7
3.2 Análisis de la información básica. Resultados	7
3.2.1 Pruebas	7
3.2.2 Criterios de diseño	8
3.2.3 Seguimiento de la operación	8
3.3 Información del taller de mantenimiento y reparación de equipos del Sector Eléctrico. Análisis de resultados	10
4. PLAN GENERAL DE ACCION PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION	11
4.1 Objeto del plan general	11
4.2 Estudios de diseño en sistemas de distribución	11
4.2.1 Configuración del sistema de distribución	12
4.2.2 Especificación de equipos	16
4.3 Estudios de montaje en sistemas de distribución	19
4.3.1 Redes aéreas	19

	pág.	
4.3.2	Cables subterráneos	20
4.3.3	Criterios de interventoría	20
4.3.4	Inspección en fábrica	21
4.4	Estudios de operación en sistemas de distribución	21
4.4.1	Confiabilidad	21
4.4.2	Maniobras	21
4.4.3	Mantenimiento	21
4.4.4	Cargabilidad de líneas	21
4.5	Estudios del tipo teórico	22
4.5.1	Sobretensiones por descargas atmosféricas directas	22
4.5.2	Sobretensiones por flameos inversos	22
4.5.3	Sobretensiones por descargas indirectas	22
4.5.4	Resistencia de impulso	23
4.5.5	Coordinación del aislamiento	23
4.5.6	Envejecimiento	23
4.5.7	Sobretensiones en cables	23
4.5.8	Modelos de pérdidas	23
4.5.9	Normas	23
4.6	Estudios del tipo experimental	23
4.6.1	Impulsos transferidos	24
4.6.2	Frentes de onda escarpados	24
4.6.3	Contaminación	24
4.6.4	Características dieléctricas de aislantes	24
4.6.5	Empaques	24

	pág.	
4.6.6	Capacidad de soporte del cortocircuito	25
4.6.7	Capacidad de desbalance de cargas	25
4.7	Estudios planteados por la Industria Nacional	25
5.	PLAN DE INVESTIGACION DEL SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO PARA 1989	27
5.1	GENERALIDADES	27
5.2	ACTIVIDADES PRINCIPALES	27
5.2.1	Proyectos con investigación del tipo teórico	27
5.2.2	Proyectos con investigación de tipo experimental	44
ANEXO No. 1.	CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD Y DESARROLLO TECNOLOGICO FORMULARIO PARA RECOLECCION DE LA INFORMACION BASICA	
ANEXO No. 2.	CONTROL MANTENIMIENTO Y REPARACION DE TRANSFORMADORES	

LISTA DE CUADROS

		pág.
CUADRO No. 1	Facturación 1987	62
CUADRO No. 2	Demanda de energía GWh	63
CUADRO No. 3	Número de suscriptores 1987	64
CUADRO No. 4	Información sobre equipos. Transformadores de distribución	65
CUADRO No. 5	Información sobre equipos. Pararrayos	66
CUADRO No. 6	Información sobre equipos. Cortacircuitos	67
CUADRO No. 7	Información sobre equipos. Seccionadores	68
CUADRO No. 8	Información sobre equipos. Aisladores	69
CUADRO No. 9	Información sobre equipos. Cables y conductores	70
CUADRO No.10	Información sobre equipos. Herrajes de líneas Aéreas	71
CUADRO No.11	Información sobre equipos. Conectores y empalmes de líneas aéreas	72
CUADRO No.12	Criterios de diseño	73
CUADRO No.13	Seguimiento de operación de transformadores de distribución	74
CUADRO No.14	Seguimiento de operación de estructuras	75
CUADRO No.15	Seguimiento de operación de pararrayos	76
CUADRO No.16	Seguimiento de operación de cortacircuitos	77

	pág.
CUADRO No. 17	Seguimiento de operación de aisladores 78
CUADRO No. 18	Seguimiento de operación de cables y conductores 79
CUADRO No. 19	Seguimiento de operación de herrajes de líneas aéreas 80
CUADRO No. 20	Seguimiento de operación de conectores y empalmes de líneas aéreas 81

LISTA DE GRAFICOS

	pág.
GRAFICO No. 1A Cronograma del subproyecto de formatos	30
GRAFICO No. 1B Cronograma del subproyecto de base de datos de Confiabilidad	31
GRAFICO No. 2 Cronograma del proyecto de coordinación del aislamiento	34
GRAFICO No. 3 Cronograma del proyecto de puesta a tierra	37
GRAFICO No. 4 Cronograma del proyecto sobre prácticas de montaje	39
GRAFICO No. 5 Cronograma del proyecto sobre evaluación y acreditación de laboratorios	41
GRAFICO No. 6 Cronograma del proyecto. Análisis técnico-económico de cable entorchado vs cable ACSR en redes secundarias	43
GRAFICO No. 7 Cronograma del proyecto de impulsos transferidos	45
GRAFICO No. 8 Cronograma del proyecto de hermeticidad de pararrayos	48
GRAFICO No. 9 Proyecto de control de calidad en elementos eléctricos de instalaciones residenciales	50
GRAFICO No.10 Cronograma del proyecto de empaques y sellos en transformadores de distribución	53
GRAFICO No.11 Cronograma del proyecto de operación de hornos de arco	55

pág.

GRAFICO No. 12	Cronograma del proyecto-Evaluación de Características Técnicas de los Cortacircuitos	57
GRAFICO No. 13	Cronograma del proyecto requerimientos de galvanización en herrajes para líneas de distribución en ambientes de alta contaminación salina	59
GRAFICO No. 14	Cronograma del proyecto - Sobreexcitación de Transformadores de Distribución	61
GRAFICO No. 1	Frecuencias de fallas y causas en transformadores	82

1. INTRODUCCION

Se presenta en este documento, en primer lugar, las características principales, algunas estadísticas de los sistemas de distribución, inversión, transferencias y facturación correspondiente para mostrar su importancia dentro del sistema eléctrico y en segundo lugar los antecedentes y metodología utilizada para la definición final del "Plan de Investigación Sectorial" para el año de 1989 y con el cual el Sector espera contratar estudios e investigaciones del tipo teórico y experimental para solucionar los problemas más urgentes de calidad en la operación de los sistemas de distribución de energía eléctrica.

El proceso seguido para definir dicho plan puede resumirse en las siguientes etapas:

- a. Desarrollo y aplicación de un formulario de recolección de información básica sobre los principales elementos de los sistemas de distribución para determinar las fallas más comunes en cuanto a criterios de diseño, ejecución de pruebas y seguimiento de la operación. Además, se recogieron datos sobre la estadística de fallas de transformadores de Empresas Públicas de Medellín en su taller de reparación en los últimos tres (3) años, para identificar las principales fallas y tendencias en operación y comportamiento de los transformadores.
- b. Evaluación, análisis y estadística de la información recolectada en las principales empresas de energía y electrificadoras del país así como en el taller de reparación de transformadores de Empresas Públicas de Medellín.
- c. Con base en los resultados anteriores se ha propuesto desarrollar un plan general de acción para el control de calidad del sistema de distribución en el que se plantea un conjunto de investigaciones teórico-prácticas a partir de las experiencias del Sector en el diseño, montaje y operación del sistema y sus componentes principales. En el mismo contexto se presenta una serie de temas propuestos por los fabricantes de transformadores (Foro ASIEB) con base en sus experiencias en control, calidad en diseño, fabricación, montaje, operación y mantenimiento de los mismos.

d. Del análisis de la información anterior, evaluación de los diferentes proyectos de acuerdo con los resultados que aportaría su realización, tiempo de ejecución, posibles costos, complejidad del estudio, existencia de recursos y capacidad para desarrollarlos, el Grupo Centro de Investigaciones del Sector Eléctrico ha elaborado el "Plan de Investigación Sectorial" para 1989, el cual fue revisado por la Asistencia Técnica Italiana y finalmente aprobado por el Comité para el Desarrollo y Estímulo de la Industria Nacional, como trabajo para ser ejecutado durante el presente año utilizando los recursos disponibles en el Contrato ISA-COLCIENCIAS y la capacidad existente en la consultoría, universidad e institutos de investigación del país. Las actividades de contratación ya mencionados se encuentran en fase de ejecución.

En la gran mayoría de actividades que constituyeron el proceso de definición del Plan de Investigación Sectorial se contó con la amplia participación de la firma de Consultoría Mejía y Villegas S.A.

2. SISTEMA DE DISTRIBUCION COLOMBIANO

2.1 Características generales

El servicio de energía a los suscriptores se presta en Colombia con un carácter regional por parte de las distintas empresas eléctricas que operan en el país y de sus filiales. De ahí que el sistema de distribución se caracterice por esta misma base regional en lo concerniente a su propiedad y operación.

Las grandes empresas distribuidoras son la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá, las Empresas Públicas de Medellín, la CVC, el ICEL y CORELCA. Sin embargo, la atención al suscriptor y la extensión de redes de distribución en las áreas de influencia respectivas está en muchos casos a cargo de empresas filiales regionales, como son las Centrales Eléctricas y las Electrificadoras del ICEL, las Electrificadoras de CORELCA, otras empresas municipales (como en Antioquia). Se excluye como empresa distribuidora a ISA, pues por su carácter no interviene en esta área.

En la actualidad, y después de que por muchos años el desarrollo eléctrico del país no les dió la importancia requerida dedicando sus mejores esfuerzos a la generación y en menor grado a la transmisión, el Sector Eléctrico ha tomado conciencia de la necesidad de prestar atención preferencial a los sistemas de distribución y a los problemas relacionados con ellos. El plan de inversiones del sector para el período 1986-1996 asigna para equipos de distribución una participación de US.\$ 430 millones sobre un total de equipos de US.\$ 1.810 millones, y se estima para el área de distribución una posible participación de la Industria Nacional del 95%, la más alta entre todas las áreas que componen el Sector.

Lo anterior, constituye un índice claro de la importancia que tiene el sistema de distribución y de la necesidad de continuar los esfuerzos, por parte de todas las empresas, en el mejoramiento de sus redes y en la búsqueda de una óptima calidad del servicio y de los equipos. Las estadísticas sobre las ventas de energía, su distribución en categorías de servicio, las pérdidas y la cantidad de suscriptores constituyen un apropiado marco de referencia y se incluyen a continuación referidas al año 1987.

En el cuadro No. 1 se presenta la distribución y el total de la facturación en el Sector Eléctrico Colombiano para el año de 1987 en los diferentes sistemas, electrificadoras y empresas municipales del país, discriminando en consumo residencial, comercial, industrial, oficial y total (incluye las anteriores más alumbrado público, ventas no desagregadas y ventas en bloque a otras empresas). La facturación de acuerdo con las tarifas reales, se expresa en términos de GWh, millones de pesos y porcentaje con respecto al total de la facturación del sistema, electrificadora o empresa.

Puede observarse en el cuadro No. 1 que el total de la facturación del Sector para el sistema completo de distribución Colombiano incluyendo el sector residencial, comercial, industrial, oficial, alumbrado público, ventas en bloque y no desagregadas ascendió según las tarifas reales especificadas en el cuadro, a \$ 215.915 millones (aproximadamente millones US.\$ 620) para un total de 22.345 GWh, de los cuales los sistemas de EEEB, EPM y EMCALI percibieron los mayores ingresos respectivamente y representan un poco más de la mitad del consumo de todo el país.

Los sectores de mayor facturación en millones de pesos, son respectivamente, el industrial, residencial, comercial y oficial. Los sectores de mayores consumos en GWh son el residencial, el industrial, comercial y oficial respectivamente. Los mayores consumos de tipo industrial se localizan respectivamente en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla.

En el cuadro No. 2 se ilustra para todo el Sector Eléctrico Colombiano, los diferentes sistemas y empresas del país, la demanda total de energía discriminado según sea la magnitud de la generación propia de energía, importaciones, energía disponible y exportaciones en GWh. Para deducir las pérdidas totales se presentan las ventas de energía por sistemas discriminando en consumo residencial, comercial, industrial etc, el total de las ventas en magnitud y porcentaje y el consumo propio de cada sistema. Finalmente se destaca las pérdidas totales, las que corresponden a cada sistema y electrificadora tanto en magnitud como en porcentaje con relación a la demanda total de cada empresa.

Se observa en el cuadro No.2 que la demanda total del sistema de distribución Colombiano ascendió a 29.654 GWh, con el mayor consumo en el sector residencial, un nivel de ventas de 21.832 GWh y pérdidas totales de 7.069 GWh que representa el 24% de la demanda total del sistema. Los sistemas con mayores pérdidas (%) son respectivamente los de Nariño (41.1%), Guajira (38.9%) y Cauca (36.3%). Opuestamente, los sistemas con menores pérdidas son respectivamente el sistema de Chocó (9.5%) que toda su energía es importada, Tulua (9.8%) y Bolivar (12.9%).

Las pérdidas reportadas para los sistemas de CORELCA e ICEL son pequeñas debido a que éstos no presentan ventas a suscriptores o en el caso de CORELCA, solamente la realizan al Sector Industrial.

En el cuadro No. 3 se ilustra para el año de 1987 el número de suscriptores existentes en el Sector Eléctrico Colombiano y para cada sistema, electrificadoras y empresas municipales del país, discriminando en magnitud de suscriptores residencial, industrial, otros y el total y expresando el porcentaje y el consumo promedio (KW/h) para cada uno de ellos.

Puede observarse en el cuadro No. 3 que el número total de suscriptores en 1987 del sistema de distribución del Sector Eléctrico Colombiano era de \$ 4.108.120 de los cuales el 91.6% pertenece al sector residencial, el 6.5% al sector comercial, el 1% al industrial y el 1% restante a otros. Los sistemas que poseen el mayor número de suscriptores son respectivamente Bogotá (20.9%), EPM (11 %) y EMCALI (6.8%). Los sistemas más pequeños en términos de número de suscriptores son Chocó, Caquetá y Quindío.

El consumo promedio más alto en el sector residencial lo tiene EPM, en el sector comercial Barranquilla y en el sector industrial EMCALI.

En los cuadros Nos. 1 al 3 no se presentan integrados los subsistemas del Grupo ICEL y del Grupo CORELCA.

2.2 Características de la operación

A excepción de núcleos reducidos de las ciudades importantes, los sistemas colombianos de distribución son de carácter radial y aéreo, con transformadores trifásicos o monofásicos montados en postes; las redes secundarias también son por lo general aéreas, en conductores aislados aunque en ciertos sectores se tienen cables desnudos; las redes, por lo tanto, están muy expuestas a problemas de origen atmosférico, a cortocircuitos secundarios y a problemas ocasionados por su exposición a la intemperie.

Los sistemas se operan desde subestaciones transformadoras en las cuales se originan los circuitos primarios, mediante un interruptor que en la mayoría de los casos es de mínimo volumen de aceite; el operador respectivo tiene consignas que le indican cómo actuar en el caso de una apertura por falla. En la subestación se lleva una estadística que indica la posible causa, el tiempo que permanece abierto el circuito y la carga interrumpida. Muchas empresas tienen además una codificación que clasifica las fallas según el elemento que los origina; no es común, sin embargo, encontrar un diagnóstico que indique la causa de la falla, por ejemplo de un transformador que fue necesario retirar del circuito, ni del estado previo de la instalación (como serían el tipo y condición de los pararrayos, de los fusibles, de las conexiones a tierra).

Ninguna empresa cuenta con un sistema que le permita una operación centralizada de la red de distribución, a excepción Bogotá donde se está instalando un nuevo y moderno centro de control del sistema eléctrico desde el cual se podrán operar los interruptores de los alimentadores primarios.

La cargabilidad de alimentadores primarios y transformadores de distribución se vigila según criterios propios de cada empresa, aunque no hay una política uniforme a este respecto.

3. INFORMACION BASICA SOBRE SISTEMAS DE DISTRIBUCION

3.1 Formulario de recolección de información

Con el fin de obtener un conocimiento de los sistemas de distribución en lo relacionado con aspectos como las pruebas que se exigen al adquirir los equipos principales, los criterios de diseño y las prácticas de seguimiento de la operación, se elaboró una encuesta que se sometió a un grupo de empresas del sector. A esta encuesta respondieron las siguientes empresas:

- Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá
- Empresas Públicas de Medellín
- Corporación Autónoma Regional del Cauca
- Empresas Municipales de Cali
- Corporación Eléctrica de la Costa Atlántica
- Electrificadora del Atlántico
- Central Hidroeléctrica de Caldas
- Empresa Antioqueña de Energía
- Electrificadora de Santander
- Centrales Eléctricas del Norte de Santander
- Electrificadora del Tolima
- Centrales Eléctricas del Cauca
- Electrificadora del Amazonas

En el Anexo No.1 se presenta el formulario diseñado para la recolección de la información.

3.2 Análisis de la información básica. Resultados

La muestra anterior se considera ampliamente representativa del área de distribución entre las empresas del Sector. Los cuadros 4 a 20 resumen las respuestas recibidas sobre las cuales se puede hacer el siguiente análisis general:

3.2.1 Pruebas

El objeto de mayor interés a la hora de hacer la adquisición de equipos son los transformadores de distribución. Todas las empresas exigen pruebas de rutina y algunas de ellas además pruebas de tipo, que en general son efectuadas en la planta del fabricante; en ciertos casos las empresas confrontan los resultados de las pruebas de rutina mediante bancos de pruebas en sus propias instalaciones, y en otros se apoya en

las universidades locales para pruebas más especiales. Está ampliamente difundido el uso de las normas nacionales ICONTEC, en ocasiones complementadas por las normas ANSI y excepcionalmente por las IEC; las empresas consideran en general apropiados los laboratorios que se emplean para las pruebas de transformadores, exigen siempre del fabricante los respectivos protocolos y en la mayoría de los casos delegan personal propio para que presencie las pruebas.

Cuando se exigen pruebas de tipo (5 empresas de las 13 encuestadas) se hacen en general las de impulso y calentamiento y solamente una empresa solicita las de sobrecarga. Por otra parte, la mayoría de las empresas establece que considera recomendable realizar pruebas de tipo cuando se trata de un nuevo producto o de un nuevo fabricante.

Para los demás equipos objeto de la encuesta tales como pararrayos, cortacircuitos, seccionadores, aisladores, cables y conductores, herrajes, conectores y empalmes de líneas aéreas, la respuesta muestra una frecuencia indudablemente menor de la práctica de pruebas, en muchos casos argumentando la carencia de laboratorios apropiados; además, en algunos de los equipos que sí se prueban, la capacidad del laboratorio no se califica, o se califica como no apropiada. Para estos equipos se observa una menor tendencia a que la empresa esté presente en las pruebas. Los Cuadros 4 a 11 resumen los resultados de la encuesta.

3.2.2 Criterios de diseño

Un resumen de las respuestas obtenidas de las empresas se incluye en el Cuadro 12.

Diez de las trece empresas encuestadas informan sobre la existencia de un control de calidad en los diseños de distribución. Los criterios usuales para la cargabilidad de los alimentadores primarios son la carga en amperios y la regulación (en menor proporción las pérdidas); ello se controla en orden de preferencia, mediante los estudios de demanda, la aprobación de planos y las mediciones de corriente.

Desde el punto de vista de cargabilidad de los transformadores, existen diversos criterios para establecerla siendo el más común el producto del número de usuarios por la carga diversificada por usuario; el control se realiza a través de la aprobación de planos o verificando las quejas de los usuarios y en menor grado por verificación de la carga. La mayoría de las empresas admiten tener establecida una cargabilidad máxima, que en un caso llega hasta el 130% de la capacidad nominal. Varias empresas esperan implementar próximamente otras formas de control.

3.2.3 Seguimiento de la operación

Las respuestas recibidas a esta parte de la encuesta, que se resumen en los Cuadros 13 a 20, permiten comprobar que no existe una política clara

en relación con el seguimiento de la operación de los aparatos y elementos que conforman el sistema de distribución en las empresas del sector eléctrico colombiano. Como en el caso de las pruebas, el objeto de mayor interés es el transformador, para el cual ocho de las empresas afirman tener controles periódicos (entre los que no los tienen, algunas informan que prevén su implantación en un futuro); estos controles van desde toma de carga hasta procedimientos de manejo de cargas de transformadores (MTC). En el caso de los pararrayos, sólo tres empresas admiten tener un control periódico pero éste se limita a una inspección visual, claramente insuficiente para comprobar las condiciones operativas de estos elementos.

La información recibida sobre el número de aparatos averiados por año es muy parcial e inconsistente. La menos incompleta corresponde también a los transformadores, para los cuales 10 empresas reportan un total de 5958 unidades defectuosas en el año 1987; si se admite un costo de \$235.000 por unidad, que resulta de la información de una de las empresas (combinando unidades reparables y no reparables) se llegaría a un costo anual para la parte del sector representado por las 13 empresas de \$1.400 millones, que siendo considerable se puede aún calificar de conservador.

Constituye una minoría el número de empresas que para los distintos elementos (incluidos los transformadores) llevan una estadística de fallas, y aquellas que lo hacen no tienen procedimientos para discriminarlas por causas. Aunque en mayor cantidad, son también pocas las empresas que investigan las causas de las fallas y toman medidas correctivas. Finalmente, no existe una posición clara y consecuente de las empresas en relación con el uso que se da a las estadísticas de fallas y con las medidas que se toman para remediar las fallas que se presentan.

El análisis anterior permite confirmar la inexistencia de procedimientos adecuados para hacer un seguimiento de la operación de los elementos componentes del sistema de distribución, y por otra parte la necesidad y justificación de implementarlos teniendo en cuenta la magnitud de los costos que para las empresas representan los elementos que continuamente están sufriendo averías, lo mismo que los costos que implica la suspensión del servicio consecuente. En el capítulo siguiente se plantea la realización de un plan de acción para el sistema de distribución.

3.3 Información del taller de mantenimiento y reparación de equipos del Sector Eléctrico. Análisis de resultados

En los talleres de reparación de transformadores de las Empresas Públicas de Medellín utilizando el formulario de recolección de información elaborado por esta misma empresa (ver Anexo No. 2), se recogió información de las planillas de ingreso y salida de transformadores en los tres (3) últimos años.

En la figura No. 1 se presenta la frecuencia de fallas y la frecuencia de causales de fallas elaboradas entre sí en forma independiente y sin consideración de la marca y el nivel de kVA. Puede concluirse que la falla de mayor ocurrencia es la avería del devanado primario y secundario, encontrándose quemado, en corto o abierto y que las principales causas de fallas son la penetración de humedad, las descargas atmosféricas y las sobrecargas, por lo cual deben plantearse investigaciones del tipo teórico o experimental que traten de identificar, modelar y hacer pruebas de laboratorio para encontrar las soluciones a los problemas mencionados.

Como experiencia de esta acción de retroalimentación con la operación, mantenimiento y reparación de los equipos, se plantea también la necesidad de elaborar formatos de recolección de información para cada tipo de equipo o elemento en forma unificada y para aplicar en todas las empresas y electrificadoras del país, disponiendo así de una estadística representativa de la operación de los equipos, desarrollar posteriormente una base de datos para manejar índices de confiabilidad, indisponibilidad, tasa media de fallas y otros parámetros que permitan medir la influencia del Control de Calidad del Sector Eléctrico en la operación del Sistema. Las estadísticas representativas de la operación de los equipos permitiría también identificar sistemáticamente las fallas más severas y permitiría conocer información para planear las acciones y estudios que se deben acometer dentro del plan anual de investigación del Sector Eléctrico.

4. PLAN GENERAL DE ACCION PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION

4.1 Objeto del plan general

Uno de los objetivos del sistema de calidad que adelantan las empresas del sector, es la normalización de procedimientos, pruebas y especificaciones técnicas tendientes a mejorar la confiabilidad del sistema de distribución y los costos de su operación.

Con este fin la labor del sistema de calidad estaría orientada en todo momento a la investigación teórico-práctico de nuevas metodologías apoyadas en el análisis operativo y en las diversas experiencias de cada una de las empresas del sector, universidades, consultores, etc.

Las recomendaciones generales propuestas en este documento pretenden establecer algunos puntos de estudio que podrían ser considerados como posibles tareas a adelantar por el sistema de control de calidad.

Las recomendaciones presentadas se refieren a los siguientes aspectos básicos del sistema de distribución:

- Diseño
- Montaje
- Operación
- Acciones teóricas
- Acciones prácticas

Las tareas sobre diseño, montaje y operación serían desarrolladas por cada empresa del Sector y posteriormente procesadas y resumidas por ISA.

4.2 Estudios de diseño en sistemas de distribución

Desde el punto de vista del diseño de los sistemas de distribución, existen muchos frentes de acción que reportarían beneficios no solo de optimización económica de inversión, sino también como normalización de criterios de diseño y especificación de equipos

Con el fin de presentar orgánicamente estos frentes, se propone la siguiente división de las tareas a desarrollar:

- Configuración del sistema de distribución

- Especificación de equipos de distribución

4.2.1 Configuración del sistema de distribución

Como configuración del sistema se entienden todos aquellos procedimientos y criterios que permiten el diseño del sistema completo de distribución, no desde el punto de vista de cada equipo en particular sino observando el sistema como un todo. Con este enfoque se recomienda trabajar sobre los siguientes aspectos:

4.2.1.1 Protecciones

4.2.1.1.1 Objeto

La carencia de protecciones adecuadas para el sistema de distribución o para sus componentes, o la falta de una correcta coordinación entre las protecciones disponibles, es una situación que se ha detectado en los sistemas de distribución de numerosas empresas de servicio de electricidad y que está ocasionando fallas importantes en los mismos. De ahí que se haga necesaria una acción correctiva decidida que exige una participación activa de las empresas individuales y de los actuales comités de protecciones impulsados por ISA y por las empresas del sector.

4.2.1.1.2 Alcance

Las acciones deben cubrir el análisis de las protecciones adoptadas por cada empresa del sector (relés, fusibles, pararrayos, etc.) y la emisión de recomendaciones sobre los esquemas de protección más adecuados bajo consideraciones técnico-económicas y sobre las formas de garantizar la coordinación más apropiada para que en el caso de una falla se produzca una desconexión segura, selectiva y rápida del elemento correspondiente. Estas acciones permitirán además apoyar el desarrollo de la fabricación en el país de elementos como relés de protección, fusibles y pararrayos, normalizando características técnicas y pruebas.

4.2.1.2 Criterios de puesta a tierra

4.2.1.2.1 Objeto

Uno de los aspectos más importantes para garantizar la seguridad de la operación de un sistema eléctrico y para asegurar la debida protección de los equipos y elementos que lo constituyen es el relacionado con la

puesta a tierra del sistema y de sus componentes. En la revisión de diferentes instalaciones de distintas empresas se ha encontrado que no solamente existen deficiencias en los arreglos físicos de los medios de puesta a tierra sino que también se carece en muchos casos de criterios definidos para hacerlo. Es necesario por lo tanto canalizar las experiencias y definir criterios y diseños para aplicar a la puesta a tierra en la red de distribución, en especial en lo referente a los equipos más importantes de la misma como son los transformadores.

4.2.1.2.2 Alcance

La acción a desarrollar consistiría en estudiar las prácticas de puestas a tierra de las diferentes empresas del sector, tanto para subestaciones como para redes, transformadores de distribución, etc., analizar el problema desde el punto de vista de la teoría eléctrica y seleccionar el esquema más apropiado para la aplicación particular. Como resultado de estos análisis se elaboraría un manual normalizado de puestas a tierra en sistemas de distribución; el trabajo cubriría además el estudio de los diversos esquemas de conexión de transformadores y los coeficientes de puestas a tierra.

4.2.1.3 Coordinación del aislamiento

4.2.1.3.1 Objeto

En algunos casos se está haciendo una mala coordinación de aislamiento desde el momento mismo del diseño del sistema de distribución lo cual se refleja en un mal dimensionamiento de los pararrayos y en un alto porcentaje de equipos (principalmente transformadores) que son retirados del servicio por fallas ocasionadas por sobretensiones atmosféricas. Los errores comúnmente detectados son:

- Se seleccionan mal las tensiones de protección de los pararrayos.
- Se seleccionan mal las tensiones nominales de los pararrayos.
- Se dimensiona mal el calibre del conductor de puesta a tierra del pararrayos.
- No se considera en el diseño la longitud del conductor de puesta a tierra entre el pararrayos y el tanque y entre la conexión a la línea y el pararrayos.
- Se independiza el cable de puesta a tierra del pararrayos

y del transformador.

Por lo tanto se hace necesario establecer unos criterios de diseño básicos que permitan una correcta coordinación del aislamiento.

4.2.1.3.2 Alcance .

Los estudios sobre coordinación del aislamiento en sistemas de distribución tendrían por objeto establecer un procedimiento normalizado, basado en las experiencias y prácticas de las diversas empresas del sector y en los resultados de las pruebas de laboratorios obtenidas en las acciones prácticas (ver Numeral 4.6), determinando puntos tales como:

- Rata de crecimiento de la corriente de las descargas atmosféricas.
- Normalización de las tensiones de cebado de los pararrayos de acuerdo con la relación encontrada con la tasa de crecimiento de la tensión, en las acciones prácticas.
- Forma más adecuada de conexión entre el terminal de tierra del pararrayos, el transformador y tierra.
- Valores normalizados de las características de los pararrayos a usar en los diversos sistemas de las empresas.

4.2.1.4 Cargabilidad de transformadores

4.2.1.4.1 Objeto

En algunas empresas de servicio eléctrico son frecuentes las fallas en transformadores ocasionadas por sobrecargas excesivas, las cuales pueden ser debidas a varios factores:

- En el diseño de la red de distribución se considera una carga inicial para el transformador que deja un margen muy reducido (en algunas empresas no se deja margen) para futuras ampliaciones, con lo cual en muchos casos se trabaja con transformadores sobrecargados.
- Una causa común de falla en los transformadores son las cargas desbalanceadas, para el caso de sistemas de distribución monofásicos, en donde puede presentarse una sobrecarga para una parte del devanado produciendo puntos

calientes dentro del transformador.

- Otra causa de fallas por sobrecarga corresponde a la modificación del factor de diversidad producida durante las entradas en funcionamiento, luego de un racionamiento (demanda represada).
- Por último, en muchas empresas se corre el riesgo de aplicar a los transformadores sobrecarga según una norma que no corresponde a aquella bajo la cual fueron construidos.

Es conveniente por lo tanto reevaluar los criterios de diseño para carga de transformadores.

4.2.1.4.2 Alcance

Estos estudios, en coordinación con las acciones de tipo práctico, permitirán establecer políticas de selección de la capacidad de transformadores en sistemas de distribución y efectuar una evaluación económica de costo de vida útil versus inversión inicial, con base tanto en la experiencia obtenida en las empresas como en la elaboración de modelos de simulación digital que permitan evaluar el efecto de las sobrecargas temporales sobre la vida útil de los transformadores.

Adicionalmente se pretende estudiar el efecto del desbalance de cargas en los transformadores y la modificación en los factores de diversidad producidas por racionamientos.

4.2.1.5 Apantallamiento contra descargas atmosféricas

4.2.1.5.1 Objeto

El sistema de distribución colombiano está caracterizado por tener un apantallamiento muy deficiente, o inexistente en algunas ocasiones, lo que lo hace muy susceptible a descargas atmosféricas directas e indirectas. Se requiere entonces:

- Estudiar el efecto de los cables de guarda o neutros elevados en el apantallamiento de descargas atmosféricas directas e indirectas.
- Estudiar el efecto de las descargas directas sobre los conductores de fase.
- Estudio de los flameos inversos.

- Determinar requisitos mínimos que aseguren un apantallamiento suficiente para mejorar la confiabilidad del sistema de distribución.

4.2.1.5.2 Alcance

Estos estudios estarían enfocados a normalizar el diseño del apantallamiento en redes de distribución disminuyendo el número de salidas del sistema. Conjuntamente con las acciones teóricas (ver Numeral 4.5) permitirá:

- Seleccionar características físicas de los cables de guarda.
- Definir la configuración de los apoyos con base en el estudio de la altura efectiva mínima para disminuir el efecto de la inducción por acople.
- Definir el ángulo mínimo de apantallamiento.

4.2.2 Especificación de equipos

Los estudios asociados con la especificación de equipos pretenden establecer criterios y normas como fruto del análisis de las diversas experiencias de las empresas y de las normas nacionales e internacionales sobre cada equipo, buscando su aplicabilidad al caso colombiano.

Son de especial importancia las acciones adelantadas sobre pararrayos, fusibles, transformadores e interruptores.

4.2.2.1 Pararrayos

Con respecto a los pararrayos se deben analizar dos tipos:

4.2.2.1.1 Pararrayos convencionales

Revisar las características técnicas garantizadas especificadas para pararrayos de distribución y tipo estación, en especial en lo referente a:

- Tensiones de cebado para impulso atmosférico con tasas normales de crecimiento de la tensión y con frentes de onda escarpados.

- Tensiones de servicio.
- Pruebas en fábrica, en especial, diseños de pruebas sobre hermeticidad de los pararrayos.

4.2.2.1.2 Pararrayos de óxidos metálicos

Elaborar especificaciones normalizadas que permitan su introducción en los distintos sistemas de las empresas. Es importante el establecimiento de características técnicas tales como:

- Tensión nominal de pruebas.
- COV (Tensión continua de operación).
- Tensión de referencia.
- Tensión de cebado a la descarga atmosférica.
- Capacidad de absorción de energía.
- Pruebas de fábrica (rutina, tipo y especiales), cubriendo hermeticidad.

4.2.2.2 Fusibles

Se deben elaborar especificaciones de fusibles que estén basadas en aspectos tales como:

- Estudio de los diferentes tipos de fusibles y su uso apropiado para cada tipo de instalación y cada tipo de transformador.
- Elaboración de una coordinación apropiada entre la capacidad y tiempo de actuación de los fusibles, y la capacidad de los transformadores, tipo de red y los niveles de cortocircuito esperados en los sitios.
- Normalización de las pruebas requeridas, lo cual justifica la adquisición de un laboratorio de cortocircuito.

4.2.2.3 Transformadores

Estos equipos son los que mayor costo representan por número de unidades fuera de servicio y tiempo de interrupción del servicio; por lo tanto,

basándose en la experiencia operativa de las empresas, se pueden realizar unas especificaciones que orienten a los fabricantes a mejorar sus productos protegiéndolos adecuadamente.

- En algunas ocasiones se especifican impedancias muy bajas, lo cual hace que el transformador sea muy susceptible a los cortocircuitos; es necesario entonces mejorar las redes de distribución y especificar unas impedancias normalizadas que estén de acuerdo con los niveles de cortocircuito esperados.
- Es importante una selección adecuada del nivel de aislamiento (BIL) del lado de alta tensión y coordinarlo adecuadamente con los diversos tipos de pararrayos.
- Seleccionar adecuadamente el aislamiento del lado de baja tensión.
- Normalización y homologación de tipos constructivos, investigando técnicas que mejoren el comportamiento del equipo a factores tales como descargas atmosféricas, cargas desbalanceadas, puntos susceptibles a entrada de humedad, etc.
- Interventoría a materiales constructivos del núcleo, materiales aislantes, empaques, porcelanas, etc.
- Establecer metodología para optimizar técnico-económicamente los valores para pérdidas en el núcleo, pérdidas en el cobre y reactancia de los transformadores.
- Especificar las pruebas en fábrica (rutina, tipo y especiales).

4.2.2.4 Interruptores

En las empresas se han adoptado tipos de interruptores cuya selección ha correspondido a factores tales como:

- Costo: se selecciona siempre el más barato.
- Tendencia mundial: como es un equipo normalmente importado, la oferta de los fabricantes ha hecho que se pase de una tecnología a otra sin evaluar los costos indirectos de los cambios de tecnología.

Se hace entonces imperativo que se busque unificar la especificación de

los interruptores, basándose en las investigaciones que deben realizarse para cada tipo de interruptor (aceite, SF6 y vacío) cubriendo aspectos tales como:

- Manteniabilidad
- Tasa de fallas
- Repuestos
- Comportamiento eléctrico por corte de corriente
- Comportamiento a la descarga atmosférica
- Costos comparativos

4.3 Estudios de montaje en sistemas de distribución

Algunas de las fallas que se presentan son ocasionadas por falta de interventoría de las empresas en los montajes, o por prácticas que pueden mejorarse para incrementar la confiabilidad del sistema.

4.3.1 Redes aéreas

Dado que las redes aéreas son las más expuestas a fallas, pueden someterse a diversas investigaciones sobre montaje, tales como:

4.3.1.1 Puestas a tierra

Es necesario establecer las características mínimas para hacer las puestas a tierra, definiendo claramente:

- Características del suelo y recomendaciones para el mejoramiento de la conductividad.
- Con base en las recomendaciones hechas como resultado de los estudios descritos en el Numeral 4.2.1.2, establecer los tipos y calibres mínimos de los conductores de puesta a tierra y de los bajantes y las características del aterrizamiento de pararrayos y transformadores.
- Se deben establecer facilidades de inspección y medida para un adecuado seguimiento de la operación.
- Se deben homologar las configuraciones de conexiones de

tierra con base en el tipo de suelo, características del sitio, etc.

4.3.1.2 Distancias de protección

Se pretende analizar el efecto de las prácticas de montaje en las longitudes de cable entre pararrayos y transformadores, entre la conexión del pararrayos en la línea y el pararrayos y entre pararrayos y tierra. La longitud de estas conexiones tiene incidencia importante en las sobretensiones aparecidas en bornes del transformador para descargas de frente escarpado por descargas cercanas o flameos inversos.

4.3.1.3 Circuitos secundarios

Se pretende establecer prácticas de instalación, conexión y puesta a tierra que minimicen las inducciones y daños producidas por descargas atmosféricas y fallas.

4.3.1.4 Protección a los transformadores

Se deben establecer los requisitos mínimos para montaje de transformadores como el uso obligatorio de pararrayos, fusibles, dispositivos de protección de sobrecarga, apoyos adecuados del transformador, etc.

4.3.1.5 Manejo

Es indispensable y urgente instruir al personal de montaje sobre la forma de manejo de los transformadores, pues usualmente en esta operación se abusa de los aparatos sujetándolos por ejemplo por los bujes, con lo cual se pone en peligro la seguridad de éstos y la hermeticidad de su unión al tanque. Igualmente, hay descuido en asegurarse de conservar un cierre hermético cuando por cualquier motivo se requiere destapar total o parcialmente el transformador.

4.3.2 Cables subterráneos

Con respecto al montaje de cables subterráneos es interesante establecer las principales recomendaciones sobre conexión a tierra de pantallas en uno o varios extremos, manejo de terminales y empalmes, pruebas en sitio, etc.

4.3.3 Criterios de interventoría

Se debe procurar la elaboración de manuales de interventoría de campo

con base en las experiencias de los diversos interventores de las empresas del sector, tanto para redes urbanas como rurales. Estas investigaciones pueden ampliarse posteriormente cubriendo subestaciones y líneas de subtransmisión.

4.3.4 Inspección en fábrica

Se deben elaborar manuales y criterios de inspección en la fabricación de equipos cubriendo materiales, control de calidad de la producción, construcción y pruebas.

4.4 Estudios de operación en sistemas de distribución

Con respecto a las acciones relacionadas con la operación del sistema se sugiere:

4.4.1 Confiabilidad

Normalizar los formatos de reporte de fallas y sistematizar el cálculo de los índices con ayuda de bases de datos. Esta práctica permitirá establecer índices universales que facilitarían los análisis de confiabilidad a nivel nacional. Elaborar formatos para diagnóstico detallado de fallas en transformadores y otros equipos a ser llenados por especialistas de la empresa y/o por los reparadores.

4.4.2 Maniobras

Un estudio de las instrucciones de maniobra de los operadores y sus resultados permitiría reducir riesgos, daños y/o tiempos fuera de servicio, así como prevenir sobretensiones temporales tales como ferrorresonancia o efecto Ferranti en cables.

4.4.3 Mantenimiento

Se buscaría hacer un análisis de las políticas de mantenimiento de las empresas y su incidencia sobre costos, energía racionada, tasas de fallas, calidad del servicio, etc. Adicionalmente, hacer un estudio de las experiencias operativas y perspectivas futuras del mantenimiento en línea viva.

4.4.4 Cargabilidad de líneas

Conviene desarrollar un estudio de los efectos térmicos de la corriente de carga en conductores, conectores y empalmes con equipos como los termógrafos, y elaborar planos con los puntos más susceptibles a fallas

para tomar las medidas pertinentes.

4.5 Estudios del tipo teórico

Existen además numerosos estudios teóricos que permitirían mejorar los diseños en los sistemas de distribución, con trabajos relacionados principalmente con la simulación digital; entre ellos pueden plantearse:

4.5.1 Sobretensiones por descargas atmosféricas directas

Los efectos en la coordinación del aislamiento, tales como actuación de pararrayos, distancias de protección, daños en aisladores terminales, flameos directos, etc., se pueden analizar por medio de la simulación digital a través de programas tales como el EMTP (Electromagnetic Transient Program). Adicionalmente se pueden establecer las sobretensiones inducidas en los conductores de fase por descargas en los cables de guarda, estudiar el efecto de las puestas a tierra, estudiar el efecto del flameo directo de los cuernos saltachispas de los transformadores y/o bujes sobre el aislamiento interno del transformador, estudiar las tensiones transferidas al secundario de los transformadores y sus efectos, etc.

4.5.2 Sobretensiones por flameos inversos

Estudiar el efecto del cable de guarda, las puestas a tierra y la longitud de los vanos en los flameos inversos en líneas de subtransmisión y su influencia en el número de fallas por 100 km por año.

Adicionalmente establecer las condiciones bajo las cuales peligran los aisladores de distribución por reflexiones en los extremos terminales o por ondas provenientes de flameos inversos; estudiar el efecto sobre los transformadores del flameo inverso en torres cercanas a las subestaciones.

4.5.3 Sobretensiones por descargas indirectas

Estudiar las sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas cercanas a la línea de distribución y a las líneas secundarias.

Estudiar el efecto amortiguador del cable de guarda en las sobretensiones por descargas indirectas.

En México se han hecho algunas de estas investigaciones que pueden analizarse y aplicarse, complementándolas, al caso colombiano.

4.5.4 Resistencia de impulso

Elaborar equivalentes de resistencias de impulso de electrodos de tierra típicos del sistema de distribución, para ser usados en estudios de descargas atmosféricas.

4.5.5 Coordinación del aislamiento

Revisar y proponer una metodología normalizada para la coordinación del aislamiento en lo referente a distancias eléctricas máximas entre pararrayos y transformadores y conexiones de tierra recomendadas.

4.5.6 Envejecimiento

Elaborar modelos para representar el envejecimiento de equipos y aislamiento, tales como transformadores, condensadores, pararrayos, etc., que permitan establecer criterios de remplazo y revisión.

4.5.7 Sobretensiones en cables

Análisis de sobretensiones de maniobra en cables de distribución y sobretensiones en terminales por cambios de impedancias características.

4.5.8 Modelos de pérdidas

Normalización de modelos de evaluación de pérdidas técnicas para los diferentes componentes del sistema.

Normalización de metodologías de evaluación técnico-económica de proyectos de reducción de pérdidas.

4.5.9 Normas

Participación en los comités de las diferentes normas del ICONTEC.

4.6 Estudios del tipo experimental

Con el equipo de pruebas de alta tensión se sugiere, además de la aplicación de pruebas contempladas en las normas, la elaboración de investigaciones en los siguientes puntos:

4.6.1 Impulsos transferidos

Ejecución de pruebas sobre diversos tipos de transformadores de distribución con el fin de establecer la magnitud de las sobretensiones transferidas al secundario por descargas en el primario.

4.6.2 Frentes de onda escarpados

Determinación de las principales características del comportamiento de la tensión de cebado de los diversos tipos de pararrayos a las descargas atmosféricas de elevada tasa de crecimiento del frente de onda.

4.6.3 Contaminación

Estudios del efecto de la contaminación sobre diversos tipos de aisladores, para aisladores dejados en sitio un tiempo prolongado. Esta investigación permitirá establecer tiempos de lavado y tipos de aisladores a ser instalados dependiendo del lugar y tipo de contaminante.

4.6.4 Características dieléctricas de aislantes

Estos estudios permitirán homologar aislantes a ser usados en equipos de aislamiento de tipo no autorrecuperable, cubriendo aislantes orgánicos e inorgánicos usados como aislamiento o como material de construcción de piezas.

4.6.5 Empaques

Estos trabajos tienen como objeto estudiar la hermeticidad del tanque del transformador para garantizar la ausencia de fugas de aceite y/o absorción de humedad por parte del aceite. Para este análisis se deben estudiar cuidadosamente los materiales de los empaques; sus relaciones físico-químicas con el aceite, aire, porcelana, etc., la degradación de sus características con el tiempo, la temperatura, etc., para lo cual se deben adelantar pruebas de envejecimiento acelerado, expansión y contracción térmica, etc.

Adicionalmente, efectuar estudios sobre la fijación de bujes y tapas y su efecto en la hermeticidad, la hermeticidad de los terminales de bujes y el diseño de sus empaques, y en general establecer procedimientos para probar la hermeticidad del tanque ("hand holes", llaves de purga, tanques de expansión, etc.).

4.6.6 Capacidad de soporte del cortocircuito

Adelantar pruebas de cortocircuito que permitan establecer la soportabilidad de los transformadores de distribución a este tipo de eventos. Estas pruebas permitirán determinar límites inferiores para las impedancias de cortocircuito especificadas, con el fin de garantizar esfuerzos mecánicos y térmicos soportables por los transformadores sin detrimento de su integridad.

4.6.7 Capacidad de desbalance de cargas

Se pretende establecer, mediante pruebas de prototipos, la capacidad de desbalance y sobrecarga de transformadores de distribución. Estas pruebas, en unión con los estudios que al respecto adelanten las empresas del sector, permitirán establecer la incidencia de estos factores en las fallas de transformadores reportadas.

4.7 Estudios planteados por la Industria Nacional

En un foro (ASIEB) celebrado en el segundo semestre de 1988 los fabricantes de transformadores del país han indicado algunas causales de fallas en el diseño, fabricación, montaje, operación y mantenimiento de los transformadores, asuntos que podrían constituirse en temas de mayor análisis y posible contratación de estudios o investigaciones del tipo teórico o experimental para solucionar la alta tasa de averías que se presentan en este tipo de suministro.

Una descripción corta de estos problemas es la siguiente:

- Es necesario implementar un mayor control de calidad en los empaques, en las fábricas suministradoras.
- Los fabricantes de transformadores no exigen control de calidad en los empaques de sus proveedores.
- Muchas veces el problema de hermeticidad no es de calidad del empaque, es de su instalación o del diseño de la tapa del transformador.
- Es conveniente revisar la norma ICONTEC de los empaques, con el fin de adaptarla a las necesidades.
- Se presentan fallas en el manejo e instalación de los transformadores.
- Es necesario realizar pruebas de envejecimiento a los empaques.
- Se requiere verificar el aceite en los transformadores que se instalen después de 4 meses de fabricados.

- Con la prueba de envejecimiento se ha verificado que efectivamente hay mala calidad en los empaques.
- Es importante el manejo del transformador durante su montaje.
- Es necesario implementar prueba de envejecimiento al ozono en los empaques.
- Los talleres de reparación de transformadores sugieren revisar el herraje de las salidas de AT.
- La sobrecarga puede cristalizar los empaques.
- El sistema de sujeción de la tapa con grapa presenta más posibilidad de penetración de humedad al aceite que si es con tornillos. Es importante la fijación del caucho de empaque de la tapa.
- Es muy importante el manejo del transformador desde que sale de la fábrica hasta su instalación. En general el personal que los manipula no está capacitado.
- Implementar diálogo industria-industria y Sector Eléctrico-Industria con el fin de investigar los problemas que se presentan en los transformadores. Se recomienda desarrollar estas tareas en el ICONTEC y hacerlas extensivas extensivas a las demás líneas de producción de interés para el Sector Eléctrico Colombiano

5. PLAN DE INVESTIGACION DEL SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO PARA 1989

5.1 GENERALIDADES

De acuerdo con la metodología ya descrita, los resultados y análisis explicados en los Capítulos anteriores, el Grupo Centro de Investigaciones del Sector Eléctrico Colombiano ha concertado un programa de investigación sectorial para desarrollar en el presente año y que consiste en una serie de proyectos seleccionados a partir de las necesidades prioritarias detectadas en las diferentes empresas y cuyo estudio de tipo teórico o experimental se ha encontrado viable y necesario adelantar para solucionar problemas de calidad en la operación final de los equipos que utilizan las empresas de energía eléctrica del país. En cada tema se presenta un resumen de las características principales, objetivos y cronograma general de actividades. Este plan fue elaborado conjuntamente con la firma, Consultora Mejía y Villegas, fue revisado por la Asistencia Técnica Italiana y aprobado por el Comité para el Desarrollo y Estímulo de la Industria Nacional.

Para la ejecución del Plan se solicitará la presentación de una propuesta técnica y económica entre las entidades interesadas y con capacidad para desarrollar cada tema, dentro de éstos se seleccionará la más indicada para la ejecución de cada trabajo con quién se acordará el alcance, cronograma y presupuesto definitivo por tema.

5.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES

5.2.1 Proyectos con investigación del tipo teórico

5.2.1.1 Confiabilidad

5.2.1.1.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es el de normalizar los formatos de reporte de fallas llevados por las diversas empresas del sector, elaborar estadísticas nacionales verdaderamente comparativas entre empresas y a nivel global, y hacer un seguimiento estadístico (cálculo de índices de confiabilidad) de los diferentes equipos con fines de mantenimiento y control de calidad de los diversos fabricantes.

5.2.1.1.2 Participación

Este proyecto sería adelantado por ISA o un Consultor con la colaboración activa de las demás empresas del sector.

5.2.1.1.3 Desarrollo

El proyecto se dividirá en dos subproyectos independientes y complementarios.

5.2.1.1.3.1 Elaboración de formatos de falla

Consiste en buscar normalizar las planillas de recolección de información sobre fallas y los índices a llevar para cada sistema y equipo.

El cronograma del subproyecto puede apreciarse en el gráfico 1(A). El subproyecto podría adelantarse en 5 meses cubriendo las siguientes actividades:

5.2.1.1.3.1.1 Recolección de información (3 meses): Recolección de estadísticas sistematizadas actuales de cada empresa. Documentación sobre formatos actuales. Documentación sobre otras estadísticas a nivel internacional (CIRR, CIRKD, etc.) así como sobre índices de confiabilidad.

5.2.1.1.3.1.2 Elaboración de formatos (3 meses)

En esta etapa se diseñarían los formatos de recolección de estadísticas de confiabilidad para los diferentes elementos del sistema y para el sistema mismo, teniendo presente en todo momento los objetivos de sistematización de la información obtenida.

5.2.1.1.3.1.3 Informe final (1 mes)

Este informe sería distribuido entre las empresas del sector y contendría un análisis de los índices de fallas propuestos y una sustentación de los formatos de recolección de información sobre fallas, mantenimientos, etc.

5.2.1.1.3.2 Base de datos

Este subproyecto consiste en desarrollar un programa de bases de datos general, el cual sería distribuido entre las empresas del sector con el fin de facilitar el almacenamiento y procesamiento de la información referente a fallas y mantenimientos, con el objetivo final de permitir una rápida actualización y centralización de la información. El cronograma puede apreciarse en el gráfico 1(B) y su estimación de recursos en la Tabla I(B); el proyecto se ampliaría en seis (6) meses, cubriendo las actividades siguientes:

5.2.1.1.3.2.1 Recolección de información (1 mes)

Sobre la base de la información obtenida del subproyecto de formatos, se definirá el tipo de base de datos seleccionada.

5.2.1.1.3.2.2 Procesamiento de la información (4 meses): Definición de la información básica requerida para la base de datos.

Elaboración de la base de datos para el procesamiento de la información.

Elaboración de rutinas para el cálculo de los principales índices de confiabilidad y para la actualización de la base de datos.

5.2.1.1.3.2.3 Informe final (1 mes)

Este informe sería distribuido entre las empresas del sector anexando copia de los programas desarrollados. El informe contendría adicionalmente un análisis de resultados con conclusiones y recomendaciones sobre el futuro desarrollo de las aplicaciones diseñadas.

ETAPA	MES				
	1	2	3	4	5
1. Recolección de información	████████████████████				
2. Elaboración de formatos		████████████████████			
3. Informe final					████████

018-0

GRAFICO No. 1 (A)
 CRONOGRAMA DEL SUBPROYECTO DE FORMATOS
 DE CONFIABILIDAD

ETAPA	MES					
	1	2	3	4	5	6
1. Recolección de información	█					
2. Elaboración Base de Datos Elaboración rutinas de cálculo		█		█		
3. Informe final						█

019-0

FIGURA No. 1 (B)
CRONOGRAMA DEL SUBPROYECTO DE BASES DE DATOS
DE CONFIABILIDAD

5.2.1.2 Coordinación del aislamiento en sistemas de distribución

5.2.1.2.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es la elaboración de un manual para la coordinación del aislamiento en sistemas de distribución. La importancia del proyecto radica en que las prácticas de coordinación del aislamiento en sistemas de distribución difieren significativamente de empresa a empresa, por un lado debido a la diversidad de tensiones nominales existentes en el sistema colombiano y por otro lado debido a la diferencia de filosofías de coordinación usadas por las empresas, algunas de ellas con prácticas muy discutibles sobre todo en lo referente a distancias de protección y conexiones a tierra. Así mismo es recomendable normalizar el uso de pararrayos de ZnO en sistemas de distribución, los cuales son de reciente introducción en algunas empresas del sector.

5.2.1.2.2 Participación

Este proyecto sería dirigido por ISA pero ejecutado preferiblemente por un consultor el cual adelantaría investigaciones en las diversas empresas y elaboraría un manual ampliamente discutido y aceptado, haciendo uso tanto de las normas como de programas de computador para simulación tales como el EMTP que se acomoden al caso colombiano.

5.2.1.2.3 Desarrollo

El Gráfico 2 ilustra el cronograma del proyecto.

El proyecto se desarrollaría en cuatro meses cubriendo las siguientes actividades:

5.2.1.2.3.1 Recolección de información (1 mes y medio)

En esta etapa se recolectaría información referente a metodologías de coordinación del aislamiento, distancias de protección, prácticas de uso de explosores, pararrayos, cuernos saltachispas, influencia de cables de guarda y/o neutros, características de aislamientos, etc.

5.2.1.2.3.2 Simulaciones

Con ayuda del programa EMTP (Electromagnetic Transient Program) se efectuarían simulaciones con el fin de establecer los criterios de coordinación respecto a distancias de protección, tensiones de cebado al rayo, tasas de crecimiento de la corriente, longitudes de cable a bornes del pararrayos y de pararrayos a tierra, conexión de neutros y tierra, flameos inversos, etc.

5.2.1.2.3.3 Manual de coordinación del aislamiento

Como resultado final del proyecto se entregaría un manual teórico de coordinación del aislamiento acompañado de un programa de computador para tal fin, de carácter general y con su respectivo manual del usuario, el cual sería distribuido entre las empresas del sector.

ETAPA	MES			
	1	2	3	4
1. Recolección de información	██████████			
2. Simulaciones (EMTP)		██████████		
3. Manual de coordinación: .Criterios .Programa		██████████	██████████	

020-0

GRAFICO No. 2

CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE COORDINACION DEL AISLAMIENTO

5.2.1.3 Puestas a tierra

5.2.1.3.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es el de adelantar un estudio teórico sobre el comportamiento al impulso de las puestas a tierra de equipo y estructuras de soporte con el fin de normalizar criterios sobre diseño de puestas a tierra y mejoramiento de las mismas con base en diversas configuraciones y/o con tratamientos del terreno. La finalidad consiste en mejorar el comportamiento en condiciones de sobretensión y cortocircuito de los equipos y proveer seguridad a las personas (tensiones de contacto y de paso).

El estudio cubriría investigaciones sobre calibre del conductor de puesta a tierra, conexiones entre neutro y tierra tanto para líneas como para transformadores, impedancias de impulso de puesta a tierra, configuración de electrodos y metodologías de mejoramiento de tierras.

Aunque la filosofía del proyecto está encaminada a sistemas de distribución y subtransmisión, indiscutiblemente hará un valioso aporte al campo de las líneas de transmisión.

5.2.1.3.2 Participación

El proyecto sería dirigido por ISA y ejecutado por consultores y/o la universidad.

5.2.1.3.3 Desarrollo

El cronograma del proyecto aparece en el Gráfico No. 3

El proyecto tendría una duración total de 5 meses dividido en 4 etapas:

5.2.1.3.3.1 Recolección de información (2 meses)

En esta actividad se buscaría información bibliográfica sobre el tema tanto en publicaciones especializadas como a través de consultas a empresas extranjeras, por ejemplo brasileras y mejicanas que han desarrollado estudios al respecto.

Adicionalmente se reuniría información sobre las prácticas de puesta a tierra acostumbradas por las empresas colombianas y sus técnicas tanto de mejoramiento de tierras como de conexión entre neutros y tierra.

5.2.1.3.3.2 Modelo de impedancias de impulso (2 meses)

Se pretendería en esta etapa desarrollar un modelo en el computador que permita estimar la impedancia de impulso de una determinada

configuración de electrodos de tierra a partir de sus datos geométricos y geológicos.

5.2.1.3.3 Estudio de configuraciones y mejoramiento de tierras (2 meses)

Con ayuda del programa digital desarrollado se estudiarían diversas configuraciones, con el fin de establecer criterios de diseño de la puesta a tierra.

Para los casos de terrenos con características adversas se estudiarían metodologías que permitan mejorar la puesta a tierra en especial en lo referente a resistividad del terreno, PH y corrosión galvánica.

Es importante anotar que sería altamente recomendable adelantar un proyecto práctico posterior, con el fin de corroborar en laboratorio las conclusiones obtenidas de este estudio o correlacionar los resultados experimentales obtenidos en investigaciones sobre mallas de tierra en subestaciones actualmente en curso.

Esta etapa incluiría un estudio de la conexión entre neutros y tierra más recomendada para líneas y transformadores de distribución, analizando adicionalmente las prácticas usuales de las empresas.

5.2.1.3.3.4 Informe final (1 mes)

El informe final contendría la metodología y los resultados del estudio así como una serie de recomendaciones prácticas para la adecuada puesta a tierra de los sistemas de distribución y las técnicas de mejoramiento de tierras. Adicionalmente estaría acompañado de los programas de computador desarrollados como apoyo al diseño de puestas a tierra y de su manual del usuario.

ETAPA	MES				
	1	2	3	4	5
1. Recolección de información	■				
2. Modelo de impedancia de impulso		■			
3. Configuración y mejoramiento de tierras			■		
4. Informe final					■

021-0

GRAFICO No. 3

CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE PUESTAS A TIERRA

5.2.1.4 Prácticas de montaje

5.2.1.4.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es el de recopilar las más importantes prácticas de montaje de equipos de sistemas de distribución, con miras a descubrir y resaltar los principales errores que a menudo se cometen durante la manipulación, transporte y montaje de los diversos equipos del sistema de distribución y como paso previo a un plan de capacitación para las empresas del sector.

5.2.1.4.2 Participación

Este proyecto sería ejecutado por ISA con la colaboración de las diversas empresas del sector, y con la asesoría de un consultor en la parte de elaboración de encuestas. ISA se encargaría de reunir la información proveniente de las empresas y de analizarla conformando el informe final.

5.2.1.4.3 Desarrollo

El cronograma de actividades del proyecto puede apreciarse en el Gráfico No. 4

El proyecto se desarrollaría en 2 etapas con una duración total de alrededor de 6 meses.

5.2.1.4.3.1 Recolección de información (2 meses)

En este período ISA elaboraría un documento con el fin de orientar las encuestas a las empresas y elaboraría los cuestionarios respectivos, unos orientados a las empresas del sector, otros orientados a los fabricantes de equipos y otros orientados a las empresas de montaje y construcción.

5.2.1.4.3.2 Análisis e informes finales

En esta etapa se haría el procesamiento de la información recibida, su análisis y la elaboración de un informe final el cual contendría además los resultados de la encuesta.

Los resultados del informe estarían orientados a dar apoyo a la interventoría de la construcción y montaje, así como a los mismos montadores permitiendo evidenciar las prácticas incorrectas en las que recurren a menudo los montadores, creyendo ahorrar tiempo y dinero.

ETAPA	MES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Recolección de información								
.Elaboración encuestas	■							
.Recepcion encuestas		■	■	■				
2. Informe final								
.Análisis de la información				■	■			
.Elaboración						■		

022-0

GRAFICO No. 4

CRONOGRAMA DEL PROYECTO SOBRE PRACTICAS DE MONTAJE

5.2.1.5 Evaluación y acreditación de laboratorio

5.2.1.5.1 Objetivo

Consiste en la elaboración de un formulario de evaluación y acreditación de pruebas eléctricas, físicas y químicas y su aplicación en los principales laboratorios del país pertenecientes a las universidades y entidades públicas, con el objeto de garantizar la calidad de las pruebas y la confiabilidad de los resultados mediante el cumplimiento de una serie de requisitos técnicos y administrativos que el sector eléctrico solicitaría para validar los resultados obtenidos en las pruebas. Se incluye también la implementación de un sistema periódico de verificación y auditoría, para garantizar el cumplimiento permanente de los requisitos.

5.2.1.5.2 Participación

Bajo la dirección de ISA, la Universidad o un consultor recogerá toda la información y antecedentes en el tema; desarrollará los formularios y los aplicará a las entidades seleccionadas, discriminando por pruebas o especialidad (por ejemplo Alta Tensión).

5.2.1.5.3 Desarrollo

El cronograma del proyecto puede apreciarse en el Gráfico No 5 El proyecto podría adelantarse para un primer grupo de laboratorios o especialidades, con inmediata utilización por parte del sector eléctrico.

ETAPA	MES						
	1	2	3	4	5	6	7
1. Recopilación de información	█						
2. Formularios. Evaluación y supervisión		█					
3. Definición programa pruebas		█					
4. Aplicación formulario			█	█			
5. Evaluación e informe final				█	█		

023-0

GRAFICO No. 5
 CRONOGRAMA DEL PROYECTO SOBRE EVALUACION
 Y ACREDITACION DE LABORATORIOS

5.2.1.6 Análisis técnico-económico del cable entorchado vs conductor de ACSR en redes secundarias

5.2.1.6.1 Objetivo

Hacer una recomendación técnico-económica desde el punto de vista de disminución de pérdidas eléctricas, compartamiento en sobretensiones, envejecimiento, facilidades de mantenimiento, reducción de aisladores, herrajes, crucetas y accesorios que implica la utilización de estos dos tipos de cables.

5.2.1.6.2 Participación

El proyecto sería dirigido por ISA, con amplia colaboración de las empresas del sector, y ejecutado preferiblemente por un consultor con amplia experiencia en diseño y aspectos constructivos de redes de distribución.

5.2.1.6.3 Desarrollo

El Gráfico N6 ilustra el cronograma del proyecto.

El proyecto se desarrollaría en cinco meses.

ETAPA	MES				
	1	2	3	4	5
1. Recolección información de aplicación específica	█				
2. Análisis utilización cable entorchado		█			
3. Analisis utilización cable ACSR			█		
4. Cooperación técnica y evaluación costos				█	
5. Recomendación e informe final					█

024-0

GRAFICO No. 6

CRONOGRAMA DEL PROYECTO. ANALISIS TECNICO-ECONOMICO
 DE CABLE ENTORCHADO vs CABLE ACSR
 EN REDES SECUNDARIAS

5.2.2 Proyectos con investigación de tipo experimental

5.2.2.1 Impulsos transferidos

5.2.2.1.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es el de medir los impulsos que se transfieren a los devanados secundarios de los transformadores de distribución cuando son alcanzados por descargas atmosféricas en el lado primario. La importancia del proyecto radica en que los daños ocurridos en los lados secundarios de los transformadores, tanto en el transformador mismo como en los equipos de los usuarios, representan un porcentaje esperado alto sobre el número total de fallas. La dependencia de estas fallas con el tipo de construcción del transformador, en particular con la disposición interna de los devanados respecto al núcleo, puede deducirse de un análisis teórico; sin embargo en la práctica la estimación de capacitancias entre devanados es bastante imprecisa, por lo cual la medición en laboratorio de los impulsos realmente transferidos sería más recomendable.

Este proyecto requiere la utilización de un generador de impulsos pequeño, el cual está disponible en algunas universidades del país y con algunos fabricantes de transformadores.

El desarrollo del proyecto incluiría también la elaboración de un modelo teórico con base en el EMTP (Electromagnetic Transient Program) que permita, a partir de las medidas de capacitancias entre devanados, estimar con un razonable grado de precisión la magnitud esperada de dichos impulsos.

5.2.2.1.2 Participación

Este proyecto sería dirigido por ISA con asesoría de un consultor pero sería efectuado preferiblemente en los laboratorios y con personal de una universidad.

5.2.2.1.3 Desarrollo

El cronograma del proyecto puede apreciarse en el Gráfico No 7 El proyecto tendría una duración de 6 meses utilizados en 5 actividades básicas.

5.2.2.1.3.1 Recolección de información (1 mes y medio)

Se documentaría sobre modelos de transformadores al impulso atmosférico, tipos constructivos de transformadores de distribución en Colombia, medidas de capacitancias de acople entre devanados y a tierra, diseño de la prueba en laboratorio, etc.

ETAPA	MES					
	1	2	3	4	5	6
1. Recolección de información	██████████					
2. Selección .Selección muestras .Medidas capacitancia .Montaje		██████████ ██████████ ██████████				
3. Pruebas en laboratorio de alta tensión				██████████		
4. Modelo EMTP			██████████			
5. Informe final						██████████

025-0

GRAFICO No. 7

CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE IMPULSOS TRANSFERIDOS

5.2.2.1.3.2 Selección de los objetos de pruebas y preparación

Esta etapa estaría constituida por la selección de los transformadores que serán sujetos a pruebas, la medida de las capacitancias entre devanados y la disposición de los equipos necesarios para las pruebas.

5.2.2.1.3.3 Pruebas

En esta etapa se efectuarían las pruebas y medidas prácticas de los impulsos transferidos variando características de los impulsos tales como magnitud y tasa de crecimiento, influencia de pararrayos y cuernos saltachispas, posibles protecciones en el lado secundario, influencia de cables secundarios, etc.

5.2.2.1.3.4 Informe final

El informe final contendría una descripción de la metodología adoptada, el análisis de resultados y una serie de conclusiones y recomendaciones encaminadas a reducir el número de fallas en transformadores de distribución, prácticas económicas de protección, y orientación de trabajos complementarios.

5.2.2.2 Hermeticidad de pararrayos

5.2.2.2.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es el de adelantar una evaluación técnica de la hermeticidad real de los pararrayos de distribución y la incidencia de la humedad en sus fallas.

La importancia del proyecto radica en establecer sobre una sólida base de pruebas, la incidencia real de la humedad en la falla de pararrayos de distribución y por ende en la falla final de transformadores de distribución.

5.2.2.2.2 Participación

Este proyecto sería dirigido por ISA con asesoría de un consultor pero sería adelantado por la universidad.

5.2.2.2.3 Desarrollo

El cronograma del proyecto puede apreciarse en el Gráfico No. 8

El proyecto se adelantaría en 4 meses cubriendo 3 actividades principales.

5.2.2.2.3.1 Recolección de información (1 mes y medio)

Durante este período se recolectaría información sobre el tema y adicionalmente se seleccionarían las muestras a ser probadas en laboratorio. Estas muestras serían preferentemente de pararrayos existentes, seleccionadas con base en su fabricante, año de instalación, empresa, etc. Para garantizar la representatividad de las muestras se requiere de la estrecha colaboración de las empresas del sector.

5.2.2.2.3.2 Pruebas (3 meses)

En este período se efectuarán 3 actividades básicas:

Se diseñarán las pruebas a ser adelantadas sobre los pararrayos con orientación preferente a la verificación de hermeticidad pero no excluyente de otras pruebas electromecánicas que se estimen convenientes tales como pruebas de impulso; se efectuará el montaje de equipos de prueba necesarios, y se procederá a efectuar las pruebas requeridas.

5.2.2.2.3.3 Informe final (1 mes)

Este informe contendría una descripción de la metodología del estudio, una sustentación del diseño de las pruebas y un análisis de resultados y conclusiones finales encaminadas a esclarecer el origen, detección, dependencia del tiempo de servicio, y otras posibles causas de las fallas de pararrayos de distribución como protección de equipos y como elementos originadores de fallas a tierra, así como recomendaciones sobre el diseño para subsanar debilidades.

ETAPA	MES			
	1	2	3	4
1. Recolección de información Selección de muestras	■			
2. Pruebas: .Diseño .Montaje .Ejecución	■	■	■	
3. Informe final				■

026-0

GRAFICO No. 8

CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE HERMETICIDAD DE PARARRAYOS

5.2.2.3 Control de calidad de elementos eléctricos de instalaciones residenciales

5.2.2.3.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es el de establecer pruebas sobre elementos eléctricos de instalaciones residenciales, que permitan evaluar su calidad, confiabilidad, durabilidad y seguridad.

Los elementos estudiados se seleccionarían entre: suiches, fusibles, interruptores termomagnéticos para red secundaria, balastos y arrancadores, cajas de interruptores, cajas de conexión, plafones, tomas sencillos y múltiples, benjamines, resistencias calefactoras (fogones, duchas, tinas, etc.), bombillas, etc. Es importante anotar que el alcance mismo de este proyecto debe definirse una vez se establezcan con exactitud los trabajos al respecto efectuados hasta ahora por fabricantes, el ICONTEC, la Superintendencia de Industria y Comercio, la Confederación Nacional de Consumidores, las Universidades y cualquier otro organismo vinculado con la industria nacional que haya adelantado investigaciones al respecto. Se infiere que existen pérdidas apreciables de energía por malos diseños, deficientes materiales, incorrecta utilización, lo cual amerita considerar el problema bajo los planes y programas de conservación de energía para el usuario final.

5.2.2.3.2 Participación

El proyecto sería dirigido por ISA y adelantado preferiblemente por la Universidad.

5.2.2.3.3 Desarrollo

El cronograma del proyecto puede verse en el Gráfico No 9. El proyecto sería adelantado en 4 actividades básicas, tomando:

5.2.2.3.3.1 Recolección de información (1 mes y medio)

En este período se buscará toda la información pertinente sobre el tipo de pruebas de fábrica que se hacen a cada uno de estos equipos y los controles de calidad a que son sometidos; de esta actividad se elaborará un informe independiente.

Adicionalmente se establecerán contactos con los organismos nacionales interesados en el tema, con el fin de recolectar informes y normas técnicas que antecedan este estudio.

ETAPA	MES				
	1	2	3	4	5
1. Recolección de información	█				
2. Diseño de pruebas		█			
3. Pruebas		█			
4. Informe final					█

027-0

GRAFICO No. 9

PROYECTO DE CONTROL DE CALIDAD EN ELEMENTOS ELECTRICOS
DE INSTALACIONES RESIDENCIALES

5.2.2.3.3.2 Diseño de pruebas (1 mes)

Durante este período se seleccionarán los elementos y se diseñarán las pruebas a que serían sujetos de acuerdo con la información recolectada y observando prácticas internacionales al respecto.

Las pruebas incluirían: pruebas eléctricas sobre aislamientos y capacidad, pruebas mecánicas sobre los mecanismos, resistencia mecánica, calentamientos, conexiones, etc. y pruebas de operación normal bajo condiciones nominales de trabajo para establecer vida útil.

5.2.2.3.3.3 Pruebas (2 meses y medio)

Durante este período se harían los montajes en laboratorio y se desarrollarían las pruebas diseñadas en la etapa anterior.

5.2.2.3.3.4 Informe final (1 mes)

Este informe contendrá la metodología y el análisis de resultado de las pruebas efectuadas. Uno de los principales objetivos del estudio se obtendrá con las conclusiones sobre procedimientos sugeridos para el control de calidad en fábrica y algunas recomendaciones sobre mejoras en los diseños actuales para resolver los problemas detectados.

5.2.2.4 Empaques y sellos en transformadores de distribución

5.2.2.4.1 Objetivo

El objetivo de este proyecto es el de adelantar una evaluación técnica de la hermeticidad real de los transformadores de distribución y la calidad y durabilidad de los empaques y sistemas de sellado utilizados en dichos transformadores.

5.2.2.4.2 Participación

Este proyecto sería dirigido por ISA con asesoría de un consultor y adelantado por la Universidad.

5.2.2.4.3 Desarrollo

El cronograma del proyecto puede apreciarse en el Gráfico No. 10

El proyecto se efectuaría en 4 meses cubriendo 3 actividades fundamentales.

5.2.2.4.3.1 Recolección de información (1 mes y medio)

Durante este período se recolectaría información sobre el tema y se seleccionarían algunas muestras de materiales para ser objeto de pruebas. Los materiales seleccionados deberán ser tales que cubran aquellos utilizados por los fabricantes de transformadores más representativos del país.

5.2.2.4.3.2 Pruebas (2 meses)

Durante este período se someterán a diversas pruebas los materiales seleccionados. Las pruebas estarán orientadas a establecer características químico-físicas tales como:

Elasticidad mecánica, dureza, compresibilidad, reacción química con aceites y metales, coeficientes de expansión térmica, pérdida de características con el tiempo por envejecimiento acelerado (térmico) y todas aquellas que se estimen necesarias de acuerdo con el análisis de la información recolectada.

5.2.2.4.3.3 Informe final (1 mes)

Este informe contendría una descripción de la metodología del estudio, una sustentación del procedimiento y las pruebas efectuadas y un análisis de resultados y conclusiones finales encaminadas a mejorar el diseño de los actuales sistemas de sellado y empaques utilizados actualmente en los transformadores de distribución.

ETAPA	MES			
	1	2	3	4
1. Recolección de información	■			
2. Pruebas .Diseño .Ejecución		■	■	
3. Informe final				■

028-0

GRAFICO No. 10
 CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE EMPAQUES Y SELLOS
 EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

5.2.2.5 Operación industrial de hornos de arco

5.2.2.5.1 Objeto

El objeto de este trabajo es el de estudiar y reglamentar aspectos relacionados con la tensión de flicker, los cambios en potencia máxima demandada, variaciones del factor de carga, factor de potencia, resistencia del arco, frecuencia de ocurrencia del "Swing de carga" y armónicos generados por los hornos de arco, plantas de soldadura eléctrica y otros equipos de similar categoría cuya utilización industrial introduzca disturbios en la red de suministro de energía eléctrica (sistema de distribución). Así mismo se deberán identificar medidas remediales -equipos de corrección y procedimientos- cuya exigencia minimice el fenómeno del flicker.

5.2.2.5.2 Participación y ejecución

Este proyecto será adelantado por un consultor con la colaboración de las empresas del sector eléctrico que alimenta este tipo de cargas. Se requiere también la participación activa de un usuario para garantizar una mayor aplicabilidad de los resultados.

5.2.2.5.3 Desarrollo

El cronograma del proyecto puede apreciarse en el Gráfico No. 11

ETAPA	MES					
	1	2	3	4	5	6
1. Recolección de información	[Redacted]					
2. Plan de mediciones. Mediciones		[Redacted]				
3. Modelaje de hornos			[Redacted]			
4. Informe final						[Redacted]

029-0

GRAFICO No. 11
 CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE
 OPERACION DE HORNOS DE ARCO

5.2.2.6 Evaluación características técnicas de los cortacircuitos

5.2.2.6.1 Objeto

Evaluación de las características técnicas de los cortacircuitos, portafusible y fusible asociados, para efectos de mejorar su comportamiento en operación tales como resistencia al calentamiento del portafusible, resistencia de la cañuela, soportabilidad al cortocircuito, operación mecánica, entre otros. Se deben dar recomendaciones sobre las especificaciones técnicas para la compra y aspectos del diseño, fabricación, montaje, operación y mantenimiento.

5.2.2.6.2 Participación y ejecución

Este proyecto será dirigido por ISA y adelantado por un consultor, con la asesoría de consultoría extranjera en caso necesario y con la colaboración de las empresas del sector eléctrico. Se recomienda también la participación activa de una industria para garantizar una mayor aplicabilidad de los resultados.

5.2.2.6.3 Desarrollo

El cronograma del proyecto puede apreciarse en el Gráfico No. 12

ETAPA	MES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Recopilación de información básica	■								
2. Selección de muestras, análisis del diseño y materiales empleados		■							
3. Programación de pruebas			■						
4. Análisis de resultados y recomendaciones							■		
5. Informe final								■	

030-0

GRAFICO No. 12

CRONOGRAMA DEL PROYECTO

EVALUACION DE CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS CORTACIRCUITOS

5.2.2.7 Requerimientos de galvanización en herrajes para línea de distribución en ambientes de alta contaminación salina

5.2.2.7.1 Objeto

Evaluación de las características técnicas de los herrajes de aisladores sujetos a alta contaminación salina para garantizar mejor comportamiento electromecánico, mejor vida útil y una adecuada programación del mantenimiento. Se deben dar recomendaciones sobre las especificaciones técnicas para la compra, uso de métodos correctivos, características del diseño, fabricación y mantenimiento de los mismos.

5.2.2.7.2 Participación y ejecución

Este proyecto será dirigido por ISA y desarrollado por una Universidad con la colaboración de las empresas del sector relacionados con el tema.

5.2.2.7.3 Desarrollo

El cronograma del proyecto puede apreciarse en el Gráfico No. 13

ETAPA	MES			
	1	2	3	4
1. Recoleccion informacion básica	■			
2. Analisis diseño y materiales empleados		■		
3. Selección de las muestras		■		
4. Programa de pruebas			■	
5. Analisis de resultados y recomendaciones				■
6. Informe final				■

031-0

GRAFICO No. 13

CRONOGRAMA DEL PROYECTO

REQUERIMIENTOS DE GALVANIZACION EN HERRAJES PARA

LINEAS DE DISTRIBUCION EN AMBIENTES

DE ALTA CONTAMINACION SALINA

5.2.2.8 Sobreexcitación en transformadores de distribución

5.2.2.8.1 Objetivo

El objetivo de este trabajo es analizar, realizar pruebas y hacer recomendaciones técnicas para el diseño, fabricación y operación de los transformadores para solucionar los problemas que son ocasionados por los incrementos de corriente de excitación en condiciones de baja carga o sin carga. Usualmente las pérdidas en el hierro o sea la pérdida por histéresis y por corriente de Eddy son las más importantes, aunque también se presentan pérdidas en el cobre por la corriente de excitación y una pequeña pérdida en el dieléctrico. Las pérdidas en el hierro dependen de la máxima densidad de flujo y las características del circuito magnético, materiales utilizados y cuyo diseño económico exige el trabajo del hierro en la parte curva de la curva de saturación a tensión normal, presentándose un aumento exagerado de la corriente de excitación con el aumento de la tensión terminal.

5.2.2.8.2 Participación y ejecución

Este proyecto sería adelantado por una Universidad con el apoyo de un consultor en caso necesario, y la participación de las empresas de energía usuarias de los equipos. Se requiere también la participación activa de una industria para garantizar una mayor aplicabilidad de los resultados.

5.2.2.8.3 Desarrollo

El cronograma del proyecto puede apreciarse en el Gráfico No.14. El proyecto podría adelantarse en seis meses.

ETAPA	MES					
	1	2	3	4	5	6
1. Recoleccion informacion básica	■					
2. Supervision de operacion de un transformador		■				
3. Selección de muestras		■				
4. Analisis de los circuitos magnéticos de las muestras			■			
5. Implementación de pruebas				■		
6. Cálculos y recomendaciones				■		
7. Informe final						■

032-0

GRAFICO No. 14

CRONOGRAMA DEL PROYECTO

SOBREEXCITACION DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

CUADRO No. 1
SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO

FACTURACION 1987 (1)

EMPRESA	RESIDENCIAL				COMERCIAL				INDUSTRIAL				OFICIAL				TOTAL (2)				
	GW/h	\$/GW/h	FACTURAC	%	GW/h	\$/GW/h	FACTURAC	%	GW/h	\$/GW/h	FACTURAC	%	GW/h	\$/GW/h	FACTURAC	%	GW/h	\$/GW/h			
			MILL \$	PROPIO			MILL \$	PROPIO			MILL \$	PROPIO			MILL \$	PROPIO			MILL \$	TOTAL	
EEEB	2404.0	3.46	15077.8	18.9	558.0	129.65	16544.7	23.9	11555.0	120.47	31830.9	46.0	378.0	114.37	5431.9	7.8	5140.0	13.47	69235.8	32.06	
EPPM	1965.0	3.40	10611.0	29.4	381.0	115.95	6124.8	17.0	11360.0	110.97	14919.2	41.3	89.0	8.31	739.6	2.0	5120.0	7.05	36096.0	16.71	
ENCALI	889.0	7.86	6987.5	35.2	259.0	113.41	3473.2	17.5	748.0	9.91	7412.7	37.3	168.0	8.64	1451.5	7.3	2131.0	9.32	19860.9	9.20	
ATLANTICO	633.0	8.37	5298.2	32.9	216.0	115.89	3432.2	21.3	402.0	112.57	5053.1	31.4	142.0	111.38	1616.0	10.0	1453.0	11.09	16113.8	7.46	
ANTIOQUIA	719.0	4.66	3350.5	40.8	73.0	116.41	1197.9	21.7	59.0	9.07	535.1	9.7	27.0	8.49	229.2	4.2	911.0	6.05	5511.6	2.55	
C.V.C.	432.0	5.82	2514.2	31.9	51.0	112.89	657.4	8.3	335.0	112.52	4194.2	53.3	37.0	9.06	335.2	4.3	877.0	8.98	7875.5	3.63	
CHEC	438.0	3.36	2347.7	30.6	71.0	111.24	798.0	10.4	167.0	9.32	1356.4	20.3	23.0	7.50	172.5	2.2	1348.0	5.70	7683.6	3.56	
BOLIVAR	317.0	8.61	2729.4	33.5	82.0	116.19	1327.6	16.3	256.0	110.63	2721.5	33.4	91.0	111.06	1006.5	12.3	788.0	10.35	8155.8	3.78	
SANTANDER	298.0	7.93	2363.1	41.7	89.0	112.45	1108.1	19.6	135.0	111.71	1580.9	27.9	35.0	8.78	307.3	3.4	597.0	9.49	5665.5	2.62	
BOYACA	154.0	7.67	1181.2	20.9	20.0	112.40	248.0	4.4	332.0	110.43	3462.8	61.3	17.0	8.96	152.3	2.7	627.0	9.01	5649.3	2.62	
M.SANTANDER	273.0	6.17	1681.6	45.8	75.0	111.09	831.8	22.6	93.0	8.43	802.7	21.8	24.0	8.93	214.3	3.8	484.0	7.60	3678.4	1.70	
TOLIMA	189.0	4.91	928.0	26.2	47.0	112.37	581.4	16.4	139.0	110.01	1391.4	39.3	29.0	110.02	290.6	8.2	686.0	7.29	3542.9	1.64	
C/MARCA	141.0	4.83	681.0	16.1	33.0	8.42	284.5	6.7	51.0	6.82	347.8	8.2	24.0	4.41	153.8	3.4	399.0	10.63	4241.4	1.96	
MARIÑO	203.0	6.19	1269.0	62.6	19.0	111.51	218.7	10.8	15.0	112.80	192.0	9.5	14.0	9.84	137.8	6.8	276.0	7.34	2025.8	0.94	
MAGDALENA	181.0	8.36	1549.4	43.1	39.0	117.76	692.6	20.2	37.0	114.57	539.1	15.7	33.0	112.23	403.6	11.8	311.0	11.04	3433.4	1.59	
PEREIRA	172.0	6.94	1193.7	57.4	37.0	110.94	401.8	19.5	53.0	110.94	379.8	27.9	7.0	110.94	76.6	3.7	269.0	7.75	2079.4	0.96	
HUILA	136.0	6.35	863.6	46.3	26.0	113.33	346.6	18.5	35.0	111.00	383.0	20.5	18.0	110.04	180.7	9.6	230.0	8.15	1874.5	0.87	
CORDOBA	145.0	7.39	1071.6	43.0	28.0	117.85	199.8	20.1	16.0	116.07	257.1	10.3	35.0	110.92	382.2	15.4	246.0	10.12	2489.5	1.15	
CAUCA	148.0	7.05	1043.6	64.6	12.0	111.85	142.2	8.8	18.0	113.46	242.3	15.0	15.0	9.85	128.0	7.9	204.0	7.94	1619.8	0.75	
META	79.0	7.43	587.0	37.4	29.0	112.69	368.0	23.5	30.0	114.01	420.3	26.8	18.0	8.82	158.8	10.1	160.0	9.80	1568.0	0.73	
SUCRE	90.0	3.70	513.0	28.9	12.0	117.89	214.7	12.1	55.0	112.28	675.4	38.1	18.0	112.38	222.8	12.6	187.0	9.48	1772.8	0.82	
CESAR	98.0	7.54	738.9	44.5	25.0	118.56	464.0	28.0	18.0	113.63	281.7	17.0	14.0	112.43	174.3	10.3	155.0	10.71	1660.1	0.77	
GUAJIRA	69.0	6.79	468.5	45.6	13.0	117.64	229.3	22.3	14.0	112.35	172.9	16.8	10.0	112.43	124.3	12.1	112.0	9.18	1028.2	0.48	
ARMENIA	94.0	7.32	688.1	65.1	17.0	111.64	197.9	18.7	10.0	111.64	116.4	11.0	4.0	111.64	46.4	4.4	123.0	8.45	1056.3	0.49	
TOLUA	53.0	5.10	270.3	37.5	10.0	112.52	125.2	17.4	15.0	111.75	176.3	24.4	5.0	8.43	42.3	5.9	101.0	7.14	721.1	0.33	
CARTAGO	46.0	3.77	173.4	34.6	8.0	6.85	54.8	17.3	8.0	6.79	54.3	17.1	2.0	6.31	12.6	4.0	69.0	4.60	317.6	0.15	
CHOCO	39.0	5.25	204.8	58.7	6.0	110.31	61.9	17.7	4.0	111.44	45.8	13.1	5.0	8.53	42.7	12.2	54.0	6.46	348.8	0.16	
QUIINDIO	30.0	6.26	187.8	66.1	3.0	111.21	33.6	11.8	1.0	111.21	11.2	3.9	6.0	111.21	67.3	23.7	43.0	6.61	784.2	0.13	
CARUETA	21.0	7.50	157.5	40.9	9.0	111.97	107.7	28.0	2.0	116.21	32.4	8.4	3.0	9.44	28.3	7.4	42.0	9.17	385.1	0.18	
TOTAL	110458.0		64733.9		12251.0		40771.3		15965.0		79990.3		11289.0		14329.3		122945.0		1215974.81		
SECTOR																					

NOTA: Datos tomados de "Sistema Eléctrico Colombiano balance energético histórico 1972-1987" Oficina de Planeación Sección Estadística ISA.

‡ Información estimada por ISA

(1) Información suministrada por la Junta Nacional de Tarifas y no contiene todos los ajustes que realizan las empresas durante el proceso de facturación

(2) TOTAL: Incluye los sectores Residencial, Comercial, Industrial, Oficial, Alumbrado Público, Ventas no desagregadas y ventas en bloque a otras empresas
‡ PROPIO: Se refiere a la facturación de cada sector, relacionada con la facturación total de los sectores

12-Apr-89

CUADRO No. 2
SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO

DEMANDA DE ENERGIA GWh

1987

EMPRESA	GENERACION TOTAL	IMPORTA CIONES	ENERGIA DISPONIBLE	EXPORTA CIONES	DEMANDA TOTAL	V RESIDUOS	E COMERCIAL	M INDUSTRIAL	T INDUSTRIAL	A OFICIAL	S INDUSTRIAL	OTROS	TOTAL VENTAS	CONSUMO TOTAL	CONSUMO PROPIO	PERDIDAS	PERDIDAS			
EEEB	4416.0	2637.0	7053.0	84.0	4968.0	2404.0	34.3	538.0	8.0	1553.0	22.3	333.0	7.7	4.0	0.0	3056.0	23.2	100.0	1813.0	26.0
EPPM	6283.0	997.0	7280.0	2104.0	3176.0	1965.0	38.0	384.0	7.4	1360.0	26.3	375.0	7.2	107.0	14.0	4205.0	19.3	11.0	960.0	18.3
EMCALI	0.0	2618.0	2618.0	18.0	2599.0	889.0	34.2	260.0	10.0	748.0	28.8	183.0	7.1	0.0	0.0	2082.0	9.5	0.0	517.0	19.9
ATLANTICO	453.0	1676.0	2079.0	6.0	2073.0	633.0	30.5	216.0	10.4	409.0	19.7	202.0	9.7	0.0	0.0	1460.0	6.7	20.0	392.0	28.6
AMTIGUITA	80.0	1084.0	1164.0	20.0	1144.0	719.0	62.8	73.0	6.4	39.0	5.2	38.0	3.3	1.0	1.0	891.0	4.1	0.0	293.0	22.1
C.V.C.	2265.0	1645.0	3910.0	2812.0	1098.0	432.0	39.3	50.0	4.6	335.0	30.5	61.0	5.6	0.0	0.0	878.0	4.0	21.0	199.0	18.1
CHEC	341.0	1113.0	1654.0	611.0	1043.0	438.0	42.0	71.0	6.8	167.0	16.0	34.0	3.3	27.0		737.0	3.4	2.0	303.0	29.1
BOLIVAR	187.0	784.0	971.0	0.0	971.0	317.0	32.6	83.0	8.5	256.0	26.4	177.0	18.2	0.0	0.0	833.0	3.8	13.0	125.0	12.9
CORELCA	3424.0	1268.0	4692.0	3753.0	939.0	0.0	0.0	0.0	0.0	566.0	60.3	0.0	0.0	0.0	0.0	566.0	2.6	231.0	142.0	3.0
SANTANDER	234.0	355.0	789.0	14.0	775.0	299.0	38.6	89.0	11.5	135.0	17.4	60.0	7.7	1.0	0.0	584.0	2.7	10.0	180.0	23.2
BOYACA	452.0	367.0	819.0	61.0	758.0	145.0	19.1	20.0	2.6	327.0	43.1	18.0	2.4	47.0	0.0	537.0	2.6	43.0	137.0	20.7
N. SANTANDER	40.0	548.0	588.0	1.0	587.0	273.0	46.3	75.0	12.8	95.0	16.2	39.0	6.6	1.0	0.0	483.0	2.2	1.0	104.0	17.7
TOLIMA	170.0	456.0	626.0	66.0	560.0	189.0	33.8	47.0	8.4	140.0	25.0	44.0	7.9	9.0	0.0	429.0	2.0	1.0	130.0	23.2
C/MARCA	57.0	420.0	477.0	5.0	472.0	141.0	29.9	34.0	7.2	186.0	39.4	32.0	6.8	0.0	0.0	393.0	1.8	0.0	79.0	16.7
MARTINO	175.0	296.0	471.0	0.0	471.0	205.0	43.3	19.0	4.0	15.0	3.2	25.0	5.3	12.0	0.0	276.0	1.3	1.0	194.0	41.1
MAGDALENA	2.0	467.0	469.0	0.0	469.0	184.0	39.2	39.0	8.3	37.0	7.9	35.0	11.7	0.0	0.0	313.0	1.4	1.0	135.0	33.0
PEREIRA	34.0	313.0	367.0	0.0	367.0	172.0	46.9	37.0	10.1	53.0	14.4	16.0	4.4	0.0	0.0	278.0	1.3	0.0	89.0	24.3
HUILA	31.0	331.0	362.0	0.0	362.0	136.0	37.6	26.0	7.2	34.0	9.4	33.0	9.1	17.0	0.0	246.0	1.1	0.0	115.0	31.8
CORDOBA	82.0	250.0	332.0	0.0	332.0	143.0	43.7	28.0	8.4	16.0	4.8	49.0	14.8	8.0	0.0	246.0	1.1	0.0	86.0	25.9
CAUCA	114.0	211.0	325.0	1.0	324.0	148.0	45.7	12.0	3.7	18.0	5.6	25.0	7.7	0.0	0.0	203.0	0.9	4.0	118.0	36.3
META	4.0	242.0	246.0	0.0	246.0	78.0	31.7	29.0	11.8	30.0	12.2	23.0	9.3	1.0	0.0	161.0	0.7	0.0	85.0	34.6
SUCRE	0.0	239.0	239.0	0.0	239.0	90.0	37.7	12.0	5.0	33.0	23.0	30.0	12.6	0.0	0.0	187.0	0.9	0.0	32.0	21.8
CESAR	10.0	210.0	220.0	0.0	220.0	98.0	44.3	23.0	11.4	18.0	8.2	15.0	6.8	0.0	0.0	156.0	0.7	2.0	63.0	28.6
GUAJIRA	0.0	185.0	185.0	0.0	185.0	69.0	37.3	13.0	7.0	14.0	7.6	16.0	8.6	0.0	0.0	112.0	0.5	0.0	72.0	38.9
ARMENIA	0.0	161.0	161.0	0.0	161.0	92.0	57.1	17.0	10.6	10.0	6.2	12.0	7.5	1.0	0.0	132.0	0.6	0.0	29.0	18.0
CEC	951.0	1467.0	2418.0	2262.0	156.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83.0	73.0	3.0
TULUA	28.0	95.0	113.0	14.0	101.0	49.0	48.3	9.0	8.9	25.0	24.8	9.0	8.9	0.0	0.0	92.0	0.4	0.0	10.0	9.8
CARTAGO	0.0	98.0	98.0	0.0	98.0	45.0	45.9	8.0	8.2	8.0	8.2	6.0	6.1	2.0	0.0	69.0	0.3	0.0	29.0	29.6
CHOCHO	0.0	63.0	63.0	0.0	63.0	39.0	61.9	6.0	9.3	4.0	6.3	3.0	7.9	3.0	0.0	37.0	0.3	0.0	6.0	9.3
QUINDIO	0.0	37.0	37.0	0.0	37.0	30.0	52.6	3.0	3.3	1.0	1.8	8.0	114.0	0.0	0.0	42.0	0.2	0.0	15.0	26.3
CAQUETA	0.0	33.0	33.0	0.0	33.0	21.0	39.6	9.0	17.0	2.0	3.8	10.0	118.9	1.0	0.0	43.0	0.2	0.0	10.0	18.9
OTROS CHEC	3.0	80.0	83.0	0.0	83.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.0	63.0	0.3	0.0	21.0	25.0
BETANIA	873.0	0.0	873.0	847.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	24.0	2.8
ISA	8488.0	3734.0	14222.0	13746.0	476.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.0	432.0	0.0
TOTAL SISTEMA	29411.0	82.0	29493.0	0.0	29634.0	110445.0	33.2	2252.0	7.6	6678.0	22.5	12137.0	7.2	242.0	78.0	21832.0	100.0	591.0	7069.0	24.8

(1) Incluye 163 GWh por ajustes

NOTA: Datos tomados de "Sistema Eléctrico Colombiano balance energético histórico 1972-1987"

Oficina de Planeación Sección Estadística ISA.

011-0

12-Apr-89

CUADRO No. 3

SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO

NUMERO DE SUSCRIPTORES 1987

EMPRESA	CONSUMO RESIDENCIAL		CONSUMO COMERCIAL		CONSUMO INDUSTRIAL		CONSUMO OTROS		CONSUMO TOTAL		% SOBRE TEL TOTAL			
	%	PRON KM/h	%	PRON KM/h	%	PRON KM/h	%	PRON KM/h	%	PRON KM/h				
EEEB	767033	89.3	3134	68710	8.0	8121	19564	2.2	83764	4581	0.5	117659	658888	20.9
EPPM	417514	92.3	4706	29471	6.5	13030	3003	0.7	452860	2335	0.5	210191	452323	11.0
ENCALI	258037	92.1	3446	19919	7.1	13003	937	0.3	798292	1269	0.5	14578	280162	6.8
ANTIOQUIA	208357	90.9	3449	15566	6.8	4690	1653	0.7	35692	3755	1.6	10652	229531	9.6
BANTANDER	197118	90.9	1512	14979	6.9	5942	1532	0.7	88120	3290	1.3	18541	217119	5.3
ATLANTICO	198254	93.2	3191	12095	5.7	17859	1226	0.6	332789	1245	0.6	162249	212820	5.2
VALLE	179542	92.2	2406	10425	5.4	4796	2146	1.1	156104	2649	1.4	23027	194762	4.7
CHEC	176910	92.8	2475	11474	6.0	6188	405	0.2	412345	1811	1.0	33683	190600	4.6
BOYACA	136716	95.2	1062	4521	3.1	4424	922	0.6	354663	1517	1.1	42847	143676	3.5
TOLIMA	125622	91.4	1506	9530	6.9	4932	383	0.3	361039	1884	1.4	28131	137421	3.3
N. SANTANDER	121499	90.9	2246	10349	7.7	7247	660	0.5	143939	1103	0.8	36264	133611	3.3
BOLIVAR	124136	94.0	2552	6117	4.6	13405	355	0.3	721126	1436	1.1	123259	132044	3.2
MARIÑO	110438	95.3	1859	3617	3.1	5253	634	0.5	23659	930	0.8	39784	115619	2.8
HUILA	91960	92.9	1484	5074	5.1	5124	323	0.3	104615	1636	1.7	31173	98995	2.4
C/MARCA	81504	90.3	1732	6477	7.2	5249	1225	1.4	151834	1020	1.1	35294	90226	2.2
MAGDALENA	76088	93.5	2415	3986	4.9	9784	476	0.6	77731	820	1.0	67073	81370	2.0
CORDOBA	74399	92.6	1951	4954	6.2	5450	185	0.2	86486	838	1.0	68019	80376	2.0
CAUCA	70953	95.8	2080	1776	2.4	6757	310	0.4	58064	1012	1.4	24703	74051	1.8
SUCRE	56822	94.7	1583	2361	3.9	5083	196	0.3	280612	673	1.0	48154	60002	1.5
PEREIRA	52881	89.5	3260	5066	9.6	7304	712	1.2	74438	393	0.7	40712	59052	1.4
CESAR	50847	90.3	1919	4461	7.9	5604	400	0.7	45000	618	1.1	24271	56326	1.4
META	41735	88.3	1883	4798	10.2	6044	172	0.6	174418	562	1.2	40925	47267	1.2
ARMENIA	34825	90.7	2638	2762	7.2	6155	381	1.0	26247	414	1.1	28985	38382	0.9
GUAJIRA	30016	91.0	2302	2405	7.3	5405	219	0.7	63927	338	1.0	48337	32978	0.8
TULUA	19144	89.9	2376	1859	8.7	4841	123	0.6	203252	172	0.8	52325	21298	0.5
QUIMBO	17927	91.4	1659	1113	5.7	2695	25	0.1	40000	542	2.8	14760	19607	0.5
CARTAGO	17421	89.3	2795	1705	8.7	4692	129	0.7	62015	262	1.3	30534	19517	0.5
CAQUETA	12591	78.0	1691	2053	12.7	4384	93	0.6	10753	1397	8.7	7874	16134	0.4
CHOCHO	12519	88.2	3190	1201	8.6	4996	159	1.1	18868	284	2.0	28169	13963	0.3
TOTAL	3763008	91.6	2775	288824	6.5	8354	37552	0.9	177753	38736	0.9	61848	4108120	100
SECTOR														

NOTA: Datos tomados de "Sistema Eléctrico Colombiano Balance energético histórico 1972-1987"

Oficina de Planeación Sección Estadística ISA

012-0

CUADRO No. 4

INFORMACION SOBRE EQUIPOS

NOMBRE DEL EQUIPO: TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
PRUEBAS	R/T	R/T	R	R	R	R		R/T	R/T	R	R	R	R
SITIO	F/E	F/E	F	F	F/U	E		F	F/E/U	F/E	F/E	F	E
LABOR. APROPIADO	S	S	S	S	S			S	S	S	S	S	N
NORMAS	I/A	I/A	I	I	I/A	I/A		I	I	I/C	I	I	A
EXIGE REPORTES	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
PRESENCIA PRUEBAS		S	S	S	S	N	N	S	S	N	S	S	
PRUEBAS TIPO:													
IMPULSO	S	S						S			S		
CALENTAMIENTO	S	S						S			S		
SOBRECARGA	S										S		
CUANDO LAS HARIA:													
NUEVO PRODUCTO			S	S	S	S	S			S	S	S	S
NUEVO FABRICANTE			S	S	S	S	S			S	S	S	S
INCERTIDUMBRE			S	S	N	S	S			S			N
OTRAS				MODIFIC. DISEÑO	REPARAC. MAYORES	1 UNIDAD DE UN LOTE				FALLAS COMUNES			

CODIGOS: R = RUTINA
 T = TIPO
 F = FABRICA
 E = EMPRESA
 U = UNIVERSIDAD

S = SI
 N = NO
 I = ICONTEC
 A = ANSI
 C = IEC

013-0

CUADRO No. 5

INFORMACION SOBRE EQUIPOS

NOMBRE DEL EQUIPO: PARARRAYOS

	EEEB	EPH	CVC	EMCALJ	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
PRUEBAS	R	R	N	R		R	N (1)	R/T	N (1)	S	N (2)	N (3)	N (1)
SITIO	F/U	F		F/U		E		F		F			
LABOR. APROPIADO		N		S				S					
NORMAS	I/C	A/I/C		A				I/A					
EXIGE REPORTES	S	S		S	S			S		S			
PRESENCIA PRUEBAS	S	S		S	N	N		S		N			
PRUEBAS TIPO:													
IMPULSO DE CTE	S	S						S	S				
CICLO DE TRABAJO	S	S											
ENC. FRENTE ONDA		S											
CUANDO LAS HARIA:													
NUEVO PRODUCTO				S	S	S	S		S	S		S	
NUEVO FABRICANTE				S	S	S	S		N	S		S	
INCERTIDUMBRE				S	N	S	S			S		S	
OTRAS				MODIFIC. DISEÑO		1 UNIDAD DE UN LOTE							

CODIGOS: R = RUTINA
 T = TIPO
 F = FABRICA
 E = EMPRESA
 U = UNIVERSIDAD

S = SI
 N = NO
 I = ICONTEC
 A = ANSI
 C = IEC

(1) NO EXISTEN LABORATORIOS APROPIADOS EN EL PAIS
 (2) NO EXISTE DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD
 (3) PEQUEÑO VOLUMEN DE COMPRAS

CUADRO No. 6
INFORMACION SOBRE EQUIPOS

NOMBRE DEL EQUIPO: CORTACIRCUITOS

	EEEB	EPK	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
PRUEBAS	R/T	R	R	R	N	N	N (1)	R/T	R	R	N (2)	N (3)	N (1)
SITIO	F/U	F/U	F	F/U				F/U	E	F			
LABOR. APROPIADO	S	N	N	S				S	S				
NORMAS	I/A	I/A	I/A	I				A/C	I/A				
EXIGE REPORTES	S	S	N	S	S		N	S	S	S			
PRESENCIA PRUEBAS	S	S	N	S	N		N	S	N	N			
PRUEBAS TIPO:													
IMPULSO	S							S					
CALENTAMIENTO	S	S						S					
CORTOCIRCUITO	S												
CTE CORTA DURAC. RI	S	S											
CUANDO LAS HARIA:													
NUEVO PRODUCTO			S	S	S	S	S		S	S	S	S	
NUEVO FABRICANTE			S	S	S	S	S			S	S	S	
INCERTIDUMBRE				S	N	S	S			S		S	
OTRAS			MUESTRA DE UN LOTE	MODIFIC. DISEÑO		MUESTRA DE UN LOTE							

CODIGOS: R = RUTINA
T = TIPO
F = FABRICA
E = EMPRESA
U = UNIVERSIDAD

S = SI
N = NO
I = ICONTEC
A = ANSI
C = IEC

(1) NO EXISTEN LABORATORIOS APROPIADOS EN EL PAIS
(2) NO EXISTE DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD
(3) PEGUENO VOLUMEN DE COMPRAS

CUADRO No. 7

INFORMACION SOBRE EQUIPOS

NOMBRE DEL EQUIPO: SECCIONADORES

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CDRELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
PRUEBAS	R/T	R/T	N	R	N	N (1)	N	R	R	R	N (2)	N (3)	N (4)
SITIO	F/U	F/U		F				F	E	F			
LABOR. APROPIADO	S	N		N				N	S				
NORMAS	I/C	A						A	I/A				
EXIGE REPORTES	S	S		S			S	S	S	S			
PRESENCIA PRUEBAS	S	S	N	S	N		N	S	N	S			
PRUEBAS TIPO:													
IMPULSO	S		S										
CALENTAMIENTO	S	S											
OPERACION	S	S	S										
PRUEBAS MECANIC. RI	S	S											
CUANDO LAS HARIA:													
NUEVO PRODUCTO				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
NUEVO FABRICANTE				S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
INCERTIDUMBRE					N	S	S	S	S	S	S	S	S
OTRAS				MODIFIC. DISEÑO		UNO DE UN LOTE							

CODIGOS: R = RUTINA
 T = TIPO
 F = FABRICA
 E = EMPRESA
 U = UNIVERSIDAD

S = SI
 N = NO
 I = ICONTEC
 A = ANSI
 C = IEC

(1) DESCONOCIMIENTO DE LA NORMA
 (2) NO EXISTE DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD
 (3) PEQUEÑO VOLUMEN DE COMPRAS
 (4) NO HAY EQUIPOS APROPIADOS

016-0

CUADRO No. 8

INFORMACION SOBRE EQUIPOS

NOMBRE DEL EQUIPO: AISLADORES

	EEEE	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
PRUEBAS	R/T	R/T	R/T	R	R	N (1)	N	R	N (1)	R	N (2)	R	N (3)
SITIO	F	F	F	F	E			F		F		F	
LABOR. APROPIADO	S	S	S	S				S					
NORMAS	I/A	I/A	I/A	I/A	A			A					
EXIGE REPORTES	S	S	N	S	S		N	S	S	S		N	
PRESENCIA PRUEBAS	S	S	S	S	S		N	S	N	N			
PRUEBAS TIPO:													
FLAMEO AL IMPUL. RI	S		S										
RESIS CARGA SOST	S												
RESIS IMPACTO	S	S											
RESIS EM	S												
CHOQUE TERMICO		S											
CUANDO LAS HARIA:													
NUEVO PRODUCTO				S	S	S	S	S			S		
NUEVO FABRICANTE				S	S	S	S	S			S		
INCERTIDUMBRE					N	S	S	N					
OTRAS				MODIFIC. DISENO		UN AISL. DE UN LOTE							

CODIGOS: R = RUTINA
T = TIPO
F = FABRICA
E = EMPRESA
U = UNIVERSIDAD

S = SI
N = NO
I = ICONTEC
A = ANSI
C = IEC

(1) NO TIENE EQUIPOS
(2) NO EXISTE DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD
(3) NO HAY EQUIPOS APROPIADOS

017-0

CUADRO No. 9

INFORMACION SOBRE EQUIPOS

NOMBRE DEL EQUIPO: CABLES Y CONDUCTORES

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
PRUEBAS	R/T		R	R	R	R/T	R	R	N	R	N (1)	R	N (2)
SITIO	F	F	F/U	F	F	F	F	F		F		F	
LABOR. APROPIADO	S	S		S	S	S	S	S					
NORMAS	I/ICEA	I/ICEA/M	I/ICEA/M	ICEA/M	I/A/C	A	I	A					
EXIGE REPORTES	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		S	
PRESENCIA PRUEBAS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		S	
PRUEBAS TIPO:													
ENVEJECIMIENTO	S												
CUANDO LAS HARIA:													
NUEVO PRODUCTO			S	S	S			S	S	S	S		
NUEVO FABRICANTE			S	S	S			S		S	S		
INCERTIDUMBRE			S		N			S		S			
OTRAS			UN ELEM. DE UN LOTE	MODIFIC. DISEÑO									

CODIGOS: R = RUTINA
 T = TIPO
 F = FABRICA
 E = EMPRESA
 U = UNIVERSIDAD

S = SI
 N = NO
 I = ICONTEC
 A = ANSI
 C = IEC
 M = NEMA

(1) NO EXISTE DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD
 (1) NO HAY EQUIPOS APROPIADOS

018-0

CUADRO No. 10

INFORMACION SOBRE EQUIPOS

NOMBRE DEL EQUIPO: HERRAJES DE LINEAS AEREAS

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
PRUEBAS	R/T	R	R	R	R	T	N (1)	R	N	R	N (2)	N	N (3)
SITIO	F/U	U	F/U	U	F/U	E		F/U		F			
LABOR. APROPIADO	S	S	S	S	S			S					
NORMAS	I/ASTM/M	I/M/EPM	I/A/ASTM	ASTM	I/A/ASTM			ASTM					
EXIGE REPORTES	S	S	S	N	S	N	N	S	S	S			
PRESENCIA PRUEBAS	S	S	S		S	N	N	S	N	N			
PRUEBAS TIPO:													
TRACCION	S		S										
COMP QUIMICA	S												
FLEXION	S												
TORSION	S												
DUREZA			S										
CUANDO LAS HARIA:													
NUEVO PRODUCTO		S	S	S	S		S	S	S	S	S	S	
NUEVO FABRICANTE		S	S	S	S		S	S		S	S	S	
INCERTIDUMBRE OTRAS		S	N	S	N		S	S		S	S	S	
			UN ELEM. DE UN LOTE									SIEMPRE	

CODIGOS: R = RUTINA
 T = TIPO-
 F = FABRICA
 E = EMPRESA
 U = UNIVERSIDAD

S = SI
 N = NO
 I = ICONTEC
 A = ANSI
 C = TEC
 M = MEMA

(1) NO SE DISPONE DE MEDIOS
 (2) NO EXISTE DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD
 (3) NO HAY EQUIPOS APROPIADOS

CUADRO No. 11

INFORMACION SOBRE EQUIPOS

NOMBRE DEL EQUIPO: CONECTORES Y EMPALMES DE LINEAS AEREAS

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	KORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
PRUEBAS	R/T	R/T (1)	R	N (2)	N (2)	N (3)	N (2)	N (2)	N	R	N (4)	N	N (2)
SITIO	E/U		F/U							F			
LABOR. APROPIADO	S		S										
NORMAS	I	I/A/M	I/A										
EXISE REPORTES	S	S	S		S		N		N	S			
PRESENCIA PRUEBAS	S	S	S		S		N		N	N			
PRUEBAS TIPO:													
TRACCION	S												
COMP QUIMICA	S												
CALENTAMIENTO	S	S											
CUANDO LAS HARIA:													
NUEVO PRODUCTO			S		S		S		S	S	S		
NUEVO FABRICANTE			S		S		S		S	S	S		
INCERTIDUMBRE			S		N		S		S	S			
OTRAS			MUESTRA DE UN LOTE									SIEMPRE	

CODIGOS: R = RUTINA
 T = TIPO
 F = FABRICA
 E = EMPRESA
 U = UNIVERSIDAD

S = SI
 N = NO
 I = ICONTEC
 A = ANSI
 C = IEC
 M = NEMA

(1) PARCIALMENTE
 (2) NO EXISTE LABORATORIO APROPIADO
 (3) DESCONOCIMIENTO DE LAS NORMAS
 (4) NO EXISTE DIVISION DE CONTROL DE CALIDAD

020-0

CUADRO No. 12

CRITERIOS DE DISEÑO

	EEEE	EPM	CVC	EXCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
MAY CONT. DE CALIDAD	S	S	N	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S
ALIMENT. PRIMARIOS													
CRIT. CARGABILIDAD:													
CARGA AMP	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S
REGULACION	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
PERDIDAS	S	S	S	N	S	N	N	S	S	S	N	S	N
OTROS		CALIBRE MINIMO	NORMAL		CALIBRE MINIMO								
FORMA DE CONTROL:													
PLANOS APROBADOS	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	S
MEDIDA CORRIENTE	S	S	N	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S
ESTUDIO DEMANDA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S
NORMAS	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S	N	S	N
OTRAS													
CARGABILIDAD TRAFOS													
CRITERIO:	TIPO DE USUARIO, ESTRATO, MEDICION DIARIAS, CRECIMIENTO DEMANDA	TABLAS DEMANDA DIVERSIFICADA Y No. DE INSTALACIONES	FACTOR DIVERSIDAD Y kVA/USUARIO	CAPACIDAD IGUAL O MAYOR QUE CARGA CALCULADA	DEMANDA DIVERSIFICADA & No. DE USUARIOS + AP + CARGAS ESP.	CURVAS DIVERSIFICADAS POR ESTRATO	NO SOBRE PASAR POTENCIA NOMINAL	No. DE USUARIOS Y DEMANDA PROMEDIO, PUNTO MAX EFICIENCIA	CARGABILIDAD 100%	DEM. MAX DIVERSIFICADA, FACTORES DE DEM., DIVERSIDAD Y UTILIZACION	CARGAS DE DISEÑO (INCL FACTOR DE DIVERSIDAD)		kVA POR INSTALACION Y No. DE INSTALACIONES
FORMA DE CONTROL:													
PLANOS APROBADOS		S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S
QUEJAS USUARIOS	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S
VERIFIC. CARGA	S	N	N	SOLO >12 kVA	N	N	S	S	S	S	S	OCCASIONALMENTE	S
CARGABILIDAD MAX	100 I	100%	N	100%	S	S	S	N	S	S	N	S	S
OTRAS	FUTURO: PROGR. CAMBIO TRAFOS		MEDICION CARGA HORAS PICO				TOMA DE CARGAS PERIODICAS	AFOROS DE CARGA PERIODICOS	FUSIBLES	AFOROS DE CARGA PERIODICOS			

CODISS: S = SI
N = NO

021-0

CUADRO No.13

SEGUIMIENTO DE OPERACION DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
CONTROLES PERIODICOS ?	N	S	S	N	S	N	S	S	S	S	N	S	S
QUE TIPO (ACT/FUT) ?	PROGRAMA CAMBIO DE TRANSFORMADORES PCT	CARGA Y ESTUDIO DE RED EN LOS TRAFOS FALLADOS	MEDIR CORRIENTE SECUNDARIA CADA 6 MESES		A NIVEL 34,5 Y 110 kV		MANEJO DE CARGA DE TRANSFORMADORES MCT	AFORO DE CARGA E INSPECCION VISUAL	MEDIDA DE CARGA INSPECCION OCULAR	TOMA DE CARGA INSPECCION OCULAR	MANEJO DE CARGA DE TRANSFORMADORES MCT	MEDICIONES REGISTRO	RIGIDEZ DIELECTRICA ACEITE
AVERIAS POR AÑO (87)	538 URBANOS + 978 RURALES	67	396	568		595 (1)	849	728		13	1000	250	
LLEVA ESTADISTICAS ?	S	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N
QUE USO LES DA ?	1. CAPACITACION 2. AMPLIACION 3. RECOMENDACIONES A LOS FABRICANTES					PROYECCION DE NECESIDADES TIPO PREVENTIVO Y CORRECTIVO	1. EVALUACION DE GASTOS O Y M 2. SELECCION DE FABRICANTES			1. CLASIFICAR FABRICANTES 2. CHEQUEAR OTROS ELEMENTOS			
INVESTIGA CAUSAS ?	S			S	N	S	N		S	S	S	N	
QUE MEDIDAS TOMA ?	1. SUBIR AISLAM. 2. MEJORAR TIERRAS 3. UTIL. FUSIBLES 4. SEGUIMIENTO FABRICA 5. LABORATORIOS			SE REVISAR POR MUESTREO		SE DISEÑAN PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO			CORRECTIVAS	SE ANALIZA EL CIRCUITO	1. MEJORAMIENTO TIERRAS 2. REAFORO CARGA 3. MANTENIMIENTO 4. CONTROL DE CALIDAD 5. PROTECCIONES		

CODIGOS: S = SI
N = NO

(1) COSTO DE LA REPARACION Y/O SUSTITUCION : \$ 148 MILLONES

CUADRO No. 14

SEGUIMIENTO DE OPERACION DE ESTRUCTURAS

	EEEB	EPH	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
CONTROLES PERIODICOS ?	N	S		N	N	N	S	S	S	S	S	S	N
QUE TIPO (ACT/FUT) ?		RECORRIDO POSTE A POSTE					MANTTO PREVENTIVO Y REVISIONES PERIODICAS	INSPECCION VISUAL	INSPECCION VISUAL	REVISION TEMPLETES, PINTURA	INSPECCION VISUAL	INSPECCION VISUAL	
AVERIAS POR AÑO (87)		114				6500	POCAS	2200		20			
LLEVA ESTADISTICAS ?	N	N		N	N	N	N	N	N	S	N	N	
QUE USO LES DA ?										1. CORREGIR ESFUERZOS 2. REFORZAR ESTRUCTURAS			
INVESTIGA CAUSAS ?				S	S	S	N		S	N	S	S	
QUE MEDIDAS TOMA ?				CORRECTIVAS	CORRECTIVAS	CORRECTIVAS			CORRECTIVAS		MEJORAMIENTO DE LA ESTRUCTURA	CORRECTIVAS	

CODIGOS: S = SI
N = NO

023-0

CUADRO No. 15

SEGUIMIENTO DE OPERACION DE PARARRAYOS

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
CONTROLES PERIODICOS ?	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	N	N	N
QUE TIPO (ACT/FUT) ?								INSPEC- CION VISUAL	INSPEC- CION VISUAL	INSPEC- CION VISUAL	ESTUDIO FALLAS POR QUE- MA DE TRANSFOR- MADORES		
AVERIAS POR AÑO (87)	900	34						914		30		800	
LLEVA ESTADISTICAS ?	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
QUE USO LES DA ?										1. MEJO- RAR PUES- TAS A TIERRA 2. REVI- SAR AP. DE DES- CARGA			
INVESTIGA CAUSAS ?	S			N	S		N		S	N	S	N	
QUE MEDIDAS TOMA ?					CORREC- TIVAS				CORREC- TIVAS		CURVAS DE DISE- ÑO, TIE- RRAS		

CODIGOS: S = SI
N = NO

024-0

SEGUIMIENTO DE OPERACION DE CORTACIRCUITOS

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EABE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
CONTROLES PERIODICOS ?	N	S	N	N	N	N	N	S	S	S	N	N	N
QUE TIPO (ACT/FUT) ?		REVISION VISUAL Y DE RATA-DO DE FUSIBLES						INSPEC-CION VISUAL	INSPEC-CION VISUAL	REVISION PERIODI-CA	INSPEC-CION VISUAL CUANDO FALLA		
AVERIAS POR AÑO (87)		159						857		18		388	
LLEVA ESTADISTICAS ?		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
QUE USO LES DA ?										1. AFORO CARGA 2. CLASI FICAR FABRICAN TES			
INVESTIGA CAUSAS ?				N	N	S	N		S	N	S	N	
QUE MEDIDAS TOMA ?									CORREC-TIVAS				

CODIGOS: S = SI
N = NO

025-0

CUADRO No. 17

SEGUIMIENTO DE OPERACION DE AISLADORES

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
CONTROLES PERIODICOS ?	N	S	N	S	S	N	N	S	S	S	N	N	N
QUE TIPO (ACT/FUT) ?		REVISION VISUAL. PROXIMAMENTE, CHEQUEO AISLAM. EN CALIENTE		NIVEL AISLAM. NIVEL LIMPIEZA	INSPEC-CIONES Y MANTTOS			INSPEC-CION VISUAL	INSPEC-CION VISUAL	REVISION PERIODI-CA	ESTADIS-TICA DE FALLAS		
AVERIAS POR AÑO (87)		31						856		15		000	
LLEVA ESTADISTICAS ?		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
QUE USO LES DA ?													
INVESTIGA CAUSAS ?				N	S	S	N		S	N	S	S	
QUE MEDIDAS TOMA ?					CORREC-TIVAS				CORREC-TIVAS		CORREC-TIVAS	REVISAR LINEAS DE GUAR-DA Y PUESTA A TIERRA	

CODIGOS: S = SI
N = NO

SEGUIMIENTO DE OPERACION DE CABLES Y CONDUCTORES

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADÉ	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
CONTROLES PERIODICOS ?	N	S	N	S	N	N	N	S	S	S	N	N	N
QUE TIPO (ACT/FUT) ?		REVISION VISUAL Y EN MANTOS		NIVEL AISLAM. Y CORRIENTE DE FUGA				INSPECCION VISUAL	INSPECCION VISUAL	CHEQUEOS PERIODICOS	ESTADISTICA DE FALLAS		
AVERIAS POR AÑO (87)		338						185 km		18			
LLEVA ESTADISTICAS ?		S	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	
QUE USO LES DA ?		DECIDIR SI SE CAMBIA CALIBRE O TIPO DE CONDUCTOR								1. CAMBIO CALIBRE 2. REEVALUACION DEMANDA			
INVESTIGA CAUSAS ?		S		S	S	S	N		S	S	S		
QUE MEDIDAS TOMA ?		1. CAMBIO CALIBRE 2. REDISEÑO ALIMENTADOR		CORRECTIVAS	CORRECTIVAS	MANTTO CORRECTIVO			CORRECTIVAS	ANALISIS REGULACION Y PERDIDAS	CORRECTIVAS		

COB1609: S = SI
N = NO

SEGUIMIENTO DE OPERACION DE HERRAJES DE LINEAS AEREAS

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
CONTROLES PERIODICOS ?	N	S	N	N	N	N	N	S	S	S	N	N	N
QUE TIPO (ACT/FUT) ?		INSPEC- CION VISUAL EN MANTTOS						INSPEC- CION VISUAL REPORTE DE DANOS	INSPEC- CION VISUAL	CHEQUEOS PERIODI- COS	ESTADIS- TICA DE FALLAS		
AVERIAS POR AÑO (87)								18		48			
LLEVA ESTADISTICAS ?	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
QUE USO LES DA ?										CHEQUEAR LICITAR PRUEBAS			
INVESTIGA CAUSAS ?				N	S	S	N		S	N	S		
QUE MEDIDAS TOMA ?					CORREC- TIVAS	MANTTO PREVEN- TIVO			CORREC- TIVAS		CORREC- TIVAS		

CODECS: S = SI
N = NO

CUADRO No. 20

SEGUIMIENTO DE OPERACION DE CONECTORES Y EMPALMES DE LINEAS AEREAS

	EEEB	EPM	CVC	EMCALI	CORELCA	ATLANTIC	CHEC	EADE	SANTAND.	NORTE	TOLIMA	CEDELCA	AMAZONAS
CONTROLES PERIODICOS ?	N	S	N	N	S	N	N	S	S	S	N	N	N
QUE TIPO (ACT/FUT) ?		INSPECCION VISUAL Y EN MANTOS SE INICIARA PLAN TERMODETECCION			TERMOGRAFIA			INSPECCION VISUAL TERMOGRAFIA REPORTES	INSPECCION VISUAL	CHEQUES PERIODICOS			
AVERIAS POR AÑO (87)		586						1500		40		300	
LLEVA ESTADISTICAS ?	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
QUE USO LES DA ?										CLASIFICAR FABRICANTES			
INVESTIGA CAUSAS ?				S	S	N	N		S	N	S		
QUE MEDIDAS TOMA ?				CORRECTIVAS	CORRECTIVAS				CORRECTIVAS		CORRECTIVAS		

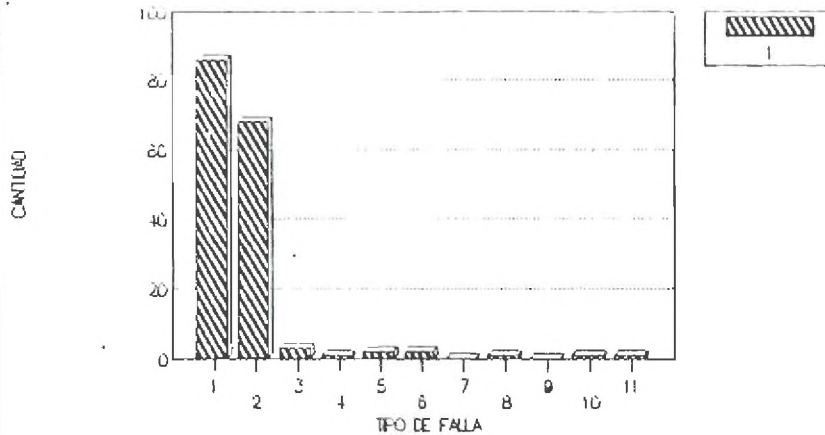
029-0

CODIGOS: S = SI
N = NO

Fig. 1

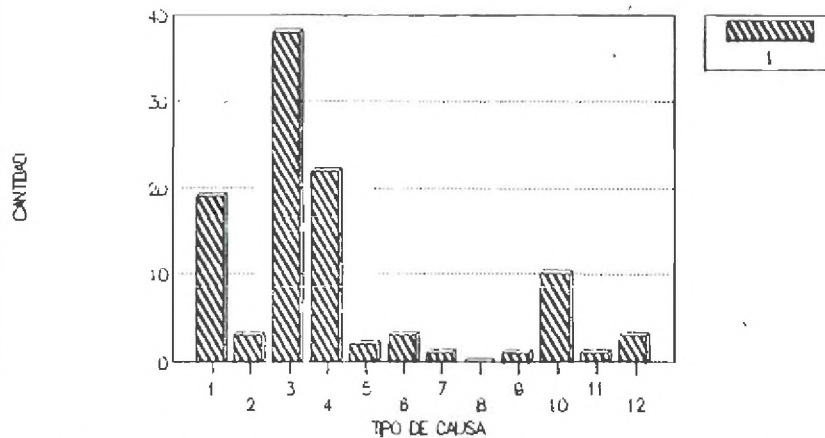
52

FRECUENCIA DE FALLAS EN TRANSFORMADORES



- MENU TIPOS DE FALLAS
1. Primario quemado,abierto o averiado
 2. Secundario quemado, en corto o a tierra
 3. Cambiador malo
 4. Bujes primarios rotos o chispeados
 5. Bujes secundarios rotos o chispeados
 6. Breaker malo (C.S.P)
 7. Palanca de breaker mala (C.S.P)
 8. Fusible quemado (C.S.P)
 9. Mantenimiento
 10. Reforma
 11. Otros

FRECUENCIA DE CAUSAS EN TRANSFORMADORES



- MENU CAUSAS DE FALLA
1. Sobrecarga
 2. Corto circuito secundario externo
 3. Humedad
 4. Descarga atmosferica
 5. Núcleo deteriorado
 6. Desajuste de los devanados
 7. Operación inadecuada
 8. Operación del breaker
 9. Envejecimiento o deterioro del aislamiento
 10. Corto circuito entre espiras secundarias
 11. Corto circuito entre espiras primarias
 12. Otros

GRAFICO No. 15

CENTRO DE CONTROL DE CALIDAD Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
FORMULARIO PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN BÁSICA

1. OBJETO

El objeto del formulario consiste en recoger información básica relacionada con los sistemas de distribución en el país.

Sobre la base de esta información y de otros estudios que se han venido realizando en el sector, se determinarán las fallas más comunes para definir las necesidades básicas de investigación que tiene el sector eléctrico.

Para cumplir los requisitos anteriores se elaboró un formulario, el cual cubre los siguientes aspectos:

1.1 Información básica sobre equipos individuales

Tiene por objeto investigar sobre las políticas de pruebas de la empresa encuestada e identificar el volumen de material averiado. El formulario se diligenciará para los ocho equipos o elementos más representativos.

1.2 Criterios de diseño

Tiene por objeto identificar la existencia de control de calidad en esta área y determinar si es necesario mejorar las políticas que existen para el diseño con el fin de reducir fallas posibles durante operación.

1.3 Seguimiento de la operación

Tiene por objeto determinar si existe un registro de las fallas, para establecer: el origen, las fallas más comunes, qué elementos presentan rata más elevada de fallas y establecer las necesidades de investigación al respecto.

2. INSTRUCTIVO PARA CONTESTAR EL FORMULARIO

El formulario deberá diligenciarse con letra de imprenta legible, usando mayúsculas solamente.

Toda la información deberá consignarse en el formulario.

Se deberá leer todo el manual, antes de comenzar a llenar el formulario.

Al formulario deberá adjuntarse el informe anual de la empresa.

MANUAL PARA DILIGENCIAR EL FORMULARIO DE RECOLECCION DE INFORMACION DISTRIBUCION

El formulario debe llenarse de acuerdo con estas instrucciones, a fin de evitar errores, correcciones, demoras e información inadecuada.

EMPRESA: _____

Escriba la razón social de la empresa:

Ejemplo: EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN

1.1 INFORMACION BASICA SOBRE EQUIPOS INDIVIDUALES

Estas instrucciones son válidas para cada uno de los formularios correspondientes a cada equipo.

Pruebas de recepción

Si no se hacen pruebas de recepción deberá ponerse una "X" al frente de la palabra "NO".

Ejemplo: Para aisladores

- Se hacen? NO X

Por ejemplo? NO LO CONSIDERAMOS NECESARIO PARA ESTE EQUIPO

Si se hacen pruebas, deberá indicarse con una "X" al frente de la palabra "SI". Además se deberá completar la información requerida a continuación, marcando "SI o NO" (S/N) cuando así se requiera.

Ejemplo: Para Seccionadores

- SI	X	Cuales?	Rutina?	(S/N)	SI
	---				----
			Tipo?	(S/N)	NO

		Dónde?	En la propia empresa?	(S/N)	NO

			En la fábrica?	(S/N)	SI

En la siguiente pregunta deberá indicarse otros sitios como Universidades, laboratorios de otras industrias o laboratorios de otras empresas de servicio público, donde la empresa en cuestión acostumbra a someter el equipo a pruebas de rutina o a pruebas tipo. Si no existe otro sitio, el espacio debe dejarse en blanco.

Ejemplo: Continuando con el ejemplo anterior

En otra parte? Dónde? _____

La pregunta siguiente corresponderá al concepto de la persona encuestada, y sólo debe responderse "SI o NO" (S/N).

Ejemplo: Es apropiado el laboratorio que se usa? (S/N)

SI

En la siguiente pregunta deberán listarse las normas que la empresa acostumbra a exigir para la selección y realización de las pruebas.

Otros (cuáles) A un elemento de un lote

1.2 CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED

1.2.1 En esta pregunta deberá responderse sólo "SI o NO" (S/N), deberá hacerse a la persona encargada del departamento de diseño en la empresa, y se refiere al control que la empresa hace en relación con el diseño y especificaciones para las redes de distribución.

Ejemplo: Tiene la empresa una política de control de calidad a nivel de diseño? (S/N) SI

1.2.2 Cargabilidad de los alimentadores primarios

Deberá responderse "SI o NO" (S/N) en los casos indicados.

Si existen otros requerimientos adicionales en el diseño de los alimentadores primarios, se deberán señalar y además se deberá señalar cómo se supervisa el cumplimiento de estos requerimientos.

Ejemplo: Con qué criterio se determina?

Carga en amperios? (S/N) SI

Regulación? (S/N) SI

Pérdidas? (S/N) SI

Otros (cuáles) Calibre mínimo

Cómo se controla?

- Con planos aprobados? (S/N) SI

- Con medida de amperios en sub-estación? (S/N) NO

-
- Con estudios de demanda? (S/N) NO
 - Con normas? (S/N) SI
 - Otros? (cuáles?) _____
- _____

1.2.3 Cargabilidad de los transformadores de distribución

Deberá explicarse la política de la empresa en relación con la asignación de la carga de los transformadores.

Ejemplo: Con qué criterio se determina? (explicar) Se asignan kVA/ instalación y de acuerdo con el número de instalaciones se selecciona la capacidad del transformador.

Cómo se controla?

- Con planos aprobados por la empresa? (S/N) SI
 - Se verifican quejas de los usuarios por pérdida del servicio? (S/N) SI
 - Para una instalación nueva se verifica la carga conectada al transformador? (S/N) NO
 - Se tiene un valor máximo de cargabilidad de los transformadores? (S/N) SI
 - Otros (explicar) _____
- _____

1.3 SEGUIMIENTO DE LA OPERACION

Este instructivo será válido para los formularios correspondientes a

cada uno de los equipos.

1.3.1 Existen controles periódicos de operación?

Esta pregunta corresponde a las políticas que la empresa posee para verificar la correcta operación de los equipos. Deberá indicarse con una "X" al frente de la palabra NO, si no tiene ningún control de operación. En este caso deberá preguntarse si la empresa está pensando implementar algún control de operación y deberá responderse sólo "SI o NO" (S/N) en el espacio requerido.

Si por el contrario la respuesta es afirmativa, deberá indicarse con una "X" al frente de la palabra SI y deberán explicarse el tipo de controles que se llevan.

Ejemplo: Para el caso de transformadores de distribución

NO _____ Se implementarán? (S/N) _____
SI X Qué tipo de controles? Programa TLM (Transformer Load Management).

1.3.2 Material averiado

La cantidad deberá indicarse en unidades y debe corresponder al número de elementos que salieron de servicio por desperfecto en 1987.

Ejemplo: Transformadores de distribución 1000

1.3.3 Se llevan estadísticas, clasificación y evaluación técnica y económica de fallas del equipo?

A cada empresa deberá solicitársele el formato de clasificación de fallas de los equipos con los resultados obtenidos para el año 1987. (Si este formato es general para varios equipos, podrá aceptarse en dicha forma). En caso de que la empresa realice la clasificación y evaluación de las fallas, deberá indicar qué utilización tiene esta información. Además, si se investigan las principales causas de fallas.

Ejemplo: Para transformadores de distribución

NO _____ Está previsto introducirlas? (S/N) _____

SI x Suministrar resultados de 1987

Qué uso tiene la anterior información? Redistribución de usuarios por transformador, incrementando el número de transformadores.

Se investigan las causas principales?

NO _____ Está previsto hacerlo? (S/N) _____

SI x Qué clase de medidas se toman. Se

busca descargar los transformadores, redistribuyendo la carga.

3. FORMULARIO PARA RECOFILACION DE INFORMACION

DISTRIBUCION

EMPRESA _____

1.1 INFORMACION BASICA SOBRE EQUIPOS INDIVIDUALES

Transformadores de distribución

Pruebas de recepción

- Se hacen? No _____

Por qué? _____

Si _____ cuáles? Rutina? (S/N) _____

Tipo? (S/N) _____

Dónde? En la propia empresa? (S/N) _____

En la fábrica? (S/N) _____

En otra parte? (dónde)? _____

Es apropiado el laboratorio que se usa? (S/N)

Bajo qué normas se prueba? _____

Se exigen reportes de prueba? (S/N) _____

Hay presencia de la empresa en las pruebas en
fábrica? (S/N) _____

Qué pruebas tipo exige? _____

Si no las exige en qué casos consideraría ne-
cesario realizar pruebas de tipo:

Nuevo producto? (S/N) _____

Nuevo fabricante? (S/N) _____

Incertidumbre? (S/N) _____

Otros (cuáles)? _____

Pararrayos

Pruebas de recepción

- Se hacen? No _____

Por qué? _____

Si _____ cuáles? Rutina? (S/N) _____

Tipo? (S/N) _____

Dónde? En la propia empresa? (S/N) _____

En la fábrica? (S/N) _____

En otra parte? (dónde)? _____

Es apropiado el laboratorio que se usa? (S/N)

Bajo qué normas se prueba? _____

Se exigen reportes de prueba? (S/N) _____

Hay presencia de la empresa en las pruebas en
fábrica? (S/N) _____

Qué pruebas tipo exige? _____

Si no las exige en qué casos consideraría ne-
cesario realizar pruebas de tipo:

Nuevo producto? (S/N) _____

Nuevo fabricante? (S/N) _____

Incertidumbre? (S/N) _____

Otros (cuáles)? _____

1.1

INFORMACION BASICA SOBRE EQUIPOS INDIVIDUALES

Cortacircuitos

Pruebas de recepción

- Se hacen? No _____

Por qué? _____

Si _____ cuáles? Rutina? (S/N) _____

Tipo? (S/N) _____

Dónde? En la propia empresa? (S/N) _____

En la fábrica? (S/N) _____

En otra parte? (dónde)? _____

Es apropiado el laboratorio que se usa? (S/N) _____

Bajo qué normas se prueba? _____

Se exigen reportes de prueba? (S/N) _____

Hay presencia de la empresa en las pruebas en
fábrica? (S/N) _____

Qué pruebas tipo exige? _____

Si no las exige, en qué casos consideraría

necesario realizar pruebas de tipo:

Nuevo producto? (S/N) _____

Nuevo fabricante? (S/N) _____

Incertidumbre? (S/N) _____

Otros (cuáles?) _____

1.1 INFORMACION BASICA SOBRE EQUIPOS INDIVIDUALES

Seccionadores

Pruebas de recepción

- Se hacen? No _____

Por qué? _____

Si _____ cuáles? Rutina? (S/N) _____

Tipo? (S/N) _____

Dónde? En la propia empresa? (S/N) _____

En la fábrica? (S/N) _____

En otra parte? (dónde)? _____

Es apropiado el laboratorio que se usa? (S/N)

Bajo qué normas se prueba? _____

Se exigen reportes de prueba? (S/N) _____

Hay presencia de la empresa en las pruebas en
fábrica? (S/N) _____

Qué pruebas tipo exige? _____

Si no las exige, en qué casos consideraría necesario realizar pruebas de tipo:

Nuevo producto? (S/N) _____

Nuevo fabricante? (S/N) _____

Incertidumbre? (S/N) _____

Otros (cuáles?) _____

1.1 INFORMACION BASICA SOBRE EQUIPOS INDIVIDUALES

Aisladores

Pruebas de recepción

- Se hacen? No _____

Por qué? _____

Sí _____ cuáles? Rutina? (S/N) _____

Tipo? (S/N) _____

Dónde? En la propia empresa? (S/N) _____

En la fábrica? (S/N) _____

En otra parte? (dónde)? _____

Es apropiado el laboratorio que se usa? (S/N)

Bajo qué normas se prueba? _____

Se exigen reportes de prueba? (S/N) _____

Hay presencia de la empresa en las pruebas en
fábrica? (S/N) _____

Qué pruebas tipo exige? _____

Si no las exige, en qué casos consideraría necesario realizar pruebas de tipo:

Nuevo producto? (S/N) _____

Nuevo fabricante? (S/N) _____

Incertidumbre? (S/N) _____

Otros (cuáles?) _____

1.1

INFORMACION BASICA SOBRE EQUIPOS INDIVIDUALES

Cables y conductores

Pruebas de recepción

- Se hacen? No _____

Por qué? _____

Si _____ cuáles? Rutina? (S/N) _____

Tipo? (S/N) _____

Dónde? En la propia empresa? (S/N) _____

En la fábrica? (S/N) _____

En otra parte? (dónde)? _____

Es apropiado el laboratorio que se usa? (S/N)

Bajo qué normas se prueba? _____

Se exigen reportes de prueba? (S/N) _____

Hay presencia de la empresa en las pruebas en
fábrica? (S/N) _____

Qué pruebas tipo exige? _____

Si no las exige, en qué casos consideraría necesario realizar pruebas de tipo:

Nuevo producto? (S/N) _____

Nuevo fabricante? (S/N) _____

Incertidumbre? (S/N) _____

Otros (cuáles?) _____

1.1 INFORMACION BASICA SOBRE EQUIPOS INDIVIDUALES

Herrajes de líneas aéreas

Pruebas de recepción

- Se hacen? No _____

Por qué? _____

Si _____ cuáles? Rutina? (S/N) _____

Tipo? (S/N) _____

Dónde? En la propia empresa? (S/N) _____

En la fábrica? (S/N) _____

En otra parte? (dónde)? _____

Es apropiado el laboratorio que se usa? (S/N)

Bajo qué normas se prueba? _____

Se exigen reportes de prueba? (S/N) _____

Hay presencia de la empresa en las pruebas en
fábrica? (S/N) _____

Qué pruebas tipo exige? _____

Si no las exige, en qué casos consideraría necesario realizar pruebas de tipo:

Nuevo producto? (S/N) _____

Nuevo fabricante? (S/N) _____

Incertidumbre? (S/N) _____

Otros (cuáles?) _____

1.1

INFORMACION BASICA SOBRE EQUIPOS INDIVIDUALES

Conectores y empalmes de líneas aéreas

Pruebas de recepción

- Se hacen? No _____

Por qué? _____

Si _____ cuáles? Rutina? (S/N) _____

Tipo? (S/N) _____

Dónde? En la propia empresa? (S/N) _____

En la fábrica? (S/N) _____

En otra parte? (dónde)? _____

Es apropiado el laboratorio que se usa? (S/N)

Bajo qué normas se prueba? _____

Se exigen reportes de prueba? (S/N) _____

Hay presencia de la empresa en las pruebas en
fábrica? (S/N) _____

Qué pruebas tipo exige? _____

Si no las exige, en qué casos consideraría necesario realizar pruebas de tipo:

Nuevo producto? (S/N) _____

Nuevo fabricante? (S/N) _____

Incertidumbre? (S/N) _____

Otros (cuáles?) _____

1.2 CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED

1.2.1 Tiene la empresa una práctica de control de calidad a nivel de diseño? (S/N) _____

1.2.2 Cargabilidad de los alimentadores primarios

- Con qué criterio se determina?

. Carga en amperios? (S/N) _____

. Regulación? (S/N) _____

. Pérdidas? (S/N) _____

. Otros? (cuáles?) _____

- Cómo se controla?

. Con planos aprobados? (S/N) _____

. Con medida de amperios en subestación? (S/N) _____

. Con estudios de demanda? (S/N) _____

. Con normas? (S/N) _____

. Otros (cuáles?) _____

1.2.3 Cargabilidad de los transformadores de distribución

- Con qué criterio se determina? (explicar) _____

- Cómo se controla?

Con planos aprobados por la empresa? (S/N) _____

Se verifican quejas de los usuarios por pérdida de servicio? (S/N) _____

Para una instalación nueva se verifica la carga conectada al transformador? (S/N) _____

Se tiene un valor máximo de cargabilidad de los transformadores? (S/N) _____

Otros (explicar) _____

1.3 SEGUIMIENTO DE LA OPERACION

Transformadores de distribución

1.3.1 Existen controles periódicos de operación?

No _____ Se implantarán? (S/N) _____

Si _____ Qué tipo de controles? _____

1.3.2 Material averiado

Cuántos elementos se dañan en servicio anualmente? _____
(Suministrar el dato para 1987).

1.3.3 Se llevan estadísticas, clasificación y evaluación técnica y económica de fallas de este equipo?

No _____ Está previsto introducirlas? (S/N) _____

Si _____ Suministrar los resultados de 1987

Qué uso tiene la anterior información?:

Se investigan las causas principales?

No _____ Está previsto hacerlo? (S/N) _____

Si _____ Qué clase de medidas se toman? _____

1.3 SEGUIMIENTO DE LA OPERACION

Estructuras

1.3.1 Existen controles periódicos de operación?

No _____ Se implantarán? (S/N) _____

Si _____ Qué tipo de controles? _____

1.3.2 Material averiado

Cuántos elementos se dañan en servicio anualmente? _____
(Suministrar el dato para 1987).

1.3.3 Se llevan estadísticas, clasificación y evaluación técnica y económica de fallas de este equipo?

No _____ Está previsto introducirlas? (S/N) _____

Si _____ Suministrar los resultados de 1987

Qué uso tiene la anterior información?:

Se investigan las causas principales?

No _____ Está previsto hacerlo? (S/N) _____

Si _____ Qué clase de medidas se toman? _____

1.3 SEGUIMIENTO DE LA OPERACION

Pararrayos

1.3.1 Existen controles periódicos de operación?

No _____ Se implantarán? (S/N) _____

Sí _____ Qué tipo de controles? _____

1.3.2 Material averiado

Cuántos elementos se dañan en servicio anualmente? _____
(Suministrar el dato para 1987).

1.3.3 Se llevan estadísticas, clasificación y evaluación técnica y económica de fallas de este equipo?

No _____ Está previsto introducirlas? (S/N) _____

Sí _____ Suministrar los resultados de 1987

Qué uso tiene la anterior información?:

Se investigan las causas principales?

No _____ Está previsto hacerlo? (S/N) _____

Sí _____ Qué clase de medidas se toman? _____

1.3 SEGUIMIENTO DE LA OPERACION

Cortacircuitos

1.3.1 Existen controles periódicos de operación?

No _____ Se implantarán? (S/N) _____

Si _____ Qué tipo de controles? _____

1.3.2 Material averiado

Cuántos elementos se dañan en servicio anualmente? _____
(Suministrar el dato para 1987).

1.3.3 Se llevan estadísticas, clasificación y evaluación técnica y económica de fallas de este equipo?

No _____ Está previsto introducirlas? (S/N) _____

Si _____ Suministrar los resultados de 1987

Qué uso tiene la anterior información?:

Se investigan las causas principales?

No _____ Está previsto hacerlo? (S/N) _____

Si _____ Qué clase de medidas se toman? _____

1.3 SEGUIMIENTO DE LA OPERACION

Aisladores

1.3.1 Existen controles periódicos de operación?

No _____ Se implantarán? (S/N) _____

Sí _____ Qué tipo de controles? _____

1.3.2 Material averiado

Cuántos elementos se dañan en servicio anualmente? _____
(Suministrar el dato para 1987)

1.3.3 Se llevan estadísticas, clasificación y evaluación técnica y económica de fallas de este equipo?

No _____ Está previsto introducirlas? (S/N) _____

Sí _____ Suministrar los resultados de 1987

Qué uso tiene la anterior información?:

Se investigan las causas principales?

No _____ Está previsto hacerlo? (S/N) _____

Sí _____ Qué clase de medidas se toman? _____

1.3 SEGUIMIENTO DE LA OPERACION

Herrajes de líneas aéreas

1.3.1 Existen controles periódicos de operación?

No _____ Se implantarán? (S/N) _____

Sí _____ Qué tipo de controles? _____

1.3.2 Material averiado

Cuántos elementos se dañan en servicio anualmente? _____
(Suministrar el dato para 1987)

1.3.3 Se llevan estadísticas, clasificación y evaluación técnica y económica de fallas de este equipo?

No _____ Está previsto introducirlas? (S/N) _____

Sí _____ Suministrar los resultados de 1987

Qué uso tiene la anterior información?:

Se investigan las causas principales?

No _____ Está previsto hacerlo? (S/N) _____

Sí _____ Qué clase de medidas se toman? _____

1.3 SEGUIMIENTO DE LA OPERACION

Conectores y empalmes de líneas aéreas

1.3.1 Existen controles periódicos de operación?

No _____ Se implantarán? (S/N) _____

Sí _____ Qué tipo de controles? _____

1.3.2 Material averiado

Cuántos elementos se dañan en servicio anualmente? _____
(Suministrar el dato para 1987)

1.3.3 Se llevan estadísticas, clasificación y evaluación técnica y económica de fallas del equipo?

No _____ Está previsto introducirlas? (S/N) _____

Sí _____ Suministrar los resultados de 1987

Qué uso tiene la anterior información?:

Se investigan las causas principales?

No _____ Está previsto hacerlo? (S/N) _____

Sí _____ Qué clase de medidas se toman? _____

1.3 SEGUIMIENTO DE LA OPERACION

Cables y conductores

1.3.1 Existen controles periódicos de operación?

No Se implantarán? (S/N)

Sí Qué tipo de controles? _____

1.3.2 Material averiado

Cuántas fallas se presentan en el equipo anualmente?

(Suministrar el dato para 1987) _____

1.3.3 Se llevan estadísticas, clasificación y evaluación técnica y económica de fallas de este equipo?

No Está previsto introducirlas? (S/N)

Sí Suministrar los resultados de 1987

Qué uso tiene la anterior información?:

Se investigan las causas principales?

No Está previsto hacerlo? (S/N)

Sí Qué clase de medidas se toman? _____



CONTROL MANTENIMIENTO Y REPARACION DE TRANSFORMADORES

Fecha: _____

Marca: _____

Capacidad: _____ KVA Nº _____

Año de Fabricación: _____

No. de entradas al Taller: _____

Descripción (fases, V. prim., V. sec., tipo): _____

Dirección de Retiro: _____

TIPO DE FALLA

- 1 Primario quemado,abierto o averiado . _____
- 2 Secundario quemado, en corto o a tierra . _____
- 3 Aislamiento deteriorado (sólido o líquido). _____
- 4 Bujes primarios o secundarios rotos e chispeados. _____
- 5 Tanque averiado . _____
- 6 Breaker malo (C.S.P). _____
- 7 Palanca de breaker mala (C.S.P). _____
- 8 Fusible quemado (C.S.P). _____
- 9 Otras (explicar). _____

CAUSAS POSIBLES DE FALLA

- 1 Sobrecarga. _____
- 2 Corto circuito secundario externo. _____
- 3 Humedad. _____
- 4 Descarga atmosférica _____
- 5 Nucleo deteriorada _____
- 6 Desajuste de los devanados. _____
- 7 Operación inadecuada. _____
- 8 Operación del breaker. _____
- 9 Otras (explicar). _____

10 Observaciones _____

Estado: Utilizable _____
Inservible _____

Sitio de reparación: _____

Costo de reparación o mantenimiento: \$ _____

Sección Taller Electromecánicas
Jefe

001-0

Sistema de calidad/Comité para el desarrollo y
Estimulo a la Industria Nacional

333 7932 C733s v 3 Anexo 1 Ej.1

CATALOGADO POR HELP FILE LTDA

FECHA	PRESTADO A	FECHA
-------	------------	-------

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01004360
BIBLIOTECA