

## **RESOLUCIÓN 25 DE 1995**

(julio 13)

Diario Oficial No. 41.937 de 24 de julio de 1995

Por la cual se establece el Código de Redes, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional.

### **LA COMISION DE REGULACION DE ENERGIA Y GAS**

en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial las conferidas por las Leyes 142 y 143 de 1994 y en desarrollo de los decretos 1523 y 2253 de 1994, y

### **CONSIDERANDO**

Que, de conformidad con el artículo 23, literal i, de la Ley 143 de 1994, corresponde a la Comisión de Regulación de Energía y Gas establecer el Reglamento de Operación para realizar el planeamiento y la coordinación de la operación del Sistema Interconectado Nacional;

Que el cuerpo técnico de la Comisión elaboró un proyecto de Código de Redes, el cual fue discutido ampliamente con las empresas del sector eléctrico colombiano;

Que el Consejo Nacional de Operación, en virtud de lo dispuesto en el referido literal i del artículo 23 de la Ley 143 de 1994, emitió concepto sobre el código que se adopta mediante la presente resolución;

Que la Comisión de Regulación de Energía y Gas en su sesión del 10 de julio de 1995 estudió y adoptó el Código de Redes;

### **RESUELVE:**

#### **ARTICULO 1o.**

Adoptar el Código de Redes contenido en el Anexo General de la presente resolución, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional.

#### **ARTICULO 2o.**

La presente resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial o en la Gaceta del Ministerio de Minas y Energía y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

Comuníquese, publíquese y cúmplase

Dada en Santafé de Bogotá, D. C., el día 13 de julio de 1995

**JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO**

Presidente

**EVAMARÍA URIBE TOBÓN**

Director Ejecutivo

## **ANEXO GENERAL.**

### **CÓDIGO DE REDES.**

#### **INTRODUCCIÓN.**

##### **El Código de redes está compuesto por:**

Código de Planeamiento de la Expansión del Sistema de Transmisión Nacional

Código de Conexión

Código de Operación

Código de Medida

#### **MARCO LEGAL.**

El Código de Redes forma parte del Reglamento de Operación a que se refieren las Leyes 142 y 143 de 1994. El Código de Redes se complementará con resoluciones emitidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

#### **INTERPRETACIÓN.**

En caso de presentarse dudas en cuanto a la interpretación y aplicación del Código de Redes, después de agotar el diálogo entre las empresas, es en primera instancia el Consejo Nacional de Operación (CNO) el encargado de efectuar las aclaraciones e interpretaciones correspondientes buscando cumplir ante todo los principios básicos de las Leyes y las Resoluciones de la CREG. En caso de no existir acuerdo en el CNO sobre la interpretación o aplicación del código, es la CREG quien finalmente dirime la controversia. Para este efecto, las dudas son comunicadas por las empresas a la mayor brevedad posible y el CNO debe reunirse en un plazo máximo de cinco (5) días hábiles a partir de la comunicación.

Los casos no considerados en este Código pueden ser presentados a través del CNO para definición de la CREG.

#### **MODIFICACIÓN.**

Cualquier empresa puede presentar propuestas de modificación al presente Código de Redes ante el CNO y finalmente se aplica una vez que éste de el concepto previo y la CREG lo apruebe.

#### **CUMPLIMIENTO.**

El código de Redes debe ser cumplido por los diferentes agentes a los que se refiere cada uno de los códigos que lo conforman.

El incumplimiento de las condiciones establecidas en este Código, se presentan según el caso, ante la CREG o ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

**JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO**

Presidente

# **EVAMARÍA URIBE TOBÓN**

Director Ejecutivo

## **INDICE GENERAL DE ANEXOS.**

<Oprima F3>

### **CODIGO DE REDES**

#### **Código de Planeamiento de la Expansión del Sistema de Transmisión Nacional**

Apéndice I Información estándar de planeamiento

Apéndice II Información detallada de planeamiento

#### **Código de Conexión**

Anexo CC.1 Requisitos técnicos para la conexión de líneas de transmisión al STN

Anexo CC.2 Requisitos técnicos para subestaciones

Anexo CC.3 Requisitos técnicos de telecomunicaciones

Anexo CC.4 Requisitos técnicos de protecciones

Anexo CC.5 Requisitos técnicos del sistema de registro de fallas

Anexo CC.6 Requisitos técnicos del sistema de supervisión y control

Anexo CC.7 Guías para elaboración y presentación de planos del sitio de  
conexión

#### **Código de operación**

Anexo Co-1 Calculo índices de indisponibilidad de generación

Anexo Co-2 Planeamiento eléctrico de la operación Información básica

Anexo Co-3 Declaración de parámetros de los embalses

Anexo Co-4 Criterios para participar en la reserva de regulación

#### **Código de medida**

Anexo CM-1

## **CÓDIGO DE REDES.**

### **CÓDIGO DE PLANEAMIENTO DE LA EXPANSIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN NACIONAL.**

## **1. INTRODUCCIÓN.**

Este Código especifica los criterios, estándares y procedimientos para el suministro y tipo de información requerida por la Unidad de Planeamiento Minero Energético (UPME), en la elaboración del Plan de Expansión de Referencia, y por los Transportadores, en la ejecución del planeamiento de detalle y el desarrollo del sistema interconectado de transmisión a tensiones iguales o superiores a 220 kV, denominado Sistema de Transmisión Nacional (STN), y que deben ser considerados por los Usuarios de este sistema en el planeamiento y desarrollo de sus propios sistemas.

## **2. OBJETIVOS.**

Los objetivos de este Código son:

Especificar los estándares que serán usados por la UPME y los Transportadores en el planeamiento y desarrollo del STN.

Definir los procedimientos para el suministro y tipo de información requerida por la UPME y los Transportadores para realizar el planeamiento y desarrollo de las redes que forman parte del STN.

Promover la interacción entre los Usuarios del STN, la UPME y los Transportadores con respecto a cualquier propuesta de desarrollo en el sistema del Usuario que pueda tener un impacto en el funcionamiento del STN.

## **3. APLICACIÓN.**

Este Código se aplica a los Transportadores, la UPME y los siguientes Usuarios:

Generadores conectados directa o indirectamente al STN.

Distribuidores conectados directa o indirectamente al STN.

Grandes Consumidores conectados directamente al STN.

Cualquier otro Usuario o entidad con un sistema conectado directamente al STN.

Para tener derecho de acceso a la red, todos los Usuarios deben firmar Contratos de Conexión con los Transportadores, en los cuales se especifiquen los aspectos contractuales de conexión y uso de la red, así como otros aspectos de orden administrativo, técnico y económico, incluidos la operación y mantenimiento de la conexión.

Para los refuerzos del STN se aplicará lo establecido en la Resolución CREG-001 de 1994.

## **4. TIPOS DE CONEXIÓN.**

El desarrollo del STN comprende la ejecución de refuerzos o extensiones que aparecen por un sinnúmero de razones, entre las que se incluyen las siguientes, sin estar limitadas a éstas:

Conexión de un nuevo Usuario al STN.

El desarrollo del sistema de un Usuario del STN que ya está conectado a éste.

La introducción de un nuevo Sitio de Conexión o la modificación de un Sitio de Conexión existente entre un Usuario y el STN.

El efecto acumulado de un número de desarrollos tales como los mencionados anteriormente por uno o más Usuarios del STN.

Los refuerzos o extensiones del sistema del STN pueden involucrar obras nuevas o de ampliación en:

La subestación en el Sitio de Conexión donde equipos del Usuario se conectan al STN.

Líneas de transmisión u otros equipos, los cuales unen ese Sitio de Conexión al resto del STN.

Líneas de transmisión u otros equipos en o entre puntos remotos de ese Sitio de Conexión.

El tiempo requerido para el planeamiento y desarrollo del STN dependerá del tipo y tamaño de los refuerzos necesarios, de los trámites legales y de la financiación para la ejecución de las diferentes fases de los proyectos, de la aprobación de los planes de expansión y del grado de complejidad del nuevo desarrollo para mantener un adecuado nivel de calidad, seguridad y confiabilidad en el sistema.

Tanto los nuevos Usuarios como los existentes que vayan a ampliar sus instalaciones o deseen conectarse a un nuevo punto de la red, deberán informar a la UPME de dicha ampliación o conexión. Dependiendo del proyecto, el (los) Transportador(es) involucrado(s) definirá(n) la fecha más temprana de entrada en operación. La UPME se establece como segunda instancia, en caso de que no exista acuerdo con respecto a esta definición.

## **5. ELEMENTOS DE PLANEAMIENTO.**

La planeación de la expansión del STN se realizará a corto (3 años), mediano (5 años) y largo plazo (mayor a 10 años), mediante planes de expansión flexibles que se adapten a los cambios que determinen las condiciones técnicas, económicas, financieras y ambientales, cumpliendo con los requerimientos de calidad, confiabilidad y seguridad definidos en este Código de Planeamiento. Los proyectos propuestos en estos planes deberán ser técnica, ambiental y económicamente factibles y la demanda deberá ser atendida cumpliendo con criterios de uso eficiente de los recursos energéticos.

Sin perjuicio de lo establecido en la Ley, para efectuar el planeamiento del STN es necesario definir elementos de planeamiento aplicados tanto a los análisis de estado estacionario como transitorio y definir índices de confiabilidad con los cuales se mida si el suministro de energía eléctrica es adecuado.

### **5.1. CALIDAD.**

#### **5.1.1. Tensión.**

El STN se planeará de tal forma que permita, en conjunto con la generación, los sistemas de transmisión regionales y los sistemas de distribución local, asegurar que la tensión en las barras de carga a nivel de 220 kV y superiores no sea inferior al 90% del valor nominal, ni superior al 110%.

#### **5.1.2. Armónicos.**

Las formas de onda de tensión y corriente, con respecto al contenido de armónicos y desbalance de fases, cumplirán los requisitos establecidos por la NTC (Norma Técnica Colombiana) respectiva. Mientras no exista NTC aplicable, se utilizará la Norma ANSI/IEEE 519.

*<Doctrina Concordante>*

*concepto CREG 279 de 2006*

## **5.2. SEGURIDAD.**

El STN se debe planear en concordancia con la planeación de la generación para que, entre Transportadores y Generadores -bajo la coordinación del CND-, garanticen los siguientes aspectos:

El sistema debe permanecer estable bajo una falla trifásica a tierra en uno de los circuitos del sistema de 220 kV con despeje de la falla por operación normal de la protección principal.

El sistema debe permanecer estable bajo una falla monofásica a tierra en uno de los circuitos del sistema de 500 kV con despeje de la falla por operación normal de la protección principal.

Una vez despejada la falla, la tensión no debe permanecer por debajo de 0,8 p.u. por más de 700 ms.

Las oscilaciones de ángulos de rotor, flujos de potencia y tensiones del sistema deberán ser amortiguadas (el sistema debe tener amortiguamiento positivo).

No se permiten valores de frecuencia inferiores a 57,5 Hz durante los transitorios.

No se permiten sobrecargas en las líneas ni en los transformadores. La cargabilidad de los transformadores se determina por la capacidad nominal en MVA y para las líneas se toma el mínimo valor entre el límite térmico de los conductores, límite por regulación de tensión y el límite por estabilidad, aplicando los criterios anteriormente expuestos.

## **5.3. CONFIABILIDAD.**

Para la evaluación de la confiabilidad del STN se podrán usar métodos determinísticos o probabilísticos, a criterio del Transportador. El criterio de confiabilidad debe mostrar que es la alternativa de mínimo costo incluyendo: costos de inversión, operación, mantenimiento de la red, pérdidas, y energía no suministrada por indisponibilidad del sistema de transmisión.

El criterio de mínimo costo debe ser equivalente al de los planes de expansión de referencia utilizados para el cálculo de los ingresos regulados de la actividad de transmisión.

### **5.3.1. Método probabilístico.**

Para el análisis de confiabilidad por métodos probabilísticos el criterio será que el Valor Esperado de Racionamiento de Potencia (VERP), en cada uno de los nodos donde existe demanda, sea inferior al 1% medido en el nivel de 220 kV. Para calcular el VERP se tomará como referencia un valor de máxima indisponibilidad del 1% acumulado anual por cada 100 km de línea y por cada circuito.

### **5.3.2. Método determinístico.**

Para el análisis de confiabilidad por medio de métodos determinísticos se debe utilizar el criterio N-1, según el cual el STN debe ser capaz de transportar en estado estable la energía desde los centros de generación hasta las subestaciones de carga en caso normal de operación y de indisponibilidad de un circuito de transmisión a la vez.

## **6. PROCEDIMIENTOS PARA EL SUMINISTRO DE INFORMACIÓN.**

La información se clasifica en dos tipos:

Información estándar de planeamiento.

Información detallada de planeamiento.

En los Apéndices I y II se presenta en detalle la información requerida.

La información estándar y la información detallada de planeamiento están consideradas en tres niveles diferentes:

Información de planeamiento preliminar de proyectos.

Información de planeamiento de proyectos aprobados.

Información de planeamiento de proyectos en operación.

En el momento en que un Usuario solicite un Estudio de Conexión, la información suministrada por el Usuario será considerada como información de planeamiento preliminar. El tipo de información de planeamiento preliminar dependerá de las características de cada proyecto y será definido por los Transportadores involucrados.

Una vez se apruebe la conexión, la información preliminar del proyecto e información subsecuente requerida por los Transportadores bajo este Código de Planeamiento, se convertirá en información de planeamiento de proyectos aprobados.

En el momento en que un proyecto entre en operación se deberá actualizar la información correspondiente. Esta información será entonces llamada información de planeamiento de proyectos en operación.

La información de planeamiento de los proyectos aprobados y de los proyectos en operación formarán la base con la cual se acometerá el planeamiento del STN. Esta información no será confidencial y los Transportadores la usarán en los siguientes casos:

En la preparación del Plan de Expansión y en estudios relacionados con éste.

Cuando se estudien solicitudes de otros Usuarios.

Para propósitos del planeamiento operativo.

Para suministrarla como parte de la información del sistema.

## **7. PLAN DE EXPANSION DE REFERENCIA (STN)**

<Numeral modificado por el artículo 1 de la Resolución 85 de 2002. El nuevo texto es el siguiente:>

Con el fin de compatibilizar criterios, estrategias, metodologías e información para la expansión del STN, la UPME contará con un Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión el cual deberá conceptuar sobre el Plan de Expansión de Transmisión de Referencia preliminar, en el cual participarán:

Un (1) representante de las empresas de generación. Este se seleccionará anualmente con el voto mayoritario de los Generadores que participen en el Mercado de Energía Mayorista al momento de la votación, de entre los cinco (5) mayores Generadores del país, en relación con su Capacidad Instalada (medida en MW a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior). En caso de empresas integradas que ya estén representadas en el CAPT por otro de sus negocios, no obstante su tamaño, no harán parte de las cinco elegibles como representantes de los Generadores.

Un (1) representante de las empresas de distribución. Este se seleccionará anualmente con el voto mayoritario de los Operadores de Red que participen en el Mercado de Energía Mayorista al momento de la votación, entre los cinco (5) mayores Operadores de Red del país, en relación con su distribución de energía (medida en GWh a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior). En caso de que un Operador de Red corresponda a una empresa integrada que ya esté representada en el CAPT por otro de sus negocios, no obstante su tamaño, no hará parte de las cinco elegibles como representante de los Operadores de Red.

Tres (3) usuarios, catalogados como grandes consumidores, los cuales se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente en función de su demanda anual de energía (medida en MWh a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior). Si uno o varios usuarios deciden no participar en el Comité, el derecho lo adquiere(n) el (o los) siguiente(s) grande(s) consumidor(es). Para estos efectos, antes del 15 de enero de cada año, los comercializadores reportarán a la UPME, el nombre y la demanda de los tres mayores usuarios que hayan atendido en su mercado.

Tres (3) representantes de las empresas de comercialización. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de la Demanda abastecida (Medida en GWh a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior). En caso de empresas integradas que ya estén representadas en el CAPT por otro de sus negocios, no obstante su tamaño, no harán parte de las elegibles como representantes de los Comercializadores.

Tres (3) representantes de las empresas de transmisión. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de su porcentaje de participación en la propiedad de activos del STN (Valorados a "Costos Unitarios" a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior). En caso de empresas integradas que ya estén representadas en el CAPT por otro de sus negocios, no obstante su tamaño, no harán parte de las elegibles como representantes de los Transportadores.

El CND no hará parte del CAPT, pero asistirá a sus reuniones, y en desarrollo de sus tareas deberá coordinar con dicho Comité aquellos aspectos asociados con las Restricciones que inciden en la planeación de la expansión del STN.

Las empresas integradas verticalmente, así como las empresas que tengan vinculación económica entre las distintas actividades (generación, transmisión, distribución y comercialización), no podrán tener más de un (1) representante en el Comité. Para este efecto se tendrá en cuenta lo dispuesto respecto de las empresas matrices y subordinadas, así como de los grupos empresariales a los que hace referencia el Código de Comercio. De allí que estos criterios deban considerarse para establecer la composición del Comité.

Si alguno de los usuarios del STN tuviera conocimiento de alguna violación a lo que aquí se dispone, podrá solicitar a la CREG la suspensión de la participación del agente o agentes involucrados en el Comité. La CREG solicitará la información que considere pertinente, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 73 de la Ley 142 de 1994.

Para la preparación del Plan de Expansión de Transmisión de Referencia los Transmisores Nacionales, los Generadores, los Transmisores Regionales, los Distribuidores Locales y los Comercializadores, deberán entregar a la UPME la información de planeamiento estándar y la información de planeamiento detallada según la lista de los Apéndices I y II. Asimismo, deberán remitir la información correspondiente a las "Ampliaciones" requeridas, en los términos en que éstas se entiendan en la reglamentación vigente. Esta información se deberá entregar a más tardar en el mes de marzo de cada año y deberá cubrir un horizonte de por lo menos diez (10) años.

Para los primeros cinco (5) años del Plan de Expansión de Transmisión, cada Transmisor Nacional, deberá preparar y remitir para la misma fecha y a la misma entidad, un informe detallado donde se indiquen las oportunidades disponibles para conectarse y usar el sistema, señalando aquellas partes de



dicho sistema con mayor factibilidad técnica para nuevas conexiones y transporte de cantidades adicionales de potencia.

La UPME al elaborar el Plan de Expansión de Transmisión tendrá en cuenta utiliza como criterios en su definición, la minimización de los costos de inversión y de los costos operativos y las pérdidas del STN, siguiendo los principios de las Leyes 142 y 143 de 1994. El Plan de Expansión de Transmisión, en todo caso, debe cumplir con las disposiciones que en materia de confiabilidad y seguridad, se encuentren vigentes.

Los propietarios de Activos de Conexión al STN o los Transmisores Nacionales cuyos activos tengan relación con los proyectos incluidos en el Plan de Expansión de Transmisión de Referencia, deben entregar la información solicitada por el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que éste delegue para aclarar las condiciones de conexión al STN, con el fin de garantizar el libre acceso a las redes de este sistema.

#### **<Notas de Vigencia>**

- Artículo modificado por el artículo 1 de la Resolución 85 de 2002, publicada en el Diario Oficial No. 45.052, de 3 de enero de 2003.
- Numeral Modificado por el artículo 3 de la Resolución 22 de 2001, publicada en el Diario Oficial No. 44.349, del 7 de marzo de 2001.
- Numeral modificado por el artículo 3 de la Resolución CREG- 4 de 1999.
- Numeral modificado por el artículo 3 de la Resolución CREG-51 de 1998.
- Numeral modificado por el artículo 1o. de la Resolución CREG- 218 de 1997.

#### **<Legislación Anterior>**

**Texto modificado por la Resolución 22 de 2001:**

ARTÍCULO 3. (...).

**"7. PLAN DE EXPANSION DE REFERENCIA (STN)**

*Con el fin de compatibilizar criterios, estrategias y metodologías para la expansión del STN, la UPME constituirá un Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión en el cual participarán los siguientes agentes:*

*Tres (3) representantes de las empresas de generación. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de su Capacidad Instalada (Medida en MW a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior). A partir del primero de enero del año 2002, los representantes de las empresas de generación serán reemplazados por tres usuarios, catalogados como grandes consumidores, los cuales se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente en función de su demanda anual de energía (Medida en MWh a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior). Si uno o varios usuarios deciden no participar en el Comité, el derecho lo adquiere(n) él o los siguientes grandes consumidores. Para estos efectos, antes del 15 de enero de cada año, los comercializadores reportarán a la UPME, el nombre y la demanda de los tres mayores usuarios que hayan atendido en su mercado.*

*Tres (3) representantes de las empresas de comercialización. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de la Demanda abastecida (Medida en GWh a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*Tres (3) representantes de las empresas de transmisión. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de su porcentaje de participación en la propiedad de activos del STN (Valorados a "Costos Unitarios" a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*De acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG número 062 de 2000, el CND será miembro del CAPT con voz pero sin voto.*

*Las empresas integradas verticalmente, así como las empresas que tengan vinculación económica entre las distintas actividades (generación, transmisión, distribución y comercialización), no podrán tener más de un (1) representante en el Comité. Para este efecto se tendrá en cuenta lo dispuesto respecto de las empresas matrices y subordinadas, así como de los grupos empresariales a los que hace referencia el Código de Comercio. De allí que estos criterios deban considerarse para establecer la composición del Comité.*

*Si alguno de los usuarios del STN tuviera conocimiento de alguna violación a lo que aquí se dispone, podrá solicitar a la CREG la suspensión de la participación del agente o agentes involucrados en el Comité. La CREG solicitará la información que considere pertinente, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 73 de la Ley 142 de 1994.*

*La composición del Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión será revisada cuando la posición relativa de las empresas experimente cambios objetivos.*

*Para la preparación del Plan de Expansión de Transmisión Preliminar y del Plan de Expansión de Transmisión de Referencia los Transmisores Nacionales, los Generadores, los Transmisores Regionales, los Distribuidores Locales y los Comercializadores, deberán entregar a la UPME la información de planeamiento estándar y la información de planeamiento detallada según la lista de los Apéndices I y II. Así mismo, deberán remitir la información correspondiente a las "Ampliaciones" requeridas, en los términos en que éstas se entiendan en la reglamentación vigente. Esta información se deberá entregar a más tardar en el mes de marzo de cada año y deberá cubrir un horizonte de por lo menos diez (10) años.*

*Así mismo para los primeros cinco (5) años del plan de expansión de transmisión, cada Transmisor Nacional, deberá preparar y remitir para la misma fecha y a la misma entidad, un informe detallado donde se indiquen las oportunidades disponibles para conectarse y usar el sistema, señalando aquellas partes de dicho sistema con mayor factibilidad técnica para nuevas conexiones y transporte de cantidades adicionales de potencia.*

#### *7.1. Plan de Expansión de Transmisión Preliminar (STN)*

*La UPME elaborará un Plan de Expansión de Transmisión Preliminar, utilizando como criterios en su definición, la minimización de los costos de inversión y de los costos operativos y las pérdidas del STN. El Plan de Expansión de Transmisión en todo caso deberá cumplir con las disposiciones que en materia de confiabilidad se encuentren vigentes.*

*Una vez elaborado el Plan de Expansión de Transmisión Preliminar, la UPME lo hará público y lo someterá a consulta del Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión, a más tardar en el mes de junio de cada año. Así mismo, la UPME recibirá conceptos sobre el Plan de Expansión de Transmisión Preliminar, así como planes de expansión alternativos que sean propuestos por agentes y terceros interesados. El pronunciamiento que se derive de la consulta efectuada al Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión deberá producirse antes del 15 de agosto del año respectivo y en todo caso no será obligatorio.*

## *7.2. Plan de Expansión de Transmisión de Referencia (STN)*

*Con base en las observaciones y consideraciones remitidas a la UPME antes del 15 de agosto siguiente, por parte del Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión y de los terceros interesados, y tomando nuevamente como criterio la minimización de los costos de inversión y de los costos operativos y las pérdidas del STN, la UPME definirá el Plan de Expansión de Transmisión de Referencia, el cual previa aprobación del Ministerio de Minas y Energía, se pondrá a disposición de los Transmisores Nacionales y de terceros interesados, a más tardar el 15 de octubre del mismo año.*

*La UPME en caso de no aceptar las recomendaciones del Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión, o las recomendaciones efectuadas por terceros, deberá explicar las razones que tuvo para el efecto. Además de explicar a cada proponente las razones que fundamentan el rechazo de sus recomendaciones, los argumentos de la UPME deberán consignarse en documento oficial, que deberá estar disponible para consulta de todos los interesados.*

*El Plan de Expansión de Transmisión de Referencia debe ser flexible en el mediano y largo plazo, de tal forma que se adapte a los cambios que determinen las condiciones técnicas, económicas, financieras y ambientales, cumpliendo con los requerimientos de calidad, confiabilidad y seguridad definidos en este Código de Planeamiento y en el Código de Operación. Los proyectos propuestos en este Plan deben ser técnica y económicamente factibles y la demanda deberá ser atendida cumpliendo con criterios de uso eficiente de los recursos energéticos. La viabilidad ambiental será aprobada por las autoridades competentes".*

### **Texto modificado por la Resolución 4 de 1999:**

*7. Con el fin de compatibilizar criterios, estrategias y metodologías para la expansión del STN, la UPME constituirá un comité asesor de planeamiento de la transmisión en el cual participarán los siguientes agentes:*

*- Tres (3) representantes de las empresas de generación. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de su capacidad instalada (medida en MWh a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*- Tres (3) representantes de las empresas de comercialización. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de la demanda abastecida (medida en GWh a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*- Tres (3) representantes de las empresas de transmisión. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de su porcentaje de participación en la propiedad de activos del STN (valorados a "costos unitarios" a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*Las empresas integradas verticalmente, así como las empresas que tengan vinculación económica entre las distintas actividades (generación, transmisión, distribución y comercialización), no podrán tener más de un (1) representante en el comité. Para este efecto se tendrá en cuenta lo dispuesto respecto de las empresas matrices, y subordinadas, así como de los grupos empresariales a las que hace referencia el Código de Comercio. De allí que estos criterios deban considerarse para establecer la composición del comité.*

*Si alguno de los usuarios del STN tuviera conocimiento de alguna violación a lo que aquí se dispone, podrá solicitar a la CREG la suspensión de la participación del agente o agentes involucrados en el comité. La CREG solicitará la información que considere pertinente, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 73 de la Ley 142 de 1994.*

*La composición del Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión será revisada cuando la posición relativa de las empresas experimenten cambios objetivos.*

*Para la preparación del Plan de Expansión de Transmisión Preliminar y del Plan de Expansión de Transmisión de Referencia los Transmisores Nacionales, los generadores, los transmisores regionales, los distribuidores locales y los comercializadores, deberán entregar a la UPME la información de planeamiento estándar y la información de planeamiento detallada según la lista de los Apéndices I y II. Así mismo, deberán remitir la información correspondiente a las "ampliaciones" requeridas, en los términos en que éstas se entiendan en la reglamentación vigente. Esta información se deberá entregar a más tardar en el mes de marzo de cada año y deberá cubrir un horizonte de por lo menos diez (10) años.*

*Así mismo, para los primeros cinco (5) años del plan de expansión de transmisión, cada transmisor nacional, deberá preparar y remitir para la misma fecha y a la misma entidad, un informe detallado donde se indiquen las oportunidades disponibles para conectarse y usar el sistema, señalando aquellas partes de dicho sistema con mayor factibilidad técnica para nuevas conexiones y transporte de cantidades adicionales de potencia.*

*7.1 Plan de Expansión de Transmisión Preliminar (STN). La UPME elaborará un plan de expansión de transmisión preliminar, utilizando como criterios en su definición, la minimización de los costos de inversión y de los costos operativos y las pérdidas del STN. El Plan de Expansión de Transmisión en todo caso deberá cumplir con las disposiciones que en materia de confiabilidad se encuentren vigentes.*

*Una vez elaborado el Plan de Expansión de Transmisión Preliminar, la UPME lo hará público y lo someterá a consulta del Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión, a más tardar en el mes de junio de cada año. Así mismo, la UPME recibirá conceptos sobre el Plan de Expansión de Transmisión Preliminar, así como planes de expansión alternativos que sean propuestos por agentes y terceros interesados. El pronunciamiento que se derive de la consulta efectuada, al Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión deberá producirse antes del 15 de agosto del año respectivo y en todo caso no será obligatorio.*

*7.2 Plan de Expansión de Transmisión de Referencia (STN). Con base en las observaciones y consideraciones remitidas a la UPME antes del 15 de agosto siguiente, por parte del Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión y de los terceros interesados, y tomando nuevamente como criterio la minimización de los costos de inversión y de los costos operativos y las pérdidas del STN, la UPME*

*definirá el Plan de Expansión de Transmisión de Referencia, el cual previa aprobación del Ministerio de Minas y Energía, se pondrá a disposición de los transmisores nacionales y de terceros interesados, a más tardar el 15 de octubre del mismo año.*

*La UPME en caso de no aceptar las recomendaciones del Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión, o las recomendaciones efectuadas por terceros, deberá explicar las razones que tuvo para el efecto. Además de explicar a cada proponente las razones que fundamentan el rechazo de sus recomendaciones, los argumentos de la UPME deberán consignarse en documento oficial, que deberá estar disponible para consulta de todos los interesados.*

*El Plan de Expansión de Transmisión de Referencia debe ser flexible en el mediano y largo plazo, de tal forma que se adapte a los cambios que determinen las condiciones técnicas, económicas, financieras y ambientales, cumpliendo con los requerimientos de calidad, confiabilidad y seguridad definidos en este Código de Planeamiento y en el Código de Operación. Los proyectos propuestos en este plan deben ser técnica y económicamente factibles y la demanda deberá ser atendida cumpliendo con criterios de uso eficiente de los recursos energéticos. La viabilidad ambiental será aprobada por las autoridades competentes.*

**Texto modificado por la Resolución 51 de 1998:**

#### **7. PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA (STN)**

*Con el fin de compatibilizar criterios, estrategias y metodologías para la expansión del STN, la UPME constituirá un Comité Asesor de Planeamiento en el cual participarán los siguientes agentes:*

*\* Tres (3) representantes de las empresas de generación. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de su Capacidad Instalada (Medida en MW a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*\* Tres (3) representantes de las empresas de comercialización. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de la Demanda abastecida (Medida en GWh a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*\* Tres (3) representantes de las empresas de transmisión. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de su porcentaje de participación en la propiedad de activos del STN (Valorados a "Costos Unitarios" a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*Las empresas integradas verticalmente, así como las empresas que tengan vinculación económica entre las distintas actividades (generación, transmisión, distribución y comercialización), no podrán tener más de un (1) representante en el Comité. Para este efecto se tendrá en cuenta lo dispuesto respecto de las empresas matrices y subordinadas, así como de los grupos empresariales a las que hace referencia el Código de Comercio. De allí que estos criterios deban considerarse para establecer la composición del Comité.*

*Si alguno de los usuarios del STN tuviera conocimiento de alguna violación a lo que aquí se dispone, podrá solicitar a la CREG la suspensión de la participación del agente o agentes involucrados en el Comité. La CREG solicitará la información que*

*considere pertinente, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 73 de la ley 142 de 1994.*

*La composición del Comité Asesor de Planeamiento será revisada (y modificada cuando fuere del caso) cada tres (3) años, o cuando la posición relativa de las empresas experimente cambios objetivos.*

*Para la preparación del Plan de Expansión Preliminar y del Plan de Expansión de Referencia los Transmisores Nacionales, los Generadores, los Transmisores Regionales, los Distribuidores Locales y los Comercializadores, deberán entregar a la UPME la información de planeamiento estándar y la información de planeamiento detallada según la lista de los Apéndices I y II. Esta información se deberá entregar a más tardar en el mes de marzo de cada año y deberá cubrir un horizonte de por lo menos diez (10) años.*

*Así mismo para los primeros cinco (5) años del plan de expansión, cada Transmisor Nacional, deberá preparar y remitir para la misma fecha y a la misma entidad, un informe detallado donde se indiquen las oportunidades disponibles para conectarse y usar el sistema, señalando aquellas partes de dicho sistema con mayor factibilidad técnica para nuevas conexiones y transporte de cantidades adicionales de potencia.*

#### *7.1. Plan de Expansión Preliminar (STN)*

*La UPME elaborará un Plan de Expansión Preliminar, utilizando como criterios en su definición, la minimización de los costos de inversión y de los costos operativos y las pérdidas del STN. El Plan de Expansión en todo caso deberá cumplir con las disposiciones que en materia de confiabilidad se encuentren vigentes.*

*Una vez elaborado el Plan de Expansión Preliminar, la UPME lo hará público y lo someterá a consulta del Comité Asesor de Planeamiento, a más tardar en el mes de junio de cada año. La UPME recibirá conceptos sobre el Plan de Expansión Preliminar, así como planes de expansión alternativos que sean propuestos por los agentes interesados. El pronunciamiento que se derive de la consulta efectuada al Comité Asesor de Planeamiento deberá producirse antes del 15 de agosto del año respectivo y en todo caso no será obligatorio.*

*La UPME en caso de no aceptar las recomendaciones del Comité Asesor de Planeamiento, deberá explicar las razones que tuvo para el efecto.*

#### *7.2. Plan de Expansión de Referencia (STN)*

*Con base en las observaciones y consideraciones remitidas a la UPME antes del 15 de agosto siguiente, por parte del Comité Asesor de Planeamiento y de los terceros interesados, y tomando nuevamente como criterio la minimización de los costos de inversión y de los costos operativos y las pérdidas del STN, la UPME definirá el Plan de Expansión de Referencia, el cual previa aprobación del Ministerio de Minas y Energía, se pondrá a disposición de los Transmisores Nacionales y de terceros interesados, a más tardar el 15 de octubre del mismo año.*

*El Plan de Expansión de Referencia debe ser flexible en el mediano y largo plazo, de tal forma que se adapte a los cambios que determinen las condiciones técnicas, económicas, financieras y ambientales, cumpliendo con los requerimientos de calidad, confiabilidad y seguridad definidos en este Código de Planeamiento y en el Código de Operación. Los proyectos propuestos en este Plan deben ser técnica y*

*económicamente factibles y la demanda deberá ser atendida cumpliendo con criterios de uso eficiente de los recursos energéticos. La viabilidad ambiental será aprobada por las autoridades competentes.*

***Texto modificado por la Resolución 218 de 1997:***

*7. Con el fin de compatibilizar criterios, estrategias y metodologías para la expansión del STN, se constituirá un Comité Asesor de Planeamiento de la UPME, en el cual participarán los siguientes agentes:*

*- Tres (3) representantes de las empresas de generación. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de su Capacidad Instalada (Medida en MW a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*- Tres (3) representantes de las empresas de comercialización. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de la Demanda abastecida (Medida en GWh a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*- Tres (3) representantes de las empresas de transmisión. Estos se seleccionarán de mayor a menor, en orden decreciente de su porcentaje de participación en la propiedad de activos del STN (Valorados a Costo de Reposición a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior).*

*Para la preparación del Plan de Expansión de Referencia los Transmisores Nacionales, los Generadores, los Distribuidores y los Comercializadores, deberán entregar a la UPME la información de planeamiento estándar y la información de planeamiento detallada según la lista de los Apéndices I y II. Esta información se deberá entregar a más tardar en el mes de marzo de cada año y deberá cubrir un horizonte de por lo menos diez (10) años.*

*Así mismo para los primeros cinco (5) años del plan de expansión, cada Transmisor Nacional, deberá preparar y remitir para la misma fecha y a la misma entidad, un informe detallado donde se indiquen las oportunidades disponibles para conectarse y usar el sistema, señalando aquellas partes de dicho sistema con mayor factibilidad técnica para nuevas conexiones y transporte de cantidades adicionales de potencia y energía.*

***Texto original de la Resolución 25 de 1995:***

*7. Plan de expansión de referencia (Transmisión).*

*Con el fin de compatibilizar criterios, estrategias y metodologías para la expansión del STN, se constituirá un Comité de Planeamiento Asesor de la UPME, con participación de un (1) representante del área de planeamiento de transmisión de cada Transportador.*

*Para la preparación del Plan de Expansión de Referencia los Transportadores y los Usuarios del STN deben entregar a la UPME la información de planeamiento estándar y la información de planeamiento detallada según la lista de los Apéndices I y II. Esta información se deberá entregar a más tardar en el mes de marzo de cada año y deberá cubrir un horizonte de por lo menos diez (10) años.*

*La UPME considerará el concepto técnico de ISA y se apoyará en esta entidad en los estudios que requiera para elaborar el plan de expansión de referencia del STN.*

*La UPME someterá el Plan de Expansión de Referencia al Cuerpo Consultivo a más tardar en el mes de junio de cada año, y pondrá a disposición de los Transportadores del STN el Plan de Expansión de Referencia aprobado por el Ministerio de Minas y Energía a más tardar un mes después, para que cada Transportador actualice el plan detallado de su sistema.*

*Cada Transportador debe preparar anualmente un plan detallado para cinco (5) años donde se indiquen las oportunidades disponibles para conectarse y usar el sistema, señalando aquellas partes de dicho sistema con mayor factibilidad técnica para nuevas conexiones y transporte de cantidades adicionales de potencia y energía. Este plan se deberá entregar a más tardar en el mes de marzo de cada año.*

*El Plan de Expansión de Referencia y los planes detallados deben ser flexibles, de tal forma que se adapten a los cambios que determinen las condiciones técnicas, económicas, financieras y ambientales, cumpliendo con los requerimientos de calidad, confiabilidad y seguridad definidos en este código de planeamiento. Los proyectos propuestos en estos planes deberán ser técnica, ambiental y económicamente factibles y la demanda deberá ser atendida cumpliendo con criterios de uso eficiente de los recursos energéticos.*

## **8. PROCEDIMIENTO PARA EL ESTUDIO DE LA CONEXIÓN.**

a) El usuario deberá realizar un estudio de factibilidad técnica de la conexión. El estudio podrá ser elaborado por el Usuario, o por el Transportador a solicitud del usuario. El Transportador acordará con el solicitante el costo del estudio.

b) El Usuario deberá informar a la UPME su intención de conectarse o modificar su conexión al sistema.

c) El Usuario deberá presentar la solicitud de estudio de conexión al Transportador mediante un formato único que incluirá:

Un estudio de factibilidad técnica de la conexión.

Una descripción de los equipos a ser conectados al STN, y/o de la modificación relacionada con los equipos del Usuario ya conectados al STN.

La información de planeamiento estándar relevante como se lista en el Apéndice I.

La fecha de terminación deseada del desarrollo propuesto.

d) El formato de solicitud completo para un estudio de conexión o para la variación de un acuerdo complementario existente, según sea el caso, será enviado por el Transportador a la UPME.

e) Los Transportadores involucrados acordarán con el solicitante el costo del estudio de la solicitud de conexión al STN.

f) Los Transportadores involucrados dispondrán de un plazo de hasta tres (3) meses para dar un concepto sobre la viabilidad técnica y económica de la conexión, plazo en el cual se realizarán los estudios de planeamiento respectivos.



g) Si como resultado del análisis de la solicitud de conexión se concluye que es preciso acometer estudios adicionales, el Usuario solicitante, y los Transportadores involucrados acordarán el plazo y costo para la realización de dichos estudios.

**JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO**

Presidente

**EVAMARÍA URIBE TOBÓN**

Director Ejecutivo

**APÉNDICE I.**

**INFORMACIÓN ESTÁNDAR DE PLANEAMIENTO.**

**1. INTRODUCCIÓN.**

En este apéndice se presentan los formatos de recolección de la información estándar de planeamiento necesaria para efectuar los estudios de planeamiento de la transmisión, dentro de los cuales se incluyen programas de expansión automatizada, flujos de cargas, cortocircuito, estabilidad transitoria, estabilidad dinámica, confiabilidad y evaluación económica para la definición de los esquemas de transmisión.

**2. SUPUESTOS.**

- a. Se definen las siguientes categorías de información: demandas, sistema generación-transmisión y costos índices.
- b. Los formatos con la información estándar de planeamiento requerida, deben ser elaborados en una hoja de cálculo.
- c. En los Cuadros 1 al 13 se especifican las características de los datos requeridos.

**3. DEMANDAS.**

La proyección de demanda deberá ser coherente con la proyección de demanda elaborada por la UPME.

Se solicitan datos a nivel anual de las proyecciones de energía y potencia correspondientes al escenario medio o más probable (Cuadro 1) y la información necesaria para su distribución temporal a nivel mensual, ya sea estimada para el futuro o promedio histórico (Cuadro 2).

Adicionalmente, se requiere la curva de demanda horaria numérica (Cuadro 3) y gráfica para barras de carga hasta el nivel de 110 kV del día de máxima demanda del Sistema Interconectado Nacional -SIN- (la fecha del día de máxima demanda del año anterior, se comunica en los primeros días de enero)

Costos de Racionamiento. Los costos de racionamiento serán los mismos utilizados para la operación del SIN.

**4. SISTEMA GENERACIÓN-TRANSMISIÓN.**

La información de transmisión debe corresponder a redes equivalentes de tensiones iguales o superiores a 110 kV utilizadas en cada empresa para los estudios de expansión de la transmisión, anexando diagramas unifilares y de ubicación geográfica.

Los formatos especificados para el sistema generación-transmisión contienen la siguiente información general:

Cuadro 4: Información de las subestaciones, la cual debe ser diligenciada para cada año.

Cuadro 5: Información de líneas de tensiones iguales o superiores a 110 kV.

Cuadro 6: Información de transformadores.

Cuadro 7: Información de unidades para estudios de estabilidad transitoria.

Cuadro 8: Información del modelo detallado de máquinas.

Cuadro 9: Información de reguladores de velocidad de plantas hidráulicas (se proponen los datos para un modelo típico).

Cuadro 10: Información de reguladores de velocidad de plantas térmicas (se proponen los datos para un modelo típico).

Cuadro 11: Información de reguladores de tensión (se proponen los datos para un modelo típico).

La información de subestaciones solicitada en el Cuadro 4 es para cada año, lo cual permite incluir las subestaciones nuevas y reflejar los cambios en demanda, generación y configuración de cada una de las subestaciones, año a año.

## **5. COSTOS ÍNDICES.**

Se solicitan los costos índices para inversión, operación y mantenimiento en miles de dólares constantes, a diciembre del año anterior.

Cuadro 12: Costos índices de subestaciones, líneas, transformadores y compensación reactiva.

Cuadro 13: Costos índices de operación y mantenimiento.

**JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO**

Presidente

**EVAMARÍA URIBE TOBÓN**

Director Ejecutivo

Cuadro 1

DEMANDA ANUAL DE ENERGÍA Y POTENCIA

| Parámetro         | Significado   | Unidad |
|-------------------|---|--------|
| Año               | Año para el cual se tienen proyectadas las demandas.        |        |
| Demanda Energía   | Demanda total de energía proyectada para cada año.          | GWh    |
| Demanda Potencia. | Demanda máxima (pico) de potencia proyectada para cada año. | MW     |

#### Cuadro 2

##### DISTRIBUCIÓN DE DEMANDAS A NIVEL MENSUAL

| Parámetro                       | Significado   | Unidad |
|---------------------------------|---|--------|
| Mes                             | Mes al cual se aplican los factores de distribución.                                  |        |
| Factor de Distribución Energía  | Factor de distribución de energía en cada mes respecto a la energía anual.            |        |
| Factor de Distribución Potencia | Factor de distribución de potencia en cada mes respecto a la potencia máxima del año. |        |

#### Cuadro 3

##### CURVA TÍPICA DE DEMANDA HORARIA

| Parámetro   | Significado   | Unidad |
|-------------|---|--------|
| Subestación | Nombre de la subestación donde se mide la demanda. En caso de que exista más de un nivel de tensión en la misma subestación, éstos se identificarán con los siguientes números:<br>- 5, para 500 Kv<br>- 2, para 230 kV<br>- 1, para 110 kV |        |
| Hora        | Hora para la cual se tiene la demanda.  |        |
| P           | Demanda de potencia activa  | MW     |
| Q           | Demanda de potencia reactiva.   | Mvar   |

#### Cuadro 4

##### INFORMACIÓN DE SUBESTACIONES

| Parámetro | Significado | Unidad |
|-----------|-------------|--------|
|-----------|-------------|--------|

|                                |  |            |
|--------------------------------|--|------------|
| Año                            | Año al cual corresponde la información.  |            |
| Nombre                         | Nombre que identifica la subestación. Debe corresponder con los utilizados como terminales de las líneas y de ubicación de los transformadores. En caso de que exista más de un nivel de tensión en la misma subestación, éstos se identificarán con los siguientes números:<br>- 5, para 500 kV<br>- 2, para 230 kV<br>- 1, para 110 kV |            |
| Tensión Nominal                | Tensión de diseño de la subestación.   | kV         |
| Demanda (Activa y Reactiva)    | Demanda correspondiente al día de máxima demanda y hora de máxima demanda del subsistema de cada empresa (especificar la hora de máxima demanda).  | MW<br>Mvar |
| Generación (Activa y Reactiva) | Capacidad de generación de potencia activa y reactiva en esta subestación. Los límites mínimos y máximos serán los impuestos por restricciones operativas y de capacidad.  | MW<br>Mvar |
| Compensación Inductiva         | Capacidad de compensación, expresada como el número de bancos por la capacidad de cada banco. En caso de control continuo se escribirá solo la capacidad máxima.   | Mvar       |
| Compensación Capacitiva        | Capacidad de compensación, expresada como el número de bancos por la capacidad de cada banco. En el caso de control continuo se escribirá solo la capacidad máxima.  | Mvar       |
| Tipo                           | Tipo de subestación:<br>-Intemperie<br>- Encapsulada<br>- Mixta  |            |
| Configuración                  | Configuración de la subestación: - BS: Barra sencilla<br>-Bp+T: Barra principal y transferencia<br>- 2B: Doble barra<br>-2B+T: Doble barra y transferencia<br>- 2B+b:Doble barra y seccionador de bypass<br>- INT 1/2: Interruptor y medio<br>- Anillo: Anillo   |            |
| Capacidad de Ampliación        | Capacidad de ampliación en la subestación, expresada en número de módulos.   |            |

Cuadro 5

INFORMACIÓN DE LÍNEAS

| Parámetro               | Significado   | Unidad  |
|-------------------------|---|---------|
| Línea                   | Nombres de las subestaciones terminales que identifican la línea.   |         |
| Tensión Nominal         | Tensión de diseño de la línea.  | kV      |
| Circuitos               | Número de circuitos   |         |
| Longitud                | Longitud de la línea  | km      |
| Conductor               | Tipo de conductor.  |         |
| Número de Conductores   | Número de conductores por fase.   |         |
| Resistencia (R)         | Resistencia de secuencia positiva, cero y mutua total de la línea, tomando como bases la tensión nominal y 100 MVA  | p.u.    |
| Reactancia (X )         | Reactancia inductiva de secuencia positiva, cero y mutua total de la línea, tomando como base la tensión nominal y 100 MVA.                                     | Pu      |
| Susceptancia (Y/2)      | Mitad de la susceptancia capacitiva de secuencia positiva, cero y mutua de la línea, tomando como base la tensión nominal y 100 MVA                             | p.u.    |
| Capacidad de Transporte | Capacidad de transporte de la línea. Debe corresponder al menor valor entre el límite térmico, el límite por regulación de tensión y el límite por estabilidad. | MVA     |
| Indisponibilidad        | Indisponibilidad.   | p.u.(1) |
| Año en Operación        | Año de entrada en operación de la línea.  |         |
| Año Fuera de Servicio   | Año en que sale de operación la línea (usualmente por reconfiguración de la red).   |         |

1. pu=8760 horas/año

Cuadro 6

## PARÁMETROS DE TRANSFORMADORES

| Parámetro                    | Significado  | Unidad |
|------------------------------|--|--------|
| Subestación                  | Nombre de la subestación donde se encuentra ubicado el transformador.  |        |
| Relación de Transformación   | Relación de transformación nominal del transformador, indicando las tensiones nominales de los devanados.                                    |        |
| Conexión                     | Conexión de los tres devanados del transformador, donde: -Y: Estrella<br>-Yn: Estrella Neutro Aterrizado<br>-D: Delta - Dn: Delta Aterrizada |        |
| Resistencia de Magnetización | Resistencia de magnetización, tomando como bases la tensión nominal del devanado primario y 100 MVA.   | p.u.   |
| Devanados                    | Descripción de los devanados (Primario, Secundario, Terciario).  |        |
| Resistencia (R)              | Resistencia de secuencia positiva, cero y de puesta a tierra, tomando como bases la tensión nominal del devanado y 100 MVA.                  | p.u.   |
| Reactancia (X)               | Reactancia inductiva de secuencia positiva, cero y de puesta tierra.   | p.u.   |
| Capacidad                    | Capacidad nominal del devanado.  | MVA    |
| Cambiador de derivaciones    | Tipo de cambiador (vgr: manual o automático, en carga 0 sin tensión).  |        |
| Ubicación del cambiador      | P: Primario S: Secundario T: Terciario   |        |
| Rango del cambiador          | Posición mínima y máxima del cambiador   | %      |
| Variación del cambiador      | Tamaño del paso.   | %      |
| Indisponibilidad             | Indisponibilidad   | p.u.   |
| Año en Operación             | Año de entrada en operación del transformador.   |        |

Cuadro 7

PARÁMETROS DE LAS UNIDADES DE PLANTAS HIDRÁULICAS (H) Y TÉRMICAS (T), PARA ESTUDIOS DE ESTABILIDAD TRANSITORIA

| Parámetro                            | Significado   | Unidad  |
|--------------------------------------|---|---------|
| Planta                               | Nombre de la planta.  |         |
| Unidad                               | Identificación de la unidad.  |         |
| Potencia Nominal                     | Potencia nominal de la unidad.  | MVA     |
| Capacidad Nominal                    | Capacidad nominal de la unidad.   | MW      |
| Capacidad Efectiva                   | Capacidad efectiva de la unidad.  | MW      |
| Inercia (H)                          | Inercia de la Unidad, con base en 100 MVA.  | seg.    |
| Reactancia Transitoria ( $X''d$ )    | Reactancia transitoria de la unidad, con base en 100 MVA.   | p.u.    |
| Reactancia Subtransitoria ( $X''d$ ) | Reactancia subtransitoria de la unidad, con base en 100 MVA.                                      | p.u.    |
| Tensión Nominal                      | Tensión nominal de la máquina.  | kV      |
| Tensión Base                         | Tensión base tomada para el cálculo de las reactancias y usada para flujos de carga y estabilidad |         |
| Indisponibilidad                     | Indisponibilidad.   | p.u.(2) |
| Año en Operación                     | Año de entrada en operación de la unidad.   |         |

2. p.u. = 8760 horas /año

Cuadro 8

PARÁMETROS DEL MODELO DETALLADO DE LAS MÁQUINAS

| Parámetro         | Significado  | Unidad |
|-------------------|--|--------|
| Planta            | Nombre de la planta y número de la unidad.                         |        |
| Capacidad Nominal | Potencia nominal del generador.                                    | MVA    |
| Tensión Base      | Tensión tomada como base para el cálculo de los parámetros en p.u. | kV     |

|             |  |         |
|-------------|--|---------|
| Inercia (H) | Inercia del Grupo.   | seg.    |
| Ra          | Resistencia de armadura.   | p.u.(3) |
| x2          | Reactancia de secuencia negativa.  | p.u.    |
| Xo          | Reactancia de secuencia cero.  | p.u.    |
| Xd          | Reactancia sincrónica no saturada de eje directo.                            | p.u.    |
| X'd         | Reactancia transitoria de eje directo  | p.u.    |
| X''d        | Reactancia subtransitoria de eje directo.                                    | p.u.    |
| Xq          | Reactancia sincrónica no saturada del eje en cuadratura.                     | p.u.    |
| X'q         | Reactancia transitoria del eje en cuadratura                                 | p.u.    |
| X''q        | Reactancia subtransitoria del eje en cuadratura                              | p.u.    |
| T'dO        | Constante de tiempo transitoria de eje directo y circuito abierto            | seg.    |
| T''d0       | Constante de tiempo subtransitoria de eje directo y circuito abierto.        | seg.    |
| T'qO        | Constante de tiempo transitoria del eje en cuadratura y circuito abierto.    | seg.    |
| T''qO       | Constante de tiempo subtransitoria del eje en cuadratura y circuito abierto. | seg.    |
| XI          | Reactancia de dispersión del estator.  | p.u.    |
| SAT 1.0     | Saturación de la máquina a tensión nominal.                                  |         |
| SAT 1.2     | Saturación de la máquina al 120% de la tensión nominal.                      |         |

3. p.u. = Para el cálculo de los parámetros en p.u. se tomará como potencia base 100 MVA

Cuadro 9

## PARÁMETROS DE LOS REGULADORES DE VELOCIDAD DE PLANTAS HIDRÁULICAS

| Parámetro | Significado | Unidad |
|-----------|-------------|--------|
|-----------|-------------|--------|



|            |   |         |
|------------|---|---------|
| Planta     | Nombre de la planta y número de la unidad.  |         |
| Tipo       | Según este modelo en todos los casos GH   |         |
| Condición  | Condición mediante la cual se obtuvo la información, entre las cuales se puede contar:<br>- Conocido: Información suministrada por el fabricante.<br>- Calculado: Mediante cálculos y pruebas a partir de una información base.<br>- Típico: Tomado de la literatura técnica. |         |
| Pmax       | Potencia máxima de salida de la turbina.  | MW      |
| R          | Estatismo de estado estable.  | p.u.    |
| Tg         | Tiempo de respuesta del gobernador  | seg.    |
| Tp.        | Constante de tiempo de la válvula piloto.   | seg.    |
| Td         | Constante de tiempo del amortiguador  | seg.    |
| Tw/2       | Mitad de la constante de tiempo de arranque del agua en la conducción   | seg.    |
| Vel. Close | Velocidad máxima de cierre de la compuerta.   | p.u.(4) |
| Vel. Open  | Velocidad máxima de apertura de la compuerta.   | p.u.(5) |
| Dd         | Estatismo temporal  | p.u.    |

4. p.u. compuerta/seg

5. ídem

Cuadro 10

#### PARÁMETROS DE LOS REGULADORES DE VELOCIDAD DE PLANTAS TÉRMICAS

| Parámetro | Significado                                | Unidad |
|-----------|--|--------|
| Planta    | Nombre de la planta y número de la unidad. |        |
| Tipo      | Según este modelo en todos los casos GG.   |        |
| Condición | Igual a la descripción del Cuadro 9        |        |

|      |  |      |
|------|--|------|
| Pmax | Potencia máxima de salida de la turbina.   | MW   |
| R    | Estatismo en estado estable.   | p.u. |
| T1   | Tiempo de control.   | seg. |
| T2   | Tiene un valor de cero para unidades de vapor.   | seg. |
| T3   | Constante de tiempo del servomotor.  | seg. |
| T4   | Constante de tiempo de la válvula de vapor.  | seg. |
| T5   | Constante de tiempo del recalentador del vapor   | seg. |
| F    | Relación entre la capacidad antes del recalentador y la capacidad total de la turbina. |      |

4 p.u.-compuerta/seg.

5 ídem

Cuadro 11

#### PARÁMETROS REGULADORES DE TENSIÓN

| Parámetro | Significado   | Unidad |
|-----------|---|--------|
| Planta    | Nombre de la planta y número de la unidad.                        |        |
| Tipo      | Según este modelo, en todos los casos EA.                         |        |
| Condición | Igual a la descripción del Cuadro 9.                              |        |
| Tr        | Constante de tiempo del filtro de entrada al regulador            | seg.   |
| Ka        | Ganancia del regulador.   |        |
| Ta y Ta1  | Constante de tiempo del amplificador del regulador.               | seg.   |
| Vrm       | Multiplicador de Vmax para determinar Vmin.                       |        |
| Ke        | Constante de la excitatriz relacionada con el campo autoexcitado. |        |
| Te        | Constante de tiempo de la excitatriz                              | seg.   |
| Se 75max  | Saturación de la excitatriz al 75% del voltaje nominal de campo.  |        |

|         |   |      |
|---------|---|------|
| Se max  | Saturación de la excitatriz al 100% del voltaje de campo. |      |
| Efd max | Máximo voltaje de campo.                                  | p.u. |
| K f     | Ganancia del circuito estabilizador del regulador.        |      |
| Tf      | Constante de tiempo del circuito estabilizador.           | seg. |

#### Cuadro 12

#### COSTOS ÍNDICES DE LÍNEAS Y SUBESTACIONES

| Parámetro | Significado  | Unidad |
|-----------|--|--------|
| Equipo    | Descripción del equipo del cual se solicita su costo.  |        |
| Costo.    | Costo del equipo en miles de dólares constantes. Este costo deberá incluir los costos de transporte, infraestructura, montaje, impuestos, ingeniería, administración e imprevistos. Este costo deberá estar referido a un año determinado. |        |

Nota: Los costos deben corresponder a costos promedio.

#### Cuadro 13

#### COSTOS ÍNDICES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

| Parámetro | Significado  | Unidad |
|-----------|--|--------|
| Equipo    | Descripción del equipo del cual se solicita el costo de su operación y mantenimiento.  |        |
| costo     | Costo de la operación y el mantenimiento del equipo en un año, expresados en miles de dólares constantes. Este costo deberá estar referido a un año determinado. |        |

Nota: En caso de que no se disponga de estos costos en forma discriminada se podrá tomar el costo equivalente global de la transmisión por kilómetro, dependiendo del nivel de tensión.

### APÉNDICE II.

#### INFORMACIÓN DETALLADA DE PLANEAMIENTO.

##### 1. INTRODUCCIÓN.

En este apéndice se presenta la información detallada de planeamiento, necesaria para definir los nuevos esquemas del sistema de transmisión y los aspectos a considerar en el diseño.

El Transportador podrá solicitar información complementaria -cuando lo considere necesario- para la realización de estudios de planeamiento detallado.

## **2. CRITERIOS PARA PREPARAR LA INFORMACIÓN.**

Las modificaciones del sistema deben cumplir con los criterios de confiabilidad.

La información debe incluir, además del sistema existente, la conexión propuesta y las previsiones futuras.

Cada Usuario deberá considerar el efecto en la conexión de un tercero integrado a un sistema, ya sea existente o proyectado.

## **3. INFORMACIÓN REQUERIDA.**

### **3.1. ESQUEMA DEL SISTEMA DEL USUARIO.**

Cada Usuario deberá presentar un diagrama unifilar mostrando la disposición existente y la propuesta, incluyendo la conexión a la red.

### **3.2. ESQUEMA DE CONEXIÓN.**

Para el punto de conexión a la red se debe presentar un diagrama unifilar con la siguiente información:

- a. Configuración de barras
- b. Campos de conexión: transformación, líneas aéreas, cables, compensación reactiva, etc.
- c. Equipos de maniobra
- d. Equipos de medición
- e. Pararrayos
- f. Tensiones de operación
- g. Corrientes nominales de barras y equipos
- h. Previsiones futuras y su posible aplicación
- i. Cargas especiales

### **3.3. CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE CONEXIÓN DEL USUARIO.**

Las características que deben incluir son:

- a. Nombre del nodo
- b. Localización geográfica
- c. Altura sobre el nivel del mar

- d. Puesta a tierra del sistema
- e. Tensión máxima de operación (kV)
- f. Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (kV pico)
- g. Tensión asignada soportada a frecuencia industrial (kV)
- h. Tensión asignada soportada a maniobra (kV)
- i. Corriente de cortocircuito prevista (kA)
- j. Máxima duración admisible de cortocircuito (s)
- k. Tiempo normal de aclaración de una falla por protección principal (ms)
- l. Tiempo de aclaración de una falla por protección de respaldo (ms)
- m. Impedancia equivalente del sistema del Usuario en el punto de conexión. Debe incluir:

Resistencia de secuencia positiva

Resistencia de secuencia cero

Reactancia de secuencia positiva

Reactancia de secuencia cero

Susceptancia de secuencia positiva

Susceptancia de secuencia cero

Nota: Cuando no haya un punto de división natural o el Transportador considere la impedancia muy baja para el sistema, podrá solicitar al Usuario el envío de características más detalladas.

### **3.4. DATOS DEL SISTEMA DE ALTA TENSIÓN DEL USUARIO.**

Cada Usuario con sistemas existentes o proyectados a 110 kV o mayor, adyacentes a un punto de conexión, debe presentar la siguiente información:

#### **3.4.1. Líneas de transmisión.**

Se requieren los siguientes parámetros (para todos los circuitos):

Tensión nominal (kV)

Circuitos (sencillo o doble)

Longitud

Tensión máxima de operación (kV)

Resistencia de secuencia positiva

Reactancia de secuencia positiva

Susceptancia de secuencia positiva

Resistencia de secuencia cero

Reactancia de secuencia cero

Susceptancia de secuencia cero

### **3.4.2. Transformadores de interconexión.**

Entre la tensión de la red de interconexión y la tensión del sistema del Usuario.

- Capacidad nominal (MVA)

- Devanado alta tensión

- Devanado baja tensión

- Devanado terciario

Tensión asignada, lado de alta tensión (kV)

Tensión asignada, lado de baja tensión (kV)

Tensión asignada, lado de media tensión -terciario- (kV)

Grupo de conexión

Tipo de refrigeración

Impedancia referida a 75°C, a potencia y tensión nominal

- Reactancia de secuencia positiva

Derivación máxima

Derivación nominal

Derivación mínima

- Resistencia de secuencia positiva

Derivación máxima

Derivación nominal

Derivación mínima

- Reactancia de secuencia cero

Cambiador de derivaciones

- Tipo: manual o automático, en carga o sin tensión

- Rango del cambiador de derivaciones

- Valor de variación de cada paso

### **3.4.3. Equipo de compensación reactiva.**

Para todo tipo de compensación reactiva conectado al sistema del Usuario en tensiones iguales o superiores a 110 kV se debe presentar:

Tipo

- Capacitivo-inductivo

- Fijo-variable

Capacitancia a tensión nominal

Inductancia

Característica de excitación de reactores

Rangos de operación en Mvar

Detalles de la lógica de control

Punto y forma de conexión al sistema del Usuario (localización eléctrica, tensión, estrella aterrizada, estrella flotante o delta).

Características del filtro de armónicos, donde sea aplicable

### **3.4.4. Datos de protección de los Usuarios y arreglos de puesta a tierra**

El Transportador requiere información sobre equipo de protección que pueda disparar, transferir disparo o cerrar algún interruptor de un punto de conexión o algún interruptor del Transportador. Se requiere:

Descripción total del esquema de protección, incluyendo ajustes estimados para todos los relés y sistemas de protección instalados o a ser instalados en el sistema del Usuario.

Una descripción de los recierres incluyendo tipo y tiempos.

Una descripción total, incluyendo ajustes estimados, de todos los relés y sistemas de protección instalados o a ser instalados en: generadores, transformadores de generadores, transformadores de subestación y las conexiones asociadas.

Para unidades generadoras con interruptor de máquina, tiempos de despeje de fallas en la zona del generador.

El tiempo de despeje de fallas más probable para fallas en el sistema del Usuario directamente conectado al Sistema de Transmisión Nacional -STN-.

Detalles de la forma de conexión permanente a tierra del sistema incluyendo valores de impedancia.

### **3.4.5. Datos para calcular sobretensiones transitorias**

Para la coordinación de aislamiento el Transportador necesita calcular sobretensiones transitorias. Cuando el Transportador lo requiera, el Usuario deberá enviar los datos listados a continuación relativos al sitio de conexión ya sea existente o proyectado:

Disposición de barras, incluyendo dimensiones y geometría, además de parámetros eléctricos de los equipos asociados como: transformadores de corriente, transformadores de tensión, pasatapas y aisladores soporte.

Parámetros físicos y eléctricos de líneas, cables, transformadores, reactores y equipo de compensación en paralelo conectado a la barra o por líneas y cables a la barra. Esta información se requiere para calcular la impedancia de onda.

Especificación detallada de todos los aparatos conectados directamente o por líneas y cables a la barra, incluyendo niveles de aislamiento.

Características de protección de sobretensión en los barrajes, en los terminales de línea y cables, y en equipos conectados a las barras.

Niveles de falla y aportes de las unidades generadoras y las subestaciones de potencia adyacentes conectadas a través de líneas o equipos a las barras.

Datos de transformadores de unidades generadoras y subestaciones de potencia:

- Núcleos de tres (3) o cinco (5) columnas, o unidades monofásicas
- Densidad de flujo pico de operación a tensión nominal

### **3.4.6. Datos adicionales para nuevos tipos de subestaciones de potencia y configuraciones.**

Se entiende que este apéndice no incluye datos de nuevos tipos de configuración y arreglos operacionales de subestaciones de potencia que surjan en el futuro, por lo cual el Transportador podrá solicitar datos adicionales para poder representar correctamente el comportamiento de tales plantas y equipos en el sistema en caso de que los datos de este anexo sean insuficientes para la ejecución de los estudios.

**JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO**

Presidente

**EVAMARÍA URIBE TOBÓN**

Director Ejecutivo

**CÓDIGO DE REDES.**

**CÓDIGO DE CONEXIÓN.**



## **1. DEFINICIÓN.**

El Código de Conexión (CC) establece los requisitos técnicos mínimos para el diseño, construcción, montaje, puesta en servicio, operación y mantenimiento que todo Usuario debe cumplir por o para su conexión al Sistema de Transmisión Nacional (STN).

## **2. OBJETIVOS.**

El CC tiene dos objetivos, primero, el de garantizar que todos los Usuarios conectados al STN tengan los mismos derechos y deberes y, segundo, el de garantizar que todos los Transportadores cumplan sus obligaciones en conformidad con lo dispuesto por la Ley 142 de 1994 "Servicios Públicos Domiciliarios", la Ley 143 de 1994 "Ley Eléctrica", sus Decretos Reglamentarios y por las Resoluciones promulgadas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG).

## **3. APLICACIÓN.**

El CC se aplica a cualquier Usuario conectado al STN y a cualquier conexión entre diferentes Transportadores, ya sean conexiones tanto preexistentes en operación o construcción como postuladas en el futuro.

Los usuarios comprenden:

Generadores conectados directa o indirectamente al STN.

Distribuidores locales conectados directa o indirectamente al STN.

Transportadores de sistemas de transmisión regionales conectados directamente al STN.

Grandes Consumidores conectados directa o indirectamente al STN.

Transportadores del STN y sus conexiones entre sí.

## **4. OBLIGACIONES DE LOS TRANSPORTADORES Y DE LOS USUARIOS PARA EL ACCESO AL STN Y PROPIEDAD DE LOS EQUIPOS DE CONEXIÓN.**

### **4.1. OBLIGACIONES DE LOS TRANSPORTADORES.**

#### **4.1.1. Punto de Conexión.**

En conformidad con el Código de Planeamiento, en toda solicitud de conexión, el Transportador, previa autorización de la UPME, debe efectuar los estudios de viabilidad técnica y económica. Si la conexión es viable técnica y económicamente y es aprobada por la UPME, el Transportador debe ofrecer al Usuario un Punto de Conexión del nivel a 220 kV o tensión superior, a partir del cual el Usuario podrá realizar la conexión. En general, el Punto de Conexión es el barraje a 220 kV o tensión superior de una de las subestaciones existentes en el STN, o el barraje a 220 kV o tensión superior de una nueva subestación que según el estudio de viabilidad se necesite construir.

Si la conexión es viable técnica y económicamente, pero el Transportador no posee los recursos financieros para ofrecer el Punto de Conexión, el Usuario podrá, si así lo desea, acometer con sus propios recursos la construcción del Punto de Conexión, pero cumpliendo con los requisitos del CC y el Contrato de Conexión.

#### **4.1.2. Otras Obligaciones.**

El Transportador debe cumplir con los requisitos técnicos generales de la conexión indicados en el Numeral 7.

El Transportador debe efectuar los estudios de la solicitud de conexión, según lo establecido en el Código de Planeamiento y, verificar que el Usuario cumpla el CC.

El Transportador debe cumplir los requisitos técnicos mínimos para conexiones existentes y/o nuevas del STN y, formalizar el Contrato de Conexión que regule sus relaciones técnicas, administrativas y comerciales. El Transportador interesado en conectarse al sistema de transmisión de otro Transportador, se asimilará como un Usuario y, en consecuencia debe cumplir todos los requisitos establecidos para su conexión al STN.

#### **4.2. OBLIGACIONES DEL USUARIO.**

El Usuario debe pagar al Transportador los costos incurridos por la realización de los estudios que ocasionen la solicitud de conexión.

La conexión de Usuarios al STN exige a los primeros el pago de los cargos, donde sea aplicable, asociados a la conexión, uso y servicios de red según lo establecido por la CREG.

El Usuario debe cumplir las normas técnicas de diseño, construcción, montaje, puesta en servicio, operación y mantenimiento de sus instalaciones y equipos, según lo establecido en los Numerales 7, 8, 9 y 10.

La operación y el mantenimiento de la conexión la podrá efectuar el Transportador o el Usuario según se convenga en el Contrato de Conexión, pero en cualquier caso se hará con sujeción al Código de Operación según instrucciones operativas emanadas del Centro Nacional de Despacho (CND).

El mantenimiento debe ser de calidad y oportunidad tal que se traduzca en máxima disponibilidad de la conexión.

Los Usuarios que, realizan actividades de generación, transmisión, distribución o consumo, tanto en la actualidad como en el futuro y planeen conectarse al STN, deben cumplir las condiciones establecidas en el Código de Redes y las condiciones particulares para cada Usuario establecidas en el Contrato de Conexión.

#### **<Doctrina Concordante>**

*Concepto CREG 279 de 2006*

#### **4.3. PROPIEDAD DE LOS EQUIPOS DE CONEXIÓN.**

Cuando el ofrecimiento del punto de conexión requiera el seccionamiento de uno o más circuitos del STN, el Transportador será responsable del diseño y la construcción de las nuevas líneas (variantes) y los correspondientes módulos terminales de maniobra en el punto de conexión. La propiedad de las nuevas líneas y módulos terminales (equipos de potencia, control, protecciones, medida, registro, comunicaciones y demás equipos) será del Transportador, independientemente que dichos módulos se encuentren, o no, localizados en subestaciones de otro propietario. De esta forma, las nuevas líneas y sus módulos terminales mantendrán un único propietario, o sea del Transportador dueño de las líneas o circuitos que hayan sido seccionadas.

La propiedad de los equipos que permiten el acceso del Usuario al punto de conexión ofrecido por el Transportador puede ser del Usuario o del Transportador, en este último caso causarán cargos de

conexión. En el Contrato de Conexión se consignarán todas las obligaciones económicas, técnicas, jurídicas que sean aplicables entre Usuario y Transportador en el sitio de conexión y se establecerán los límites de propiedad de los equipos y de los predios.

## **5. PROCEDIMIENTO DE LA CONEXIÓN.**

El proceso de la conexión se inicia con la firma del Contrato de Conexión y se termina con la puesta en servicio de la conexión.

### **5.1. PARA CONEXIONES NUEVAS (A PARTIR DE LA APROBACIÓN DEL CÓDIGO DE REDES).**

Para conexiones nuevas al STN el usuario debe cumplir los siguientes pasos:

#### **Paso 1.**

Con el concepto favorable de la conexión emitido por la UPME y en coordinación con el Código de Planeamiento, se debe convenir y firmar el Contrato de Conexión según lo estipulado en el Numeral 6.

#### **Paso 2.**

El Usuario debe elaborar los diseños, planos, memorias de cálculo y especificaciones para la adquisición de los equipos y materiales electromecánicos y electrónicos y para la construcción de las obras civiles y el montaje, que son necesarios para la construcción de la conexión del Usuario al Punto de Conexión ofrecido por el Transportador y, si es del caso, para la construcción de la nueva subestación o ampliación de una existente del STN.

El diseño debe cumplir con los requerimientos técnicos indicados en los Numerales 7, 8, 9 y 10 además de los lineamientos aplicables, establecidos en los Anexos CC.1 a CC.7.

La especificación de los equipos y la elaboración de los planos deben cumplir las normas internacionales IEC o sus equivalentes y las nacionales NTC (Normas Técnicas Colombianas), que sean aplicables.

#### **Paso 3.**

El Usuario debe presentar para aprobación del Transportador los diseños, memorias de cálculo, especificaciones y planos, incluyendo como mínimo:

Lista de normas utilizadas.

Configuración de la conexión y consideraciones técnicas de confiabilidad y seguridad para el STN.

Diagramas unifilares y elementales como por ejemplo distribución de corriente continua y corriente alterna, enclavamientos, el sistema de protección, control.

Planos de la conexión, según lo especificado en el Numeral 11.4 y Anexo CC.7.

Plantas y cortes (Anexo CC.7).

Características técnicas requeridas para los equipos de patio, servicios auxiliares, protección, control y supervisión que correspondan a las exigencias del CC.

Los esquemas de protección y criterios para sus ajustes, equipos de medida para efectos comerciales/tarifarios, tablero frontera para supervisión y equipo registrador de fallas. Estos deben corresponder con las exigencias del CC.

Los esquemas de los sistemas de telecomunicaciones, indicando la integración al CND o CRD de su cobertura, todos los equipos propuestos, sus características técnicas, las frecuencias de operación aprobadas por el Ministerio de Comunicaciones, los tipos de servicios de comunicaciones que se implementarán, y demás información necesaria para probar los sistemas, según lo requerido en el Anexo CC.3.

Las Reglas de Seguridad aplicables en el Sitio de Conexión que sea frontera con el STN. Los procedimientos de puesta a tierra y de aislamientos deben satisfacer los requerimientos del Transportador (Numerales 7.6, 8.2.5 y 9.2.3).

La información requerida para la supervisión y control (Según Anexo CC-6), lectura y registro de medidas de información comercial según lo requerido en el Código de Medida.

El Transportador en un plazo de dos (2) meses debe revisar y aprobar los diseños. Si el Transportador solicita correcciones o ampliaciones de la información, el plazo se contará a partir de la fecha en que el Usuario haya completado toda la documentación.

#### **Paso 4.**

Después de aprobados los diseños, el Usuario puede iniciar los procesos de compra de los equipos y presentar reportes de pruebas tipo que satisfagan los requerimientos de las normas IEC, ANSI o NTC. Los fabricantes deben adjuntar certificados de aseguramiento en conformidad con las normas ISO serie 9000.

El Usuario debe enviar para información del Transportador las características técnicas garantizadas de los equipos finalmente adquiridos.

#### **Paso 5.**

Antes del inicio de la construcción de las obras civiles y del montaje del equipo se debe informar al Transportador la programación de los trabajos principales y el nombre de la firma interventora contratada por el Usuario. Además se debe presentar:

Un juego de planos "Aprobados para Construcción" de las obras civiles.

El otorgamiento legal de todas las servidumbres para la conducción de energía eléctrica sobre el corredor definido para la nueva conexión.

La licencia de construcción de la(s) subestación(es) y el(los) certificado(s) de libertad que demuestre(n) la(s) propiedad(es) del(os) predio(s) donde se instalará(n) la(s) subestación(es) de la nueva conexión.

#### **Paso 6.**

Se debe informar al Transportador la fecha de inicio de las pruebas de puesta en servicio y solicitar la supervisión de pruebas en sitio de los equipos e instalaciones.

El modelo del protocolo de pruebas de puesta en servicio se debe entregar al Transportador con dos (2) meses de anticipación para revisión y aprobación, y será devuelto un mes antes de la fecha de

puesta en servicio. Conjuntamente con el protocolo se debe enviar un juego completo de la última versión actualizada de planos eléctricos, unifilares, elementales y de disposición de los equipos de la conexión de la subestación.

Se deben cumplir los requisitos para la puesta en servicio de la conexión, especificados en el Numeral 10.

#### **Paso 7.**

Después de ejecutadas las pruebas, aceptada la instalación y aprobado el informe de cumplimiento de normas, se autorizará la conexión y puesta en servicio de la instalación.

#### **Paso 8.**

Toda modificación deberá ser informada al Transportador, para su estudio y aprobación.

#### **Paso 9.**

En adelante, la operación y mantenimiento se deben hacer en conformidad con el Código de Operación y con el Contrato de Conexión.

### **5.2. PARA CONEXIONES EN OPERACIÓN O EN CONSTRUCCIÓN ANTES DE LA DEL CÓDIGO DE REDES.**

#### **5.2.1. Para Usuarios.**

Las conexiones que estén en operación o estuviesen en construcción antes de la aprobación del Código de Redes tendrán un plazo máximo de cuatro (4) años después de la fecha de aprobación del Código de Redes, para ajustarse a los requisitos técnicos mínimos de telecomunicaciones, protecciones, registro de fallas, supervisión y control establecidos en los anexos CC.3 a CC.6. Si transcurrido el plazo el Usuario no cumple con estos requisitos técnicos mínimos, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) establecerá la penalización a que diere lugar.

#### **Paso 1.**

<Paso modificado por la Resolución CREG- 61 de 1995. El nuevo texto es el siguiente:> Cada Usuario con la colaboración de un representante del transportador debe elaborar una evaluación del estado de la conexión en relación con los requerimientos mínimos establecidos en los Anexos CC-3 y CC-6.

El informe de ajuste resultante de la evaluación, junto con su cronograma, para cumplir los requerimientos, se debe entregar al Transportador a más tardar un año después de la aprobación del Código de Redes.

*<Notas de vigencia>*

*- Paso modificado por el artículo 1o. de la Resolución CREG- 61 de 1995*

*<Legislación anterior>*

*Texto original de la Resolución 25 de 1995:*

*Paso 1.*

*Cada Usuario con la colaboración de un representante del Transportador debe elaborar una evaluación del estado de la conexión en relación con los requerimientos técnicos mínimos establecidos en los Anexos CC-3 a CC-6.*

*El informe de ajuste resultante de la evaluación, junto con su cronograma, para cumplir los requerimientos, se debe entregar al Transportador a más tardar seis (6) meses después de la fecha de aprobación del Código de Redes.*

## **Paso 2.**

Se debe suscribir con el Transportador el Contrato de Conexión, el cual debe incluir, entre otros, los compromisos de ajustes expresados en el paso 1 ó en su defecto la obligación de realizar la evaluación en los seis (6) meses siguientes de la firma del Contrato de Conexión y en los términos y condiciones establecidos en el artículo 50. de la Resolución CREG - 002 de noviembre 2 de 1994.

## **Paso 3.**

Se debe presentar al Transportador un reporte con los parámetros técnicos actualizados de la conexión según el detalle indicado por el Código de Planeamiento.

### **5.2.2. Para transportadores.**

Las conexiones entre Transportadores que estén en operación o en construcción antes de la vigencia de la presente resolución deben cumplir con los requisitos técnicos mínimos de Telecomunicaciones, Protecciones, Registro de Fallas, Supervisión y Control establecidos en los Anexos CC.3 a CC.6. El plazo máximo para ajustarse a los requisitos técnicos mínimos es de cuatro (4) años contados a partir de la aprobación del Código de Redes. Si pasado este tiempo, el Transportador responsable de los ajustes no cumple con los requisitos técnicos mínimos, la SSPD establecerá la penalización a que dé lugar. Igualmente deben cumplir con lo dispuesto en el Código de Medida, y en el Código de Operación.

## **Paso 1.**

<Paso modificado por la Resolución CREG- 61 de 1995. El nuevo texto es el siguiente:> Cada Transportador debe elaborar una evaluación del estado de su(s) conexión(es) con otros Transportadores en relación con los requerimientos mínimos establecidos en los Anexos CC-3 y CC-6. Para elaborar la evaluación de cada conexión los Transportadores involucrados deben nombrar un representante con autoridad para firmar la evaluación y los compromisos que de él se deriven.

La evaluación se debe entregar a la UPME a más tardar un año después de la fecha de aprobación del Código de Redes, adicionando un cronograma de actividades y compromisos para ajustar la conexión a los requisitos técnicos mínimos exigidos.

*<Notas de vigencia>*

*- Paso modificado por el artículo 20. de la Resolución CREG- 61 de 1995*

*<Legislación anterior>*

*Texto original de la Resolución 25 de 1995:*

*Paso 1.*

*Cada Transportador debe elaborar una evaluación del estado de su(s) conexión(es) con otro(s) Transportadores en relación con los requerimientos técnicos mínimos establecidos en los Anexos CC.3 a CC.6. Para elaborar la evaluación de cada conexión, los Transportadores involucrados deben nombrar un representante con autoridad para firmar la evaluación y los compromisos que de él se deriven.*

*La evaluación se debe entregar a la UPME a más tardar seis (6) meses después de la fecha de aprobación del Código de Redes, adicionando un cronograma de actividades y compromisos para ajustar la conexión a los requisitos técnicos mínimos exigidos.*

## **Paso 2.**

Se debe suscribir con el Usuario el Contrato de Conexión, el cual debe incluir, entre otros, los compromisos de ajustes expresados en el paso 1 ó en su defecto la obligación de realizar la evaluación en los seis (6) meses siguientes de la firma del Contrato de Conexión y en los términos y condiciones establecidos en el artículo 50. de la Resolución CREG - 002 de noviembre 2 de 1994.

## **Paso 3.**

Se debe presentar al Transportador un reporte con los parámetros técnicos actualizados de la conexión, según el detalle indicado por el Código de Planeamiento.

## **6. CONTRATO DE CONEXIÓN.**

El Contrato de Conexión, tanto para conexiones nuevas como para existentes, deberá incluir la siguiente información básica:

Definición de toda la terminología utilizada y la forma cómo debe interpretarse el Contrato.

Determinación del objeto y el alcance del Contrato en términos generales, incluyendo las obligaciones que se impongan a los Transportadores y a los Usuarios.

Documentos que hacen parte del Contrato y rigen su interpretación y alcance:

- Las Leyes Nos. 142, 143 de 1994 y sus decretos regulatorios.
- Las resoluciones vigentes de cargos de conexión y transporte de energía emitidas por la CREG.
- El Código de Redes en toda su integridad.

Cargos por conexión al STN:

- Exigencia a los Usuarios del pago de los cargos a que hubiese lugar, forma de facturación y pago.
- Programa para la conexión.
- Frecuencia de revisión de los cargos.
- Información que el Usuario debe suministrar al Transportador para que éste pueda calcular los cargos correspondientes.

Obras y equipos que hacen parte de la conexión, según la Resolución CREG 001 de 1994, artículo 21.

Límites físicos de la propiedad:

- Del inmueble.
- En alta y baja tensión.
- En los circuitos de protecciones.
- En los circuitos de sincronización.
- En los circuitos de control.
- En el registrador cronológico de eventos y registrador de fallas.
- En telecomunicaciones, telecontrol.
- En los circuitos de medida, telemedida.
- En el sistema contra incendio y
- Los aspectos que en general sea necesario especificar.

El Contrato establecerá los aspectos operacionales del sistema en condiciones normal y de emergencia.

Convenir la responsabilidad y las condiciones técnicas de la operación y mantenimiento, programado y correctivo, para coordinar su ejecución de tal forma que se reduzcan los tiempos de indisponibilidad de equipos y/o líneas.

Derechos y condiciones de acceso de personal a las instalaciones.

Definir los servicios prestados entre las partes como:

- La operación.
- El mantenimiento.
- Las comunicaciones.
- Los servicios auxiliares en baja tensión, entre otros.
- Préstamo o arriendo de equipo.
- Servicios de supervisión e información.

En el Contrato se debe especificar que las partes cumplan con el Código de Seguridad Industrial del Sector Eléctrico.

Establecer la supervisión de:

- El Contrato de Conexión, para operación y mantenimiento.



- La operación en aspectos como la jerarquía de operación, normas o consignas operativas, instrucciones de servicio, información general.

- El mantenimiento en relación con los programas de mantenimiento, protocolos y normas, repuestos y medios, accesos, mantenimiento correctivo entre otros.

El Usuario deberá elaborar las solicitudes de modificaciones que se requieran para conectarse. Esta solicitud debe dirigirse al Transportador y cumplir con los siguientes requisitos:

- La aprobación por parte del transportador.

- Las licencias técnicas que fijen las condiciones técnico-económicas.

- Firmar el Contrato de Conexión.

- Fijar los cargos de supervisión de acuerdo a la legislación vigente.

Las partes se obligan a comunicarse cualquier cambio en las informaciones contenidas en el Contrato de Conexión.

El Contrato debe especificar que el Transportador se compromete a que toda la información que le suministre el Usuario será confidencial (a menos que se den autorizaciones específicas para hacer pública tal información). Del Usuario también se requerirá que la información obtenida del Transportador sea confidencial.

Definir las responsabilidades para todos los servicios pactados entre las partes.

Debe otorgarse el mandato al Transportador para hacer uso eventual de la garantía de los equipos.

El Usuario debe informar al Transportador las garantías de estabilidad de la obra suscritas.

Las partes deben dejar constancia de que el personal que operará y realizará los trabajos de mantenimiento y de supervisión de operación y mantenimiento cuentan con un seguro integral ante eventuales accidentes de trabajo.

Establecer qué tipo de documentación debe entregarse al transportador antes de la fecha de energización y los plazos para su trámite.

Definir el procedimiento a seguir cuando se deban resolver cuestiones, disputas o divergencias que surjan entre las partes.

Las partes definirán la jurisdicción nacional.

Las partes para efecto de la correspondencia comercial deben fijar sus domicilios comerciales.

Se debe especificar la duración y terminación del Contrato.

Se deben especificar causales de modificaciones al Contrato (estipulaciones y leyes de la nueva estructuración del Sector Eléctrico Colombiano).

Incluir un listado de Anexos que contengan los documentos relacionados con el Contrato de Conexión.

Si el punto de conexión consiste en una ampliación de una subestación existente, además de lo anterior, el Contrato deberá incluir:

- Aprobación del Transportador a la programación y la forma cómo se realizarán los trabajos de interfaz entre los equipos nuevos y los existentes en las partes de potencia, control, protecciones, medida, registros, sistema contra incendio, etc. Con base en esta información el CND programará las desenergizaciones requeridas.

- Programa de desenergizaciones de líneas o equipos necesarias para hacer los trabajos de interfaz. La indisponibilidad de una línea y/o equipo por condiciones del STN no dará lugar a reclamaciones de parte del Usuario pero éste podrá solicitar una explicación de tal impedimento en caso de que vea afectado económicamente.

El Contrato de Conexión consistirá de todos o algunos de los puntos anteriores, dependiendo de si es una nueva conexión o una conexión existente, según lo establecido en el Numeral 5.

## **7. REQUISITOS TÉCNICOS GENERALES DE LA CONEXIÓN.**

En este numeral se presentan los requisitos técnicos generales que deben cumplir todos los equipos de los Usuarios en las distintas partes y en los diferentes casos de conexión al STN que se pueden presentar. Los requisitos técnicos particulares de la conexión STN / Generador y la conexión STN / Distribuidor - Gran Consumidor se presentan en los Numerales 8 y 9.

Las responsabilidades en el Sitio de Conexión son las indicadas en el Numeral 11. Aspectos técnicos particulares de cada conexión, incluyendo operación y mantenimiento, se deben consignar en el Contrato de Conexión.

Los Transportadores deben garantizar, según lo previsto por el Código de Redes, que el sistema de transmisión cumple con criterios técnicos de diseño en relación con la parte del sistema de transmisión del lado Transportador en el Punto de Conexión con un Usuario. En relación con los criterios operacionales la responsabilidad de los Transportadores y de los Usuarios es la definida en el Código de Operación.

Los siguientes parámetros técnicos del Sistema Interconectado Nacional (SIN) se deben tener en cuenta por parte del Usuario en el diseño del equipo que se conecte al STN.

### **7.1. SUBESTACIONES.**

La configuración de una nueva subestación de alta tensión a 220 kV o tensión superior o de la conexión a una subestación existente debe ser tal que, como mínimo permita efectuar el mantenimiento al equipo de interrupción de cualquier circuito de la subestación, sin interrumpir la continuidad del flujo de potencia por dicho circuito y, que permita la discriminación de propiedad entre el Transportador y el Usuario para efectos de operación y mantenimiento. Con este requisito se persigue que el STN pueda conservar o mejorar los niveles de confiabilidad y seguridad de la operación del SIN.

Los interruptores de potencia, seccionadores, cuchillas de puesta a tierra, transformadores de potencia, transformadores de tensión, reactores, transformadores de corriente, pararrayos, bujes, equipos de neutro, condensadores, trampas de onda, acoplamientos de telecomunicaciones, protecciones, control análogo y digital y telecomunicaciones, y los requerimientos de aislamiento externo y coordinación de aislamiento en el Sitio de Conexión STN/Usuario deben cumplir con las normas IEC, ANSI y NTC aplicables, en el momento de su diseño.

Los equipos y materiales de las subestaciones deben ser diseñados, fabricados y probados por fabricantes o entidades que cumplan con los requisitos de aseguramiento de la calidad, según normas ISO serie 9000.

Los requisitos técnicos de selección de configuración, localización, selección de equipos de patio, etc., tanto para el caso de una nueva subestación como para el caso de la ampliación de una subestación existente se complementan en el Anexo CC. 2.

## **7.2. LÍNEA DE TRANSMISIÓN PARA ACOMETIDA AL STN.**

<Numeral modificado por el artículo 1o. de la Resolución CREG- 93 de 1996. El nuevo texto es el siguiente:> Por exigencias propias de confiabilidad y seguridad de la operación del SIN y del STN, no se permitirán conexiones permanentes en "T". Para casos excepcionales, el CNO podrá autorizar conexiones transitorias, ya sea que se trate de la conexión de un generador, de un transportador, o de una línea de refuerzo al Sistema de Transmisión Nacional. En estos casos, la nueva conexión no debe afectar la confiabilidad de los agentes ya conectados al sistema, para lo cual se presentará solicitud al CNO para el estudio de la conexión provisional. La decisión del CNO deberá sustentarse y consignarse en acta, en donde además se establecerá el período máximo de la situación transitoria de la respectiva conexión. El diseño de la línea de transmisión deberá cumplir con las especificaciones del anexo CC1 y se someterá a la aprobación del transportador.

### **<Notas de vigencia>**

- Numeral modificado por el artículo 1o. de la Resolución CREG- 93 de 1996

- Numeral modificado por el artículo 1o. de la Resolución CREG- 62 de 1996

### **<Legislación anterior>**

#### **Texto original de la Resolución 62 de 1996:**

#### **7.2 LÍNEA DE TRANSMISIÓN PARA ACOMETIDA AL STN**

*Por exigencias propias de confiabilidad y seguridad de la operación del SIN y del STN, no se permitirán conexiones permanentes en "T". Para casos extraordinarios, el CNO podrá autorizar conexiones transitorias siempre y cuando se trate de la conexión de un generador. En estos casos el agente presentará solicitud al CNO para el estudio de la conexión provisional. El concepto emitido por el CNO deberá sustentarse y consignarse en acta. El diseño de la línea de transmisión deberá cumplir con las especificaciones del anexo CCI y se someterá a la aprobación del transportador.*

#### **Texto original de la Resolución 25 de 1995:**

*7.2. Línea de transmisión para acometida al STN. Por exigencias propias de confiabilidad y seguridad de la operación del SIN y del STN, no se permitirán conexiones en " T ", ni aún provisionalmente, de líneas de transmisión o transformadores a líneas del STN. El diseño de la línea de transmisión deberá cumplir las especificaciones del Anexo CC.1 y se someterá a aprobación del Transportador.*

## **7.3 CARGA.**

El Usuario debe garantizar y comprobar con estudios técnicos que la carga conectada al STN cumpla los requisitos por contenido de armónicos establecidos en la norma IEEE 519 y por desbalance de fases y fluctuaciones de tensión que establezca la norma NTC o en su defecto por las normas internacionales.

Se exigirán mediciones de armónicos durante la puesta en servicio, siguiendo todos los procesos de uso de las cargas estableciendo mediciones por lo menos de una semana. Estas mediciones deberán estar de acuerdo con los estudios presentados.

#### **7.4 FRECUENCIA.**

El valor nominal de la frecuencia del SIN colombiano es de 60,00 Hz.

Las tolerancias y variaciones operacionales están definidas en el Código de Operación.

#### **7.5 TENSIÓN.**

La tensión nominal del STN es de 220 kV y 500 kV. No obstante, para efectos de diseño de nuevas instalaciones, se exige una tensión nominal de 230 kV.

Las variaciones de tensión permitidas están definidas en el Código de Operación.

#### **7.6 PUESTA A TIERRA.**

Para tensiones de 220 kV y superiores, el neutro del STN debe estar efectivamente puesto a tierra, con un factor de puesta a tierra no mayor que el 80 %. Es decir, para cualquier configuración del sistema, la relación entre la reactancia de secuencia cero y la reactancia de secuencia positiva debe ser menor que 3, y además, la relación entre la resistencia de secuencia cero y la resistencia de secuencia positiva debe ser menor que 1.

#### **7.7 CALIDAD DE LA FORMA DE ONDA DE TENSIÓN.**

El STN en cada Punto de Conexión, debe garantizar que la forma de onda de tensión, sin el usuario conectado, con respecto a contenido de armónicos y desbalance de fases cumplirá los requerimientos de la Norma NTC o en su defecto con los de la Norma IEEE 519.

Cuando el Usuario está conectado a la red el valor de distorsión armónico total y armónico individual en el punto de conexión no deberá exceder los valores establecidos en la NTC o en su defecto en la Norma IEEE 519.

#### **7.8 FLUCTUACIONES DE TENSIÓN.**

No deberá existir el efecto titileo (flicker) debido a las perturbaciones instantáneas de la red.

Las fluctuaciones de tensión en el Punto de Conexión, con una carga variable directamente conectada al STN, no deben exceder los valores establecidos por la norma NTC o en su defecto por los de la Norma IEC 555 - 3.

### **8. REQUISITOS PARTICULARES PARA LA CONEXIÓN DE GENERADORES AL STN.**

#### **8.1 REQUISITOS TÉCNICOS DE LA CONEXIÓN.**

##### **8.1.1 Equipo de interrupción.**

Toda conexión entre un Generador y el STN debe ser controlada por interruptores de potencia capaces de interrumpir la máxima corriente de cortocircuito en el Punto de Conexión. En los estudios indicados en el Código de Planeamiento se darán los valores de corriente de cortocircuito y la capacidad de los interruptores de potencia del STN en puntos de conexión existentes y futuros.

### **8.1.2 Equipo de protección.**

Las protecciones de las unidades de generación y sus conexiones al STN deben cumplir los siguientes requisitos para reducir a un mínimo el impacto en el STN por fallas en los circuitos de propiedad de los Generadores:

Los tiempos de despeje de las protecciones primarias por fallas en los equipos del Generador directamente conectado al STN y por fallas en la parte de la STN directamente conectada al equipo del Generador, desde el inicio de falla hasta la extinción del arco en el interruptor de potencia, no debe ser mayor que:

80 ms en 500 kV.

100 ms en 220 kV.

En el evento de no operación de los sistemas de protección primarios, el Generador debe proveer una protección de respaldo con tiempo de despeje de falla no mayor de 300 ms por fallas en la conexión de alta tensión del Generador.

Cuando la unidad de generación está conectada a los niveles de 220 kV o tensiones superiores del STN, el Generador debe proveer una protección de falla de interruptor, la cual debe ordenar el disparo de todos los interruptores de potencia locales o remotos que garanticen el despeje de la falla en un tiempo ajustable entre 100 ms y 500 ms después de detectada la condición de falla de interruptor.

Adicionalmente, el Generador debe proveer las siguientes protecciones que minimizan el impacto sobre el STN:

- Protección por deslizamiento de polos, la cual se exigirá según los requerimientos de operación del STN.

- Protección de alta y baja frecuencia según los límites especificados en el Código de Operación.

### **8.1.3 Equipo de medición comercial.**

El Generador debe proveer la infraestructura y equipo necesario para llevar la información que se requiera de medición tarifaria de acuerdo con lo establecido en el Código de Medida.

### **8.1.4 Equipos de telecomunicaciones.**

Para asegurar el correcto control operativo entre Generador y Centro Regional de Despacho (CRD) y/o CND, según se consigne en el Contrato de Conexión, se deben establecer servicios de telecomunicaciones, según los siguientes requisitos:

- Servicio de telefonía operativa

La telefonía operativa es el servicio por el cual el ingeniero/operador del Generador y el ingeniero/operador del CRD o CND, responsables del control del sistema, se comunican entre sí, tanto

en condiciones de operación normal como de emergencia. Debe haber como mínimo un abonado telefónico de la red operativa del CND o CRD en el Sitio de Conexión- lado Generador.

- Teleprotección.

- Servicio de comunicación de emergencia.

En general, la comunicación de emergencia podrá ser servida por una estación base de la red móvil del Transportador, u otros medios como red pública conmutable, telefonía celular, que provea comunicación para actividades de mantenimiento y respaldo en los casos de colapso de la telefonía operativa. Su implementación en el Sitio de Conexión del lado Generador se determina en el Contrato de Conexión.

- Servicio de telefax.

Se debe instalar un servicio de telefax en el Sitio de Conexión del lado Generador, para la circulación de documentos durante el control operativo.

En el Contrato de Conexión se debe consignar el medio para el servicio de telefax.

Además de los anteriores servicios de telecomunicaciones requeridos, se debe proveer la infraestructura en las comunicaciones para llevar la información siguiente desde el Punto de Conexión al CND o CRD que pertenezca:

- Equipo de supervisión y control, según Anexo CC.6.

- Equipo de registro de fallas, según Numeral 8.1.5 y Anexo CC.5.

- Información comercial, según Código de Medida.

El Generador debe garantizar un sistema de comunicaciones confiable entre su instalación y el CND o CRD respectivo.

Si el Transportador requiere que el Generador instale, como parte de su equipo de conexión al STN, equipo de protecciones cuyo esquema contemple una o varias teleseñales, deberá hacer las provisiones del caso en su equipo de telecomunicaciones.

Los anteriores requisitos se complementan con lo establecido en el Anexo CC.3.

#### **8.1.5 Equipo registrador de fallas.**

El Generador debe proveer un sistema registrador de fallas que permita al Transportador supervisar el desempeño de los circuitos de conexión del Generador al STN en el Punto de Conexión. Los requisitos técnicos del sistema registrador de fallas son los especificados en el Anexo CC.5.

#### **8.1.6 Equipo de supervisión y control.**

El Generador debe proveer la infraestructura y equipo necesario para llevar la información que se requiera de supervisión y control al CND o CRD respectivo, de acuerdo con lo establecido en el anexo CC.6 del CC.

### **8.2 REQUISITOS TÉCNICOS DEL GENERADOR.**

Como mínimo se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

### **8.2.1 Puesta a tierra del neutro.**

Los devanados de alta tensión del transformador conectado al STN de cada unidad (o grupo de unidades) de generación, deben estar conectados en estrella (Y) con el punto neutro accesible y efectivamente puesto a tierra, como se definió en el numeral 7.6.

### **8.2.2 Relés de frecuencia.**

Las unidades de generación se deben proveer con relés de frecuencia con rangos de operación que estén dentro de los límites estipulados en el Código de Operación. Estos deben operar para umbral de frecuencia y rata de cambio de frecuencia definidos en el Código anterior.

### **8.2.3 Ajuste de relés.**

El ajuste de los relés serán coordinados (tanto en el momento de la conexión como en el futuro) con referencia al Punto de Conexión para asegurar la desconexión rápida y selectiva de los equipos involucrados en una falla.

El Generador realizará los estudios de coordinación de protecciones y los someterá a aprobación del Transportador. Estos ajustes no podrán ser modificados unilateralmente por el Generador ni por el Transportador.

## **9. REQUISITOS PARTICULARES PARA LA CONEXIÓN AL STN DE DISTRIBUIDORES, GRANDES CONSUMIDORES Y OTROS TRANSPORTADORES.**

### **9.1 EQUIPO DE INTERRUPCIÓN.**

Toda conexión de un Usuario al STN debe ser controlada por uno o más interruptores de potencia capaces de interrumpir la máxima corriente de cortocircuito en el Punto de Conexión. En los estudios indicados en el Código de Planeamiento se darán los valores de corriente de cortocircuito y la capacidad de los interruptores de potencia del STN.

### **9.2 EQUIPO Y ESQUEMA DE PROTECCIÓN.**

Si la conexión requiere la construcción de una nueva subestación para el seccionamiento de líneas de un Transportador, los sistemas locales de protección a instalarse deben ser compatibles técnicamente con los esquemas existentes en los extremos remotos de las líneas seccionadas. Las protecciones principales deben tener principios de operación diferentes entre sí y sus señales de corriente y tensión se deben tomar de diferentes devanados secundarios de los transformadores de corriente y tensión. Se deben instalar protecciones de falla de interruptor y proveer el sistema de teledisparo mediante canales de teleprotección apropiados, tanto para esta protección como para las protecciones principales y de respaldo, cuando lo requieran, y se debe suministrar el sistema de recierre automático monopolar y tripolar de los interruptores de potencia de las líneas.

Si la conexión se hace en una subestación existente de un Transportador, en la ampliación de esta subestación se debe proveer la protección de falla de interruptor y se debe proveer transformadores de corriente compatibles con los existentes para mantener el balance de protección de barras.

El tiempo para despeje de falla de la protección principal en el sistema eléctrico de los Distribuidores, Grandes Consumidores y Transportador, desde el inicio de la falla hasta la extinción del arco en el interruptor de potencia, no debe ser mayor que:

80 ms en 500 kV.

100 ms en 220 kV.

120 ms < 220 kV.

En el evento de no operación de los sistemas de protección destinados al cumplimiento de los anteriores requisitos de tiempos de despeje de falla, el Distribuidor o Gran Consumidor debe proveer una protección de respaldo. La protección de respaldo suministrada por el Distribuidor o Gran Consumidor tendrá un tiempo de despeje de falla no mayor que 300 ms por fallas en sus equipos.

Se debe suministrar una protección de falla de interruptor para el equipo interrupción principal de potencia que corte el intercambio de corriente de falla con el STN. Esta protección debe disparar, de ser necesario, todos los circuitos eléctricamente adyacentes conectados al STN, en un tiempo ajustable entre 200 ms y 500 ms incluyendo los disparos transferidos (remotos) a que dé lugar.

En toda conexión se debe instalar una protección de sobrecorriente direccional a tierra.

Los interruptores de potencia deben tener dos bobinas de disparo diferentes, alimentadas por circuitos de corriente continua diferentes y se debe implementar la supervisión de estos circuitos de disparo.

Los anteriores requisitos se complementan con lo especificado en el Anexo CC.4.

### **9.3 EQUIPO DE TELECOMUNICACIONES.**

Se aplica lo establecido en el Numeral 8.1.4.

### **9.4 EQUIPO DE MEDIDA.**

Los requisitos técnicos del equipo de medida para propósitos de control, supervisión se definen en el Anexo CC.6 y los de medición para fines comerciales que se deben instalar en los nuevos campos de conexión, están consignados en el Código de Medida.

### **9.5 EQUIPO DE REGISTRO DE FALLA.**

El Transportador debe disponer de equipos de monitoreo en el sistema de transmisión que le permitan supervisar el desempeño del equipo y circuitos del STN en el Punto de Conexión.

El Usuario debe instalar un sistema de registro digital de fallas, en el Punto de Conexión, lado Usuario y sus datos se deben transmitir por canales digitales de datos hasta la Estación de Análisis de Fallas que indique el Transportador.

Los requisitos del sistema de registro de fallas se especifican en el Anexo CC.5.

### **9.6 EQUIPO DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.**

Los requisitos técnicos de supervisión y control se detallan en el Anexo CC.6

### **9.7 AJUSTE DE RELÉS.**

Los ajustes de las protecciones se deben coordinar con referencia al Punto de Conexión para asegurar la desconexión rápida y selectiva del equipo en falla. El Transportador y el Usuario deben acordar el intercambio de información necesaria para la elaboración de los estudios de coordinación de



protecciones. El Usuario debe hacer los estudios de coordinación de protecciones y someterlos a aprobación del Transportador.

### **9.8 TRABAJOS EN EQUIPO DE PROTECCIÓN.**

Ninguna protección de barras, ni circuitos de c.a. o c (excepto aquellos con disparo asociado a equipo propio del Usuario) pueden ser intervenidos o alterados por el personal del Distribuidor o Gran Consumidor o tercero en ausencia de un representante del Transportador.

### **9.9 PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.**

Los devanados de alta tensión a 220 kV y tensiones superiores de los transformadores o autotransformadores trifásicos o bancos conectados al STN deben estar conectados en estrella con el neutro efectivamente puesto a tierra. La puesta a tierra y la conexión de los devanados de alta y baja tensión deben ser tales que el factor de puesta a tierra cumpla el requisito del Numeral 7.6.

### **9.10 RELÉS DE FRECUENCIA.**

Cada Distribuidor o Gran Consumidor debe hacer las provisiones de equipo necesarias para facilitar la desconexión automática de demanda por baja frecuencia, según lo requerido por el Código de Operación.

## **10. REQUISITOS PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA CONEXIÓN.**

El Usuario debe entregar con dos (2) meses de anticipación, para revisión y aprobación por parte del Transportador, el cronograma de actividades y el protocolo de puesta en servicio de la instalación de conexión, los cuales serán devueltos por el Transportador, un mes antes de la fecha prevista para la puesta en servicio. Para autorizar la puesta en servicio, el Usuario debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

*<Doctrina Concordante>*

*Concepto CREG 279 de 2006*

### **10.1 LÍNEA DE TRANSMISIÓN.**

El Usuario debe obtener el visto bueno del Transportador sobre la inspección del estado de la línea de transmisión, incluyendo mediciones de campo de los parámetros de la línea.

### **10.2 TELECOMUNICACIONES.**

El Usuario debe tener operativos y disponibles los equipos y servicios requeridos según lo establecido en el Numeral 8.1.4.

### **10.3 PROTECCIONES.**

El Usuario debe suministrar con tres meses de anticipación a la puesta en servicio un estudio de coordinación de protecciones y calcular los ajustes definitivos. Antes de la puesta en servicio, el Transportador y el Usuario ajustarán las protecciones de los nuevos campos de conexión y otros puntos del STN que se modifiquen en razón de la conexión. Es requisito tener probados y calibrados los relés de protección de acuerdo con dichos ajustes para las pruebas de puesta en servicio.

### **10.4 SISTEMA DE MEDICIÓN COMERCIAL.**

El Usuario debe tener operativo y disponible el sistema de medición comercial de energía, según lo requerido por el Código de Medida.

#### **10.5 SISTEMA DE REGISTRO DE FALLAS.**

El Usuario debe tener disponible y operativo el sistema de registro de fallas con transmisión remota de la información a la Estación de Análisis de Fallas indicada por el Transportador.

#### **10.6 SUPERVISIÓN Y CONTROL.**

Se requiere que la RTU del Usuario haya cumplido exitosamente las pruebas, punto a punto, locales y remotas.

#### **10.7 PRUEBA DE LA CONEXION.**

<Numeral modificado por el artículo 1o. de la Resolución CREG- 216 de 1997. El nuevo texto es el siguiente:> En coordinación con el Transportador, el CND y el CRD respectivo, el Usuario deberá programar la ejecución de pruebas para verificar el comportamiento de los esquemas de protección. Las pruebas se realizarán simulando fallas mediante el procedimiento de inyección digital de protecciones, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de interrupción, protección, control, registro de fallas y telecomunicaciones.

En el caso de proyectos que tengan equipos especiales (compensación serie, compensadores estáticos, FACTS en general), las pruebas que se deberán programar y realizar, consistirán en la ejecución de fallas reales.

Así mismo se deberán programar y ejecutar pruebas sincronizadas por satélite, para aquellos proyectos cuyos esquemas de protección basan su principio de funcionamiento en la comparación de información entre extremos (comparación direccional, onda viajera, comparación de fase).

El objetivo de las pruebas es verificar el correcto funcionamiento del sistema completo, la cual complementa las pruebas individuales de funcionamiento de cada equipo o subsistema. El Transportador supervisará estas pruebas, las aprobará y deberá estar presente durante su ejecución.

Al finalizar las pruebas, el Usuario debe entregar al Transportador un Informe de Pruebas que contenga la información histórica y técnica de las mismas.

Dentro de la información histórica se deben indicar el año de fabricación de los equipos, los fabricantes, la vida útil estimada, la descripción y cantidad de repuestos y las recomendaciones de cada uno de los fabricantes.

Como requisito para la puesta en servicio se deben entregar al Transportador protocolos detallados para la energización de los equipos.

#### ***<Notas de vigencia>***

*- Numeral modificado por el artículo 1o. de la Resolución CREG- 216 de 1997*

#### ***<Legislación anterior>***

***Texto original de la Resolución 25 de 1995:***

*10-7. Prueba de la conexión mediante la ejecución de fallas reales.*

*En coordinación con el Transportador, CND y CRD respectivo, el Usuario deberá programar la ejecución de fallas reales en las líneas con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de interrupción, protección, control, registro de fallas y telecomunicaciones.*

*El objetivo de la prueba es verificar el correcto funcionamiento del sistema completo, la cual complementa las pruebas individuales de funcionamiento de cada equipo o subsistema. El Transportador supervisará estas pruebas, las aprobará y deberá estar presente durante su ejecución.*

*Al finalizar las pruebas, el Usuario debe entregar al Transportador un Informe de Pruebas que contenga la información histórica y técnica de las pruebas y puesta en servicio.*

*Dentro de la información histórica se deben indicar el año de fabricación de los equipos, los fabricantes, la vida útil estimada, la descripción y cantidad de repuestos y las recomendaciones de cada uno de los fabricantes.*

## **11. RESPONSABILIDADES.**

Se definen y asignan las diversas responsabilidades que deben asumir el Transportador, el CND o el CRD y el Usuario conectado directamente al STN en el Sitio de Conexión, en los siguientes términos:

**<Doctrina Concordante>**

*Concepto CREG 279 de 2006*

### **11.1 POR LA CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO.**

Las responsabilidades por la construcción, montaje y puesta en servicio son asumidas por el Transportador y el Usuario según la propiedad que cada uno tenga sobre los equipos en el Sitio de Conexión, y por el CND o CRD y por el Transportador y el Usuario por las consignaciones, libranzas y por la coordinación de maniobras que se deriven de las anteriores actividades.

**<Doctrina Concordante>**

*Concepto CREG 279 de 2006*

### **11.2 POR LA SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS.**

La responsabilidad por la ejecución de trabajos de cualquier índole, será de todas LAS PARTES involucradas en el Sitio de Conexión y deberán cumplir con el Código de Seguridad Industrial del Sector Eléctrico.

### **11.3 POR LA OPERACIÓN CORRECTA DEL EQUIPO.**

Si en el Contrato de Conexión no se consigna lo contrario, la responsabilidad por la operación del equipo del lado Transportador y del lado Usuario se asumirá previendo que:

Tanto el Transportador como el Usuario deben proveer personal capacitado que garanticen la máxima seguridad a las personas y equipos en la ejecución de los trabajos de operación y pruebas en el equipo del lado Usuario y del lado Transportador.

El Transportador no pierde la autonomía operativa de una línea de su propiedad, debido al seccionamiento de la línea para la conexión de Usuarios en puntos intermedios.

La operación local del equipo en un Punto de Conexión del nivel a 220 kV o tensión superior es de responsabilidad del Transportador. Sin embargo, toda maniobra que afecte la continuidad eléctrica de la conexión se debe coordinar entre el Transportador, el CND, el CRD y el Usuario, en conformidad con los procedimientos establecidos para la maniobra de equipos del Código de Operación.

La maniobra remota de los campos de línea por telemando es responsabilidad del CND o CRD, según la relación operativa que corresponda.

En cualquier caso, el Transportador debe atender de inmediato las instrucciones del CND o del CRD tanto en operación normal como para el restablecimiento después de fallas.

La maniobra local del conmutador de derivaciones de transformadores de potencia de un Usuario, conectado en un Punto de Conexión, es responsabilidad del Usuario y CND o CRD. Si la maniobra se ejecuta en posición automática o remota la responsabilidad es del CND o CRD.

Todas las maniobras por mantenimiento o por restablecimiento después de falla, se deben coordinar entre el Transportador, el CND o CRD y el Usuario.

#### **11.4 POR EL MANTENIMIENTO.**

Sí en el Contrato de Conexión no se consigna lo contrario, la responsabilidad por el mantenimiento es asumida por el propietario del equipo y en consecuencia es responsable de la confiabilidad del equipo, traducida en su máxima disponibilidad, según los índices definidos por el Transportador propietario del Punto de Conexión. Los programas o planes de mantenimiento deben ser coordinados con el Transportador con el fin de optimizar la ejecución de los mismos.

El propietario del equipo debe proveer oportunamente los repuestos necesarios para responder por la disponibilidad del equipo, en caso de requerirse algún reemplazo después de una falla del equipo.

Es requisito que el equipo del Usuario en sitio del Transportador sea mantenido adecuadamente según su funcionalidad y asegurando que no constituya una amenaza para la seguridad del equipo o para el personal en el sitio del Transportador. El Transportador tiene derecho de inspeccionar los resultados de las pruebas y los registros de mantenimiento en cualquier momento.

Es requisito que el equipo del Transportador en Sitio de Conexión del Usuario sea mantenido adecuadamente según su funcionalidad y asegurando que no constituya una amenaza para la seguridad del equipo del Usuario o para el personal en el Sitio de Conexión del Usuario. El Usuario tiene el derecho de inspeccionar los resultados de las pruebas y los registros de mantenimiento de tal equipo en cualquier momento.

El ajuste y mantenimiento de los relés de protección de los campos de línea son de la responsabilidad del Transportador y por lo tanto el ajuste no podrá ser modificado unilateralmente por el Usuario para evitar la pérdida de coordinación. Los términos de ésta responsabilidad deberán pactarse en el Contrato de Conexión.

El Transportador y el Usuario pueden consignar en el Contrato de Conexión, convenios específicos de mantenimiento, fijando alcances y costos, cumpliendo con la premisa de responsabilidad asignada a los propietarios, respecto de la máxima disponibilidad de sus equipos.

El Transportador podrá realizar pruebas a los relés de protección para verificar su correcto funcionamiento.

#### **11.5 POR EL SISTEMA DE COMUNICACIONES.**

La responsabilidad por el sistema de comunicaciones será del área de telecomunicaciones de cada Transportador.

#### **11.6 POR EL DISEÑO.**

La responsabilidad por el diseño de la conexión en el Punto de Conexión es del Usuario.

#### **11.7 POR LA OPERACIÓN CORRECTA DEL STN.**

La filosofía de operación del STN debe conducir a garantizar la máxima calidad, continuidad, confiabilidad y seguridad del suministro y transporte de energía eléctrica a los usuarios.

En consecuencia se definen y asignan las siguientes responsabilidades:

##### **11.7.1 Por la calidad del suministro.**

Mantener la calidad del suministro en términos de la frecuencia, la tensión y el desbalance de la misma dentro de los límites establecidos en el Código de Operación, es responsabilidad del CND.

Mantener la calidad de la forma de onda de tensión en términos del contenido de armónicos, según lo estipulado en el numeral 7.7 de este código, es responsabilidad del Transportador, el Generador y el Usuario.

##### **11.7.2 Por la disponibilidad, continuidad y seguridad del servicio.**

La disponibilidad, continuidad y seguridad del servicio en términos de mantener los equipos del STN en condiciones óptimas de operación, asegurar la selectividad en la operación de interruptores y ejecutar correctamente las maniobras ordenadas por el CND son responsabilidad del Transportador, del Generador y del Usuario.

### **12. PLANOS DE LA CONEXIÓN.**

Los planos necesarios para cada Sitio de Conexión se deben preparar utilizando la simbología de las normas IEC y/o NTC, según se especifica en el Anexo CC.7.

Los planos necesarios de operación deben incluir todos los equipos de alta tensión y equipos de baja tensión asociados, mostrando características, capacidades, configuración, conexiones a los circuitos externos y nomenclatura en conformidad con el Código de Operación.

El Usuario debe preparar y presentar al Transportador los planos para la operación de los equipos de alta tensión del lado del Usuario en el Punto de Conexión y el Transportador debe preparar y presentar al Usuario los planos de operación de todos los equipos de alta tensión del lado del Transportador del Punto de Conexión, dos (2) meses antes de la puesta en servicio. Estos planos deben ser elaborados mediante la utilización de paquetes de diseño gráfico en medio magnético.

El Usuario y el Transportador deben entonces preparar, producir y distribuir, usando la información presentada en los planos de operación del Usuario y los planos de operación del STN, un plano integrado de operación para todo el Punto de Conexión un (1) mes antes de la puesta en servicio.

Para cada Sitio de Conexión se deben preparar planos comunes del sitio, incluyendo disposición física de equipos, configuración eléctrica, planos comunes de protección y control y planos comunes de servicios auxiliares.

Cuando un Transportador necesite adicionar o cambiar un equipo de alta tensión o modificar la nomenclatura existente de su equipo en un Sitio de Conexión de su propiedad, el Transportador debe presentar a cada Usuario, con un mes de anticipación, los planos de operación actualizados y revisados integrando la adición, cambio o modificación prevista.

Cuando un Usuario necesite adicionar o cambiar un equipo de alta tensión o modificar la nomenclatura existente de su equipo de alta tensión en un Sitio de Conexión de su propiedad, el Usuario debe presentar al Transportador, con un mes de anticipación, los planos de operación actualizados y revisados integrando la adición, cambio o modificación prevista. Los cambios que afecten al STN deben ser aprobados por el Transportador.

Los planos de operación completos preparados por el Transportador y/o el Usuario, según sea el caso, serán los planos de operación definitivo para toda actividad de operación y mantenimiento asociada al Sitio de Conexión.

### **13. SERVICIOS PRESTADOS POR LOS USUARIOS PARA OPERACIÓN DEL SIN.**

Los servicios de apoyo a la operación del SIN que los Usuarios deben o pueden proveer, según requerimiento del CND, son los siguientes:

#### **13.1 SERVICIOS QUE LOS GENERADORES DEBEN PROVEER.**

Control de tensión y potencia reactiva.

Control de frecuencia mediante regulador de velocidad.

Estabilización de potencia.

Regulación secundaria de frecuencia con AGC.

#### **13.2 SERVICIOS QUE LOS GENERADORES PUEDEN PROVEER, SI SON REQUERIDOS POR EL CND.**

Control de frecuencia mediante unidades turbogeneradoras de arranque rápido.

Capacidad de arranque en condiciones de colapso del STN.

#### **13.3 OTROS SERVICIOS DE APOYO QUE PUEDEN SER REQUERIDOS POR EL CND EN LA OPERACIÓN DEL SIN.**

Control de frecuencia por medio de reducción de demanda.

Potencia reactiva suministrada por compensadores síncronos o estáticos.

Reserva caliente.

**JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO**

Presidente

# EVAMARÍA URIBE TOBÓN

Director Ejecutivo

## ANEXO CC.1.

### REQUISITOS TÉCNICOS PARA LA CONEXIÓN DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN AL STN.

<Anexo CC.1. Requisitos técnicos para la conexión de líneas de transmisión al STN, modificado por el artículo 1 de la Resolución CREG-98 de 2000. El nuevo texto es el siguiente:>

#### 1. Introducción.

Este Anexo presenta la descripción de los requisitos técnicos mínimos que debe reunir cualquier línea de transmisión a tensiones iguales o superiores a 220 kV, para su conexión al STN. Estos requisitos son exigibles para nuevas conexiones a la red de transmisión, bajo las condiciones del estado del arte y del desarrollo tecnológico actuales y deberán revisarse periódicamente en concordancia con los nuevos desarrollos tecnológicos que se presenten.

En ningún caso el cumplimiento de los criterios y la entrega de la documentación exigida exonerarán al transportador de su responsabilidad sobre las condiciones de confiabilidad, seguridad y calidad del Proyecto, dentro de los requerimientos de este código.

#### 2. Criterios de diseño.

Todos los criterios de diseño y especificaciones técnicas deberán asegurar que las líneas cumplan los niveles de confiabilidad, seguridad y calidad definidos para el STN, durante toda la vida útil (25 años).

##### 2.1 Longitud de la Línea de Transmisión del STN.

En todas las actividades relacionadas con diseño, cálculo, tendido, estimación de materiales y construcción, se entiende que la línea de transmisión está comprendida entre los pórticos de salida de cada subestación que sirve de fijación al vano que las une a la primera torre.

##### 2.2 Conductores de fase.

Los conductores de fase deberán seleccionarse para dar cumplimiento a las siguientes exigencias técnicas:

- Capacidad mínima de transporte en régimen permanente y nivel de sobrecarga temporal, definidos para cada línea específica en el plan de expansión aprobado por la UPME.

- Tener una resistencia eléctrica, medida en W/km a 20 grados.C, igual o menor a la determinada por la UPME, la cual habrá de calcularse con base en un análisis económico del uso proyectado de la línea durante el periodo de planeamiento.

- Niveles de campos eléctrico y magnético sobre el terreno, según regulaciones de la IRPA, aceptadas por la Organización Mundial de la Salud - OMS (International Radiation Protection Agency - Interim Guidelines on Limits of Exposure to 50/60 Hz Electric and Magnetic Fields, Health Physics, Vol. 58, 1990):

A borde de servidumbre Campo Eléctrico máximo = 5 kV / m

Campo Magnético máximo = 1 Gauss

Dentro de la faja de servidumbre, no sobrepasar los siguientes valores:

Terrenos inaccesibles 20 kV / m

Regiones despobladas 15 a 20 kV / m

Cruces de carreteras 10 a 12 kV / m

Estos valores se adoptaron del documento EPRI: Transmission Line Reference Book - 345 kV and above. Second edition, 1987.

- Niveles máximos de radiointerferencia aceptados por la IEEE y el CIGRÉ: se acepta una relación señal-ruido mínima de:

Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo.

Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo.

Este nivel de radiointerferencia se ha definido con base en el documento IEEE Transactions on Power Apparatus and System Vol PAS-99. No. Jan-Feb 1980: Review of technical considerations on limits to interference from power lines and stations. Pp 365-388.

### **2.3 Cables de guarda.**

Todas las líneas de transmisión del STN deberán tener cable de guarda. El cable de guarda que se utilice deberá soportar el impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan incidir sobre la línea, garantizando el cumplimiento del criterio de comportamiento definido en el numeral 22.4 Aislamiento, del presente Anexo.

### **2.4 Aislamiento.**

El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe definir mediante combinación de las distancias mínimas correspondientes a las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de frecuencia industrial. En caso de usarse estructuras de otro diseño disponible por el transportador, se deberá demostrar que el dimensionamiento eléctrico satisface las condiciones de aislamiento exigidas para la región en donde se va a construir la nueva línea.

Para evaluar el comportamiento ante descargas eléctricas atmosféricas se debe considerar como parámetro de diseño un máximo de tres salidas por cada 100 km de línea por año.

El comportamiento de la línea ante sobretensiones de maniobra se debe realizar evaluando el riesgo de falla del aislamiento, permitiéndose una (1) falla por cada cien (100) operaciones de maniobra de la línea.

El comportamiento de la línea ante sobretensiones de frecuencia industrial, deberá asegurar su permanencia en servicio continuo.

No se permite el uso de pararrayos de carburo silicio en ningún punto como protección de las nuevas líneas de transmisión.



## **2.5 Comportamiento mecánico del conductor de fase y cable de guarda.**

En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda, no deberá exceder el 50 % de su correspondiente tensión de rotura.

## **2.6 Estructuras.**

El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura y la evaluación de los árboles de cargas definitivos debe hacerse para cada una de las hipótesis de carga, en condiciones normal y anormal, para los siguientes tipos de estructuras.

### **2.6.1 Estructuras de Suspensión**

Condición Normal:

Todos los conductores y cable(s) de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Condición Anormal:

- Para líneas con conductores en haz, todos los subconductores rotos en cualquier fase. Las demás fases y cable(s) de guarda sanos.

- Un cable de guarda roto. Las fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

Para líneas con un solo conductor por fase, se consideran dos condiciones:

- Un conductor roto en cualquier fase. Las demás fases y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

- Un cable de guarda roto y las fases y el cable de guarda restante (si existe) sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

### **2.6.2 Estructuras de Retención**

Condición Normal:

- Todos los conductores y cable(s) de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

Condición Anormal:

Para líneas con conductores en haz, se considera la siguiente condición:

- Todos los subconductores en cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

Para líneas con un solo conductor por haz, se consideran las siguientes condiciones:

- Cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

- Dos fases diferentes rotas. La(s) fase(s) restante(s) y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

### 2.6.3 Estructuras Terminales

Condición Normal:

- Todos los conductores y cables de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.

- El cálculo de carga de viento sobre la estructura, se considerará con el Viento máximo de diseño actuando longitudinalmente sobre la estructura.

Condición Anormal:

Para las líneas con conductores en haz, se consideran las siguientes condiciones:

- Todos los subconductores en cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

- Todos los subconductores rotos en dos fases diferentes. La(s) fase(s) restante(s) y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

Para líneas con un solo conductor por haz, se consideran las siguientes condiciones:

- Cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

- Dos fases diferentes rotas. La(s) fase(s) restante(s) y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.

En la evaluación de las cargas y de los factores de seguridad se utilizarán los criterios y la guía ASCE y el Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente (CCCSR) o norma NSR-98 ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1988. El diseño estructural deberá realizarse siguiendo como mínimo los criterios de la "Guide for design of steel transmission towers - Manual número 52" de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles - ASCE.

Deberán analizarse todas las posibles combinaciones de carga según las hipótesis anteriores y diseñar para las condiciones de carga que sometan a las estructuras a las situaciones más críticas. Los factores de sobrecarga deberán mantener las condiciones de seguridad y confiabilidad definidas para el STN.

Deberán presentarse las memorias de cálculo del diseño estructural para cada tipo de estructura o los reportes de pruebas de carga respectivos, emitidos por una entidad competente.

Las estructuras deberán soportar los esfuerzos de torsión máximos que se presenten en cualquiera de las condiciones analizadas en el diseño estructural.

## 2.7 Cimentaciones.

Para la determinación del tipo de cimentación a utilizar en los diferentes sitios de estructuras, deberá efectuarse un estudio detallado de las características geotécnicas y físico-químicas de los suelos en cada uno de ellos.

Las cimentaciones deberán resistir todas las hipótesis de carga que se estipulen para cada tipo de estructura con los respectivos factores de sobrecarga que se consideraron en el diseño, de tal forma que cada elemento sea diseñado para los esfuerzos más desfavorables.

Se deben presentar las memorias de cálculo de los diseños de las fundaciones propuestas.

## 2.8 Localización de estructuras.

Para la localización de estructuras, deberán respetarse las siguientes distancias mínimas de seguridad sobre el terreno y obstáculos, medidas en metros para las condiciones de máxima temperatura del conductor exigidas durante toda la vida útil del proyecto:

|                     |        |        |
|---------------------|--------|--------|
| TENSION DE LA LINEA | 500 kV | 220 kV |
|---------------------|--------|--------|

Descripción del Cruce

|                                    |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|
| Normal                             | 9,00  | 6,50  |
| Carreteras principales             | 12,90 | 8,50  |
| Carreteras secundarias             | 11,50 | 8,00  |
| Líneas de energía                  | 5,80  | 5,50  |
| Líneas telegráficas                | 6,30  | 5,50  |
| Árboles y cercas                   | 6,30  | 5,00  |
| Ferrocarriles (al riel)            | 16,30 | 9,00  |
| Canales navegables (aguas máximas) | 24,30 | 18,00 |
| Ríos navegables (aguas máximas)    | 18,00 | 18,00 |
| Ríos no navegables (aguas máximas) | 9,00  | 6,50  |
| Muros                              | 7,30  | 6,50  |
| Embalses (aguas máximas)           | 12,30 | 8,50  |
| Pantanos (aguas máximas)           | 9,00  | 6,50  |
| Oleoductos                         | 9,30  | 6,50  |

Las anteriores distancias de seguridad se calcularon con base en el National Electrical Safety Code. C2.1977. Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE.

Los valores anteriores deberán incrementarse en un 3% por cada 300 m por encima de los 450 metros sobre el nivel del mar.

En caso de cruce con líneas de transmisión de propiedad de otro Transportador, las condiciones técnicas para diseño, construcción y mantenimiento en el sitio de cruce deberán acordarse entre los dos Transportadores.

### **2.9 Cadenas de aisladores y herrajes.**

Los aisladores deberán ser fabricados en porcelana, vidrio o poliméricos (goma silicónica).

El sistema de protección antivibratoria del conductor de fase y del cable de guarda, deberá ser el resultado de un estudio que asegure que los esfuerzos de flexión calculados a una distancia de 89 mm desde el último punto de contacto de la grapa de suspensión con el conductor o cable, no excedan de 150 mmm/mm, pico a pico, medidos de acuerdo con el método establecido en el documento Standardization of Conductor Vibration Measurements. Paper 31 TP 65-156. IEEE Trans. Vol. Pas. 85 No. 1, 1966.

### **2.10 Puesta a tierra.**

El sistema de puesta a tierra de cada estructura deberá diseñarse según las condiciones específicas de la línea y del sitio de la estructura, buscando preservar la seguridad de las personas, con base en la norma ANSI / IEEE 80 - 1986, IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding.

### **2.11 Medidas de seguridad.**

Todos los diseños, materiales, actividades de construcción y montaje, operación y mantenimiento de la línea deberán garantizar la operación segura y confiable durante su vida útil garantizada.

### **2.12 Repuestos.**

El propietario de la línea debe mantener un inventario mínimo de repuestos y de material suficiente para las labores de mantenimiento, según sus políticas al respecto, para garantizar la operación normal de la línea, de acuerdo con los niveles de confiabilidad, seguridad y calidad establecidos.

### **2.13 Servidumbres.**

El ancho de la faja de servidumbre requerida será establecido por el propietario de la línea, ajustado con base en los niveles de campo electromagnético y niveles de radiointerferencia definidos en el Numeral 2.2 Conductores de Fase, evaluados para las condiciones específicas del corredor de la línea.

## **3. Documentos Técnicos.**

Toda la información definida a continuación, deberá presentarse en medio magnético a la UPME, quien verificará el cumplimiento del presente código. En caso de duda, la UPME podrá solicitar la información adicional que considere necesaria.

### **3.1 Informes de diseño.**

De todas las actividades de diseño, deberán presentarse los siguientes estudios:

- Selección de ruta
- Informe meteorológico.

- Selección de conductores de fase.
- Selección de cable de guarda.
- Selección y coordinación de aislamiento.
- Árboles de cargas y curvas de utilización de las estructuras.
- Localización de estructuras.
- Estudio de geología y suelos

Cada uno de los estudios deberá estar sustentado por un informe técnico que incluya, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Descripción de la metodología utilizada.
- Datos básicos.
- Resultados obtenidos.
- Recomendaciones y conclusiones.

### **3.2 Planos definitivos.**

En los formatos estipulados en el Anexo CC7, se deben presentar los originales de los planos definitivos, correspondientes a:

- Siluetas generales, curvas de utilización y árboles de cargas de estructuras tipo utilizadas.
- Dimensionamiento eléctrico de los tipos de estructuras.
- Cadenas de aisladores, herrajes y accesorios.
- Conexión del cable de guarda.
- Transposiciones (cuando sea necesario, según los estudios respectivos)
- Esquemas de puesta a tierra.
- Cimentaciones.
- Localización general.
- Planta y perfil de la línea.
- Tablas de estructuras.
- Tablas de regulación de conductores y cables de guarda.

Para proyectos de conexión contratados directamente con un Transportador, en el contrato de conexión se definirán las exigencias y características de la información a entregar, adicionales a las enumeradas anteriormente.

### 3.3 Materiales.

Todos los materiales utilizados deberán garantizar su operación segura durante toda la vida útil de la línea.

Con base en las normas técnicas vigentes y en los requerimientos propios del proyecto, se deben presentar las especificaciones técnicas utilizadas para la adquisición de materiales. Se aceptarán normas técnicas de las siguientes entidades:

- AISC: American Institute of Steel Construction.
- ANSI: American National Standards Institute.
- ASCE: American Society of Civil Engineers.
- ASTM: American Standard for Testing and Materials.
- AWS: American Welding Standards.
- DAAC: Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil.
- NTC: Normas Técnicas Colombianas.
- IEC: International Electrotechnical Commission.
- IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers.
- CCCSR: Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes.

Con base en los requerimientos de las especificaciones técnicas, el Transportador presentará a la Entidad designada todos los Formularios de Características Técnicas garantizadas de los materiales utilizados y los correspondientes reportes de pruebas de materiales y equipos, según las exigencias de las normas técnicas correspondientes. Esta Entidad verificará y solicitará las modificaciones que sean necesarias para dar cumplimiento a este código.

El Transportador está en la libertad de proponer diseños disponibles de proyectos anteriores, o realizar diseños específicos para el proyecto a ejecutar.

En cualquier caso el Transportador deberá presentar reportes de pruebas ejecutados por una entidad competente, según los requerimientos siguientes:

| <b>PRUEBAS DE DISEÑO*</b>  |   | <b>PRUEBAS DE RUTINA</b> | <b>PRUEBAS DE ACEPTACIÓN</b> |
|----------------------------|---|--------------------------|------------------------------|
| Cables                     | X |                          | X                            |
| Cables de guarda tipo OPGW | X |                          | X                            |
| Estructuras                | X | X                        | X                            |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Cadenas de Aisladores,<br>herrajes y accesorios | X | X | X |
|---|---|---|---|

\*Pruebas de Diseño o Memorias de Cálculo

### 3.4 Servidumbres.

Debe entregarse información para toda la faja de servidumbre de la línea, incluyendo el censo de propietarios, uso del suelo, detalles de cruces y relación de la documentación de todas las negociaciones legalizadas conforme a la ley colombiana.

Para los puntos en que se obtenga el ancho mínimo de la faja de servidumbre, deberá presentarse un informe que sustente técnicamente el cumplimiento de los criterios incluidos en el numeral 2.2 Conductores de Fase. En caso de duda sobre el cumplimiento de estos niveles, podrán hacerse medidas de verificación de estos valores, cuando se trate de una conexión por acuerdo previo entre el Transportador y el solicitante o para líneas ejecutadas mediante convocatorias entre el transportador y la entidad respectiva, mediante los procedimientos siguientes:

- Niveles de campos eléctrico y magnético sobre el terreno:

ANSI / IEEE Std 644/1987 IEEE Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines

- Niveles de radiointerferencia:

Electric Power Research Institute. "Transmission Line Reference Book. 345 kV and Above" Second Edition, Revised 1987.

IEEE Standard Procedures for the Measurement of Radio Noise from Overhead Power Lines. New York, N.Y. 1976 Std 430-1976.

### 3.5 Informes de construcción.

El Transportador deberá entregar copia de la Licencia Ambiental y de la Licencia de Construcción del Proyecto.

Durante la etapa de construcción y montaje de la línea de transmisión deberán presentarse los siguientes informes:

#### 3.5.1 Informe mensual de avance de obra

Tiene por objeto informar a la UPME sobre el estado y avance de los trabajos en el período. Deberá incluir la siguiente información:

- Descripción de las actividades adelantadas durante el período.

- Representación gráfica que muestre el avance de las macroactividades realizadas mensualmente, comparándola con el avance programado para las mismas.

#### 3.5.2 Informe final de la obra

Tiene por objeto informar a la UPME de las características finales de construcción del proyecto.

Una vez finalizada la construcción de la línea y puesta en servicio se debe presentar este informe, cuyo contenido será el siguiente:

#### 3.5.2.1 Introducción

Elaborar una presentación del proyecto que relacione los antecedentes, justificación y características generales.

#### 3.5.2.2 Ficha técnica

- Nombre del proyecto.
- Propietario.
- Fechas de iniciación.
- Fecha de puesta en servicio.
- Número de circuitos.
- Tipo de conductores.
- Configuración de estructuras y cadenas de aisladores.
- Número de estructuras.
- Resultados de la medición de parámetros eléctricos de la línea.
- Capacidad térmica.
- Longitud de la línea
- Fecha de puesta en servicio.
- Diseñador (es).
- Interventor (es).
- Constructor (es) obras civiles.
- Montador (es).
- Fabricante (s) de equipo (s) y material (es).
- Descripción general de la localización de la obra, región, departamento (s) y municipio (s), coordenadas geográficas (punto inicial y punto final) y vías de acceso existentes.
- Modificaciones finales al proyecto.

#### 3.5.2.3 Medio ambiente



Toda la documentación según las exigencias del Ministerio del Medio Ambiente para los informes correspondientes a los siguientes aspectos:

- Licencia Ambiental
- Plan de Manejo Ambiental durante la Operación y Mantenimiento

#### 3.5.2.4 Anexos

- Tablas de estructuras, incluyendo tipos y cantidades.

En casos especiales, se deberán presentar:

- Conexiones con otras líneas.
- Cruces especiales.

#### **<Notas de Vigencia>**

- *El Anexo CC.1. Requisitos técnicos para la conexión de líneas de transmisión al STN, fue modificado por el artículo 1 de la Resolución CREG-98 de 2000, publicada en el Diario Oficial No. 44274, del 28 de diciembre de 2000..*

#### **<Legislación anterior>**

#### **Texto original de la Resolución CREG-25 de 1995:**

*Anexo CC I. Requisitos técnicos para la conexión de líneas de transmisión al STN.*

##### *1. Introducción.*

*Este Anexo presenta la descripción de los requisitos técnicos mínimos que debe reunir cualquier línea de transmisión a tensiones iguales o superiores a 220 kV, para su conexión al STN. Estos requisitos son exigibles para la conexión a la red de transmisión, bajo las condiciones del estado del arte y del desarrollo tecnológico actuales y deberán revisarse en concordancia con los nuevos desarrollos que se presenten.*

##### *2. Criterios de diseño.*

##### *2.1. Longitud de la línea de transmisión del STN.*

*En todas las actividades relacionadas con diseño, cálculo, tendido, estimación de materiales y construcción, se entiende que la línea de transmisión está comprendida entre los pórticos de salida de cada subestación que sirve de fijación al vano que las une a la primera torre. En consecuencia, los propietarios de la línea de transmisión y de las subestaciones proporcionarán los datos técnicos para que ambas partes sean compatibles.*

##### *2.2. Conductores de fase.*

*Las líneas de transmisión a 500 kV estarán construidas en configuración horizontal con cuatro (4) subconductores por fase, separados 457 mm. El diámetro de los subconductores deberá estar comprendido entre 21 y 28 mm.*

*Las líneas de transmisión a 220 kV circuito sencillo, estarán construidas en configuración triangular, con un conductor por fase. El diámetro de los conductores deberá estar comprendido entre 28 y 32 mm.*

*Las líneas de transmisión a 220 kV doble circuito, estarán construidas en configuración vertical con un conductor por fase. El diámetro de los conductores deberá estar comprendido entre 30 y 33 mm.*

*En zonas con contaminación salina, deberán utilizarse conductores tipo ACSR/AW, AAAC o ACAR.*

*En zonas sin contaminación salina, deberán utilizarse conductores tipo ACSR, AAAC o ACAR.*

*Para el conductor tipo ACSR, se utilizará galvanizado clase A para el núcleo.*

*El valor máximo de campo eléctrico sobre el terreno, dentro de la faja de servidumbre de línea será:*

*. . Terrenos inaccesibles. .20 kV/m . .Regiones despobladas. .15 a 20 kV/m . .Cruces de carreteras. .10 a 12 kV/m*

*En cuanto a la radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido máxima, en el borde de la faja de servidumbre, de 24 dB a 1000 hHz en condiciones de buen tiempo.*

### *2.3. Cables de guarda.*

*Las líneas de transmisión a 500 kV y 220 kV doble circuito, deberán utilizar dos cables de guarda, para obtener una protección adecuada ante las descargas atmosféricas. El aterrizaje o aislamiento del cable de guarda se definirá en la etapa de diseño.*

*Las líneas de transmisión a 220 kV circuito sencillo, deberán utilizar un cable de guarda para obtener una protección adecuada ante las descargas atmosféricas.*

*Sólo se permiten cables con diámetro exterior igual o superior a 9,50 mm. y compuestos mínimo por siete (7) alambres.*

*En zonas con contaminación salina, deberán utilizarse cables de guarda del tipo AW.*

*En zonas sin contaminación salina, se tendrían cables de guarda tipo AW, ACSR-HS o de acero galvanizado.*

### *2.4. Aislamiento.*

*El diseño del aislamiento, deberá ejecutarse mediante técnicas de diseño probabilístico.*

*El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe definir mediante combinación de las distancias mínimas correspondientes a las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las de frecuencia industrial.*

*Para evaluar el comportamiento ante descargas eléctricas atmosféricas, se debe considerar como parámetro de diseño un total de tres salidas por cada 100 Km de línea por año.*

*El comportamiento de la línea ante sobretensiones de maniobra se debe realizar evaluando el riesgo de falla del aislamiento, permitiéndose una (1) falla por cada cien (100) operaciones de maniobra de la línea. Para líneas a 220 kV, las sobretensiones por maniobra pueden ser analizadas en forma determinística.*

*Ante sobretensiones a frecuencia industrial, se debe analizar el comportamiento de la soportabilidad del aislamiento según las características ambientales y la contaminación sobre los aisladores, considerando el ángulo de balanceo de las cadenas de aisladores en suspensión. La característica de soportabilidad será además, corregida considerando variaciones del número de entre hierros (gaps) en paralelo.*

*A partir de 1994 no se permitirá el uso de pararrayos tipo estación de carburo silicio en ningún punto como protección de las nuevas líneas de transmisión, equipo de transformación y equipo de compensación de reactivos.*

## *2.5. Comportamiento mecánico del conductor de fase y cable de guarda.*

*La evaluación de flechas y tensiones en conductor de fase y cable de guarda, se debe hacer aplicando la ecuación de cambio de estado en forma exacta (catenaria).*

*La temperatura máxima del conductor se debe calcular con base en los flujos máximos de potencia, la radiación solar y el viento en condiciones normales de operación.*

*En la evaluación del alargamiento ocasionado por la fluencia y el cambio del módulo de elasticidad, se debe calcular un incremento equivalente de temperatura en función de las características físicas y elásticas del conductor y cable de guarda.*

*Se deben considerar las siguientes condiciones limitantes:*

*Tensión diaria promedio: Valor óptimo resultante de las simulaciones de plantillado con tensiones entre el 18 y el 22 % de la tensión de rotura del conductor. Estos valores se podrán modificar para casos especiales como entradas a subestaciones o en torres diferentes a las normalizadas, siempre y cuando la tensión diaria promedio tienda a disminuir.*

*Tensión máxima inicial: La tensión horizontal a temperatura coincidente sin viento, no deberá ser mayor del 33% de la tensión de rotura del conductor.*

*Tensión máxima final: La tensión horizontal a temperatura coincidente con viento, no deberá ser mayor del 50% de la tensión de rotura del conductor.*

*Los cálculos de la acción del viento sobre el conductor, la evaluación de cargas y los factores de seguridad se harán mediante la aplicación de la guía ASCE y el Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente (CCCSR).*

## *2.6. Estructuras.*

*Todas las líneas deberán construirse en estructuras normalizadas por el Transportador en acero galvanizado autosoportadas.*

*La optimización de las curvas de utilización de cada tipo de torre y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, debe hacerse para cada una de las hipótesis de carga, en condiciones normal y anormal, resultantes para cada tipo de estructuras.*

*Se deben considerar los siguientes criterios para definir condiciones normal y anormal:*

### *2.6.1. Torres de Suspensión.*

*Condición normal: Todos los conductores y cable(s) de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.*

*Condición anormal: Para líneas con conductores en haz, dos subconductores rotos en cualquier fase. Las demás fases y los dos cables de guarda sanos. Un cable de guarda roto. Las fases y el cable de guarda restante, intactos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.*

*Para líneas con un solo conductor por fase, se consideran dos condiciones:*

*a. Un conductor roto en cualquier fase. Las demás fases y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.*

*b. Un cable de guarda roto y las fases y el cable de guarda restante (si existe) sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.*

### *2.6.2. Torres de retención*

*Condición normal: Todos los conductores y cables de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.*

*Condición anormal: Para líneas con conductores en haz, se considera la siguiente condición:*

*Todos los subconductores en cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existen), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.*

*Para líneas con un solo conductor por haz, se consideran las siguientes condiciones:*

*a. Cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.*

*b. Dos fases diferentes rotas. La fase restante y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.*

### *2.6.3. Torres Terminales*

*Condición normal: Todos los conductores y cables de guarda sanos. Viento máximo de diseño y temperatura coincidente.*

*Condición Anormal: Para las líneas con conductores en haz, se consideran las siguientes condiciones:*

*a. Todos los subconductores en cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.*

*b. Todos los subconductores rotos en dos fases diferentes. La fase restante y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.*

*Para línea con un solo conductor por haz, se consideran las siguientes condiciones:*

*a. Cualquier fase y un cable de guarda rotos simultáneamente. Las demás fases y el cable de guarda restante (si existe), sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.*

*b. Dos fases diferentes rotas. La fase restante y el (los) cable (s) de guarda, sanos. Viento máximo promedio y temperatura coincidente.*

*En la evaluación de las cargas y de los factores de seguridad, se utilizarán los criterios y la guía ASCE y el Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente (CCCSR).*

*Para líneas a 500 kV y 220 kV circuito sencillo, deben presentarse las memorias de cálculo y los protocolos de pruebas de carga de todos los tipos de torres utilizadas.*

*El diseño estructural deberá realizarse siguiendo como mínimo los criterios de la "Guía para Diseño de Torres de Transmisión de Acero" de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles - ASCE.*

### *2.7. Cimentaciones.*

*Las torres tendrán como cimentaciones, parrillas metálicas para cimentaciones en tierra compactada o estación para cimentaciones en concreto, dependiendo de las condiciones del suelo.*

*Para la determinación del tipo de cimentación a utilizar en los diferentes sitios de torres, deberá efectuarse un estudio detallado de los suelos en cada uno de ellos, investigando no sólo sus características geotécnicas sino también su agresividad en cuanto a acidez y contenidos de sulfatos.*

*Las cimentaciones deberán resistir todas las hipótesis de carga que se estipulen para cada tipo de torre con sus respectivos factores de sobrecarga y de seguridad, considerando todos los cuerpos de la torre en todas las combinaciones de patas, de tal forma que cada elemento sea diseñado para los esfuerzos más desfavorables.*

*Se deben presentar las memorias de cálculo y de diseño tanto para las fundaciones en parrilla como en concreto.*

*La fabricación de los elementos metálicos de las cimentaciones debe cumplir con las mismas exigencias de las torres.*

## *2.8. Localización óptima de estructuras.*

*Con base en los parámetros meteorológicos y los criterios de diseño electromecánico adoptados, se deben definir los tipos y alturas de torres, las curvas de utilización y puntos de diseño de cada tipo de torre, los ángulos de balanceo máximos permisibles en cadenas de suspensión en I, las relaciones entre vanos adyacentes, el valor del tiro desbalanceado para las torres de retención y los precios unitarios para el cálculo del costo de la línea.*

*Las distancias de seguridad sobre el terreno y obstáculos, medidas en metros, serán las siguientes:*

*TENSION DE LA LINEA            500 kV   220 kV*

### *Descripción del Cruce*

*Normal                            9,00   6,50*

*Carreteras principales            12,90   8,50*

*Carreteras secundarias            11,50   8,00*

*Líneas de energía                5,80   5,50*

*Líneas telegráficas                6,30   5,50*

*Árboles y cercas                 6,30   5,00*

*Ferrocarriles (al riel)            16,30   9,00*

*Canales navegables (aguas máximas) 24,30   18,00*

*Ríos navegables (aguas máximas)   18,00   18,00*

*Ríos no navegables (aguas máximas) 9,00   6,50*

*Muros                                7,30   6,50*

*Embalses (aguas máximas)        12,30   8,50*

*Pantanos (aguas máximas)        9,00   6,50*

*Oleoductos 9,30 6,50*

*Los valores anteriores deberán incrementarse en un 3% por cada 300 m por encima de los 450 metros sobre el nivel del mar.*

## *2.9. Cadenas de aisladores y herrajes.*

*Los aisladores deberán ser tipo suspensión fabricados en porcelana, vidrio o poliméricos. En zonas con contaminación salina, deberán utilizarse aisladores tipo niebla. En zonas sin contaminación salina, deberán utilizarse aisladores normales.*

*La resistencia electromecánica mínima de las cadenas de aisladores será de 70 kN (15000 lb) para suspensión y de 160 kN (36000) lb para retención.*

*Todos los herrajes deberán ser fabricados en acero galvanizado.*

*2.10- Puesta a tierra. La conexión a tierra de las estructuras, se debe hacer utilizando varillas y conductores contrapeso de las siguientes características:*

*Varillas cooper-clad de 25 mm de diámetro y 1,80 metros de longitud y alambre de cobre desnudo dulce AWG No. 4 en suelos corrosivos con acidez o nivel freático alto, suelos con resistividad menor que 100 ohmios- metro.*

*Varillas de acero galvanizado de 25 mm de diámetro y 1,80 metros de longitud y cable de acero galvanizado de 9,52 mm de diámetro, en suelos no corrosivos y con resistividad mayor que 100 ohmios- metro.*

*La longitud máxima de conductores contrapesos individuales, no será mayor que 30 metros. No se acepta la instalación de varillas de puesta a tierra en los terminales de los contrapesos.*

*El valor promedio de la resistencia de puesta a tierra debe ser de 20 ohmios.*

## *2.11. Medidas de seguridad.*

*Con el fin de mitigar los efectos de la falla de una torre, deberán implementarse ciertas acciones de tipo preventivo, que permitan la restauración del servicio de manera ágil y eficiente. Se presentan a continuación, medidas de seguridad que deben tomarse:*

*Utilización de torres de emergencia, para la restauración provisional rápida del servicio mientras se efectúa la reposición definitiva de las torres.*

*Angulos de espera segmentados, para la reutilización de las cimentaciones en concreto y una rápida restauración de las torres.*

*Realizar las transposiciones de fases en las torres y no en las cadenas de aisladores.*

*Limitación del torque de apriete de los tornillos en las grapas de suspensión, para permitir el deslizamiento del conductor en caso de falla y evitar el fenómeno de cascada en un tramo entre retenciones.*

## *2.12. Repuestos.*

*Debe incluir características, cantidades, condiciones de almacenamiento y demás tópicos referidos a los repuestos requeridos por la línea.*

### *2.12.1. Criterios y características.*

*Todos los elementos o partes que se definan como repuesto deberán ser de las mismas características técnicas de diseño y fabricación que se especifican para cada equipo mencionado en este Anexo.*

*Los criterios para la determinación de las cantidades de elementos y/o partes de la línea serán acordados entre el propietario quien solicita la conexión y el Transportador. Este acuerdo hace parte de la aprobación definitiva de la solicitud de conexión, por lo tanto será previamente a esta y se hará constar en acta firmada por los representantes legales de ambas partes.*

*En general para el acuerdo se seguirán los lineamientos definidos a continuación.*

#### *2.12.2. Estructuras.*

*Retención: El tipo y la altura que dé mayor cubrimiento en la curva de utilización. Cantidad 3% del total de estructuras montadas en la línea.*

*Suspensión: El tipo y la altura que de mayor cubrimiento en la curva de utilización. Cantidad 4% del total de estructuras montadas.*

*Material Virgen: Debe ser galvanizado, con la misma norma del material montado. Perfil de material de alta y media resistencia mecánica, de alas desiguales, de alas mayor de 2" y en tramos de 6; 9 y 12 metros.*

#### *2.12.3. Cimentaciones.*

*Estacón o armazón metálico de soporte y anclaje para cimentación en concreto en cantidad suficiente para las cantidades de estructuras definidas como repuestos.*

*Parrilla metálica de soporte y anclaje para la cimentación en tierra compactada en cantidad suficiente para la totalidad de las estructuras en suspensión definidas para repuesto y el 50% de la cantidad de las estructuras en retención definida para repuesto. Todas las parrillas metálicas serán del tipo pesado.*

#### *2.12.4. Conductores y cables de guarda.*

*Tanto para los conductores de fase como para los cables de guarda se debe tener como mínimo la cantidad equivalente a 6 km de línea más un 8% por catenarias y despuntes.*

*Camisas de reparación y empalmes intermedios.*

#### *2.12.5. Cadenas de aisladores.*

*Aisladores: Cantidad equivalente al 12% de los aisladores de cadenas en suspensión. Cantidad equivalente al 12% de los aisladores de cadenas en retención. Para líneas de 500 kV y haz de cuatro subconductores se duplican las cantidades mínimas con los mismos porcentajes.*

*Herrajes: Cantidad equivalente al 2% de las cadenas en suspensión.*

#### *2.12.6. Cable de puesta a tierra.*



*Cantidad suficiente para el 2% del total de torres.*

#### *2.12.7. Almacenamiento.*

*Bajo techo: Aisladores, herrajes, accesorios de conductor, tornillería y platinas de estructuras. Carretes de conductor, cable de guarda y de puesta a tierra si son de madera. Todos estos elementos deben permanecer en huacales adecuados, libres de humedad, contaminación ambiental, seguros, fáciles de identificar y evacuar cuando se requieran.*

*A intemperie: Estructuras y material virgen. Conductores y cables de guarda si los carretes son metálicos. Todos los materiales deben ser fáciles de identificar y evacuar cuando se requieran.*

*En general los sitios deben ser seguros y tener buena vigilancia.*

#### *2.12.8. Inventario Mínimo de Repuestos.*

*El propietario de la línea que se conecta se obliga a mantener en almacenes el Inventario Mínimo de repuestos definidos en los numerales anteriores, como también el correspondiente al material de consumo para el mantenimiento.*

### *3. Documentos técnicos.*

#### *3.1. Informes de diseño.*

*De todas las actividades de diseño electromecánico, deberán presentarse, como mínimo, los siguientes estudios:*

*Informe meteorológico.*

*Selección técnico-económica de conductor de fase.*

*Selección técnico-económica de cable de guarda.*

*Selección y coordinación de aislamiento.*

*Evaluación y optimización de árboles de cargas y curvas de utilización de las estructuras.*

*Localización óptima de estructuras.*

*Cada uno de los estudios deberá estar sustentado por un informe técnico que incluya, como mínimo, los siguientes aspectos:*

*Criterios de diseño aplicados.*

*Descripción de las metodologías utilizadas.*

*Datos básicos.*

*Memorias de cálculo.*

*Resultados obtenidos.*

*Recomendaciones y conclusiones.*

### *3.2. Planos definitivos.*

*En los formatos normalizados por el Transportador, se deben presentar los originales de los planos definitivos, correspondientes a:*

*Siluetas generales, curvas de utilización y árboles de cargas de estructuras.*

*Dimensionamiento eléctrico de los tipos de torres.*

*Cadenas de aisladores.*

*Conexión del cable de guarda.*

*Transposiciones y puesta a tierra.*

*Localización general.*

*Planta y perfil de la línea.*

*Tablas de torres.*

*Tablas de regulación de conductores y cables de guarda.*

### *3.3. Materiales.*

*Con base en las normas técnicas vigentes y en los requerimientos propios del proyecto, se deben presentar las especificaciones técnicas utilizadas para la adquisición de materiales. Se aceptarán normas técnicas de las siguientes entidades:*

*AISC: . American Institute of Steel Construction. ANSI: . American National Standards Institute. ASCE . American Society of Civil Engineers. ASTM: . American Standard for Testing and Materials. AWS: . American Welding Standards. CEI: . Comitato Elettrotecnico Italiano. DAAC: . Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil. FAA: . Federal Aviation Agency. NTC: . Normas Técnicas Colombianas. IEC: . International Electrotechnical Commission. IEEE: . Institute of Electrical and Electronic Engineers. NBR: . Norma Brasileira Registrada. OACI: . Organización de Aviación Civil Internacional.*

*Con base en los requerimientos de las especificaciones técnicas, se presentarán los Formularios de Características Técnicas de los materiales utilizados.*

### *3.4. Servidumbres.*

*Se debe disponer de un ancho mínimo de servidumbre de 64 metros para líneas a 500 kV y 32 metros para líneas a 220 kV. Sin embargo, estas dimensiones pueden ser ajustadas con base en el tipo de suelo, vegetación, tipo de predio ( rural o urbano ).*

*Debe incluir censo de propietarios, uso del suelo, detalles de cruces y estado y documentación de las negociaciones.*

### *3.5. Informes de construcción.*

*Deben incluir aspectos geológicos, características del suelo, información de accesos y demás aspectos relevantes de las labores de construcción y montaje de la línea.*

*Durante la etapa de construcción y montaje de la línea de transmisión deberán presentarse los siguientes informes:*

#### *3.5.1. Informe mensual de avance de obra.*

*Tiene por objeto informar al Transportador sobre el estado y avance de los trabajos en el período. El contenido básico del informe es el siguiente:*

##### *a. Información general*

*Localización geográfica del proyecto.*

*Características del proyecto.*

*Longitud de la línea, número y tipo de torres, cadena de aisladores, conductor, número de subestaciones, descripción topográfica de la zona, etc.*

*b. Descripción de las actividades adelantadas por el contratista en el período.*

*c. Representación gráfica de Gantt que muestre el avance de las actividades realizadas mensualmente comparándola con el avance programado para las mismas.*

*d. Información fotográfica. Se deben incluir fotografías de la obra cada vez que se ejecuten avances importantes en la misma.*

#### *3.5.2. Informe final de la obra.*

*Una vez finalizada la construcción de la línea y puesta en servicio se debe presentar este informe, cuyo contenido será el siguiente:*

##### *3.5.2.1. Introducción.*

*Elaborar una presentación del proyecto que relacione los antecedentes, justificación y características generales.*

##### *3.5.2.2. Ficha técnica: Nombre del proyecto.*

*Propietario.*

*Fecha de iniciación de las obras.*

*Condiciones comerciales, valor inicial del proyecto, valor final del úproyecto, condiciones de pago (recursos propios o empréstitos internacionales), plazo de amortización.*

*Número de circuitos.*

*Tipo de conductores.*

*Configuración de estructuras y cadenas de aisladores.*

*Número de estructuras.*

*Capacidad térmica.*

*Longitud de la línea*

*Fecha de puesta en servicio.*

*Diseñador (es).*

*Interventor (es).*

*Constructor (es) obras civiles.*

*Montador (es).*

*Fabricante (es) de equipo (s) y material (es).*

*Descripción general de la localización de la obra, región, departamento (s) y municipio (s), coordenadas geográficas (punto inicial y punto final) y vías de acceso existentes.*

*Tiempo de ejecución del proyecto, comparando el programa inicial contra el programa real de ejecución.*

*Información geológica, topográfica y tectónica de la zona.*

*Modificaciones del diseño del proyecto.*

*Diseño original, modificaciones antes y durante la construcción, diseño final.*

*Características de la construcción.*

*Replanteo de líneas, investigación y construcción de accesos: criterios de selección, dificultades en la construcción y soluciones. Planos de accesos construidos. Construcción de cimentaciones, montaje de torres y tendido de conductores y cable de guarda.*

*Información complementaria.*

*Principales problemas ocurridos en el transcurso de la obra, las soluciones y las incidencias directas en el programa de actividades y de costos.*

*3.5.2.3. Medio ambiente.*

*Influencia recíproca entre el medio ambiente y el proyecto. Gestión de interventoría ecológica. Obras de protección ambiental y recomendaciones para la realización del mantenimiento de la línea.*

*3.5.2.4. Anexos:*

*Peso de las torres. Tabla de torres. Esquema de cimentaciones (parrilla y concreto). Plantillas para conductor, cable de guarda y patas. Tabla de flechas y tensiones. Medidas de puesta a tierra y contrapesos. Esquemas de transposiciones y llegada de la línea. Conexiones con otras líneas. Cruces especiales.*

*3.5.2.5. Fotografías.*

*Registro de la secuencia de construcción y montaje de la línea.*

*Jorge Eduardo Cock Londoño Presidente*

*Evamaría Uribe Tobón Director Ejecutivo*

## **ANEXO CC.2.**

### **REQUISITOS TÉCNICOS PARA SUBESTACIONES.**

#### **1. Introducción.**

El propósito de este documento es establecer la guía general para el diseño de nuevas subestaciones o diseño de la ampliación de la subestación que conforma el Punto de Conexión al STN de 220 kV y tensiones superiores.

En los Anexos CC.3 a CC.7 se incluyen las características técnicas de equipos de la subestación tales como: Telecomunicaciones, Protecciones, Registro de Fallas y Supervisión.

En esta etapa, se ha obtenido el concepto favorable del Transportador y firmado el Contrato de Conexión.

#### **2. Consideraciones especiales para el diseño.**

##### **2.1 Nueva subestación en el STN.**

Selección de la configuración.

La configuración debe seleccionarse asegurando que se mantenga la flexibilidad operativa, la seguridad, la confiabilidad y disponibilidad existente en el STN. Por lo anterior se debe cumplir lo siguiente:

- No se admitirá la configuración de 'barra sencilla' debido a su baja flexibilidad y confiabilidad, excepto para subestaciones terminales de una línea radial con un solo usuario final.
- En subestaciones compartidas por el Transportador y el Usuario se debe dar preferencia a las configuraciones que faciliten la definición de límites de propiedad y de responsabilidad en operación y mantenimiento.
- En configuraciones de barras con un número elevado de circuitos (6 ó más) debe incluirse seccionamiento de barras.
- La configuración debe como mínimo permitir el mantenimiento de un interruptor sin pérdida de servicio del campo respectivo.
- Las configuraciones tipo interruptor y medio deben poseer como mínimo tres diámetros.

Debe someterse a aprobación del Transportador, la configuración seleccionada con la memoria de cálculo y análisis respectiva.

- Con la configuración seleccionada se realiza un prediseño para estimar el área requerida.
- Se selecciona la mejor localización considerando entre otros los siguientes aspectos:
  - Disponibilidad de área.
  - Futuras ampliaciones.
  - Accesos.
  - Corredores de línea.
  - Necesidad de construir variantes de línea.
  - Topografía y características geológicas.
  - Contaminación.
  - Aspectos ambientales.
- Con la localización seleccionada se escogen los equipos más apropiados según las características del sitio y del sistema de potencia y se realizan los diseños respectivos. Deben entregarse al Transportador para revisión y aprobación las siguientes memorias de cálculos y memorandos de diseño con sus respectivos planos:
  - Análisis de los estudios del sistema de potencia.
  - Nivel de aislamiento y distancias eléctricas.
  - Parámetros ambientales.
  - Urbanización.
  - Disposición de equipos en cada nivel de tensión.
  - Apantallamientos.
  - Barras, conductores y aisladores.
  - Características mínimas a cumplir por los equipos.
  - Cálculo y dimensionamiento de estructuras metálicas para pórticos y soporte de equipo.
  - Dimensionamiento de servicios auxiliares.
  - Servicios complementarios y de emergencia.
  - Sistema de control para la subestación.

- Análisis del sistema de protecciones y selección de características.
- Cálculo y dimensionamiento de la malla de tierra.
- Predimensionamiento de las obras civiles de los patios (fundaciones para estructuras y equipos, cárcamos, muros cortafuegos, etc.).
- Diseño general de los edificios, adecuación de terrenos, drenajes y redes de servicios, equipos especiales tales como los de aire acondicionado y ventilación, abasto de agua potable, etc.
- Equipo de comunicaciones: Debe incluir selección y análisis de la alternativa de diseño (PLC, radio, telefonía, etc.), cálculos de propagación y dimensionamiento de los equipos de telecomunicaciones.
- Diseño de los sistemas contraincendio si son aplicables.
- Exigir cables THW.
- Con los diseños anteriores se elaboran las especificaciones (Pliegos de Condiciones) para la compra de los equipos.

Antes de iniciar el montaje de los equipos deben presentarse al Transportador copia de los reportes de pruebas en fábrica (mínimo las pruebas de rutina según las normas internacionales IEC).

## **2.2 Ampliación de una subestación existente.**

El Usuario debe diseñar, especificar, comprar e instalar equipos de iguales (o mejores) características de las existentes. Debe mantenerse la presentación en cuanto a distribución y apariencia. Debe presentar las memorias de cálculo que sean aplicables de las listadas en numeral 2.1.4. y someter a aprobación del Transportador las especificaciones antes de tramitar la compra de equipos y de contratar la construcción de obras.

## **2.3 Instalaciones a conectar al sistema.**

El interesado debe analizar el tipo de instalaciones a conectar a la red, previendo los medios de mitigación de fenómenos que puedan afectar el STN como armónicos y consumo de reactivos, entre otros, para lo cual deberá instalar los filtros y equipo de compensación respectivos.

Para la puesta en servicio y revisiones posteriores se realizarán mediciones para determinar el grado de perturbación producido por la instalación sobre el sistema lo que puede originar la no autorización de conexión o la notificación de la suspensión en un tiempo prudencial si no se toman las medidas correctivas.

**JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO**

Presidente

**EVAMARÍA URIBE TOBÓN**

Director Ejecutivo

**ANEXO CC.3.**

**REQUISITOS TÉCNICOS DE TELECOMUNICACIONES.**

## **1. Introducción.**

El objeto de los equipos de telecomunicaciones requeridos al Usuario es el de garantizar el intercambio de toda la información de supervisión y control, entre el Usuario, el Transportador, el CRD y el CND, necesaria para la operación confiable del STN

## **2. Equipos de telecomunicación requeridos.**

El Usuario debe suministrar e instalar en el punto de control de la conexión - lado Usuario -, equipos que permitan:

Comunicación de voz operativa.

Comunicación de emergencia.

Comunicación de telefax.

Comunicación Computador - Computador.

y debe proveer los equipos de transmisión necesarios para soportar estas comunicaciones más la información adicional originada en el equipo de protecciones de registro de fallas y en la unidad terminal remota de supervisión, ubicados en sus instalaciones, hasta el punto de acceso a la red de telecomunicaciones de los Transportadores , CND o CRD.

## **3. Telefonía operativa.**

El Usuario proveerá e instalará uno o más abonados telefónicos en el punto de control de la conexión - lado Usuario -, los cuales se conectarán a la red telefónica operativa del Transportador, CND o CRD.

El Transportador, CND o CRD definirán las características técnicas del aparato terminal, de acuerdo con las características de la planta de conmutación a la que estarán abonados, en cada caso. Para conexiones de voz operativa a consolas telefónicas o a plantas de conmutación existentes en el punto de control de la conexión del Usuario se coordinarán los aspectos técnicos (tipo de conexión, criterios de señalización, otros) entre el Transportador, CND o CRD y el Usuario y se consignarán en el Contrato de Conexión.

## **4. Comunicación de emergencia.**

Con el fin de asegurar que no haya pérdida total de las comunicaciones operativas en circunstancias de colapso de la red regular de telecomunicaciones, se acordará entre el Transportador, CND o CRD y el Usuario si es necesario instalar un medio alternativo de comunicación que, generalmente, podrá ser una estación base de radio equipada con frecuencia de acceso a la red de radio móviles VHF del Transportador, CND o CRD, en el punto de control de la conexión - lado Usuario -.

Esta estación deberá alimentarse con sistema cargador / banco de baterías y mantenerse en óptimas condiciones de operabilidad.

El Usuario suministrará e instalará la estación base que cumpla con los requisitos técnicos de frecuencias, potencia, tecnología análoga o digital, programación, grupos, etc. que fije el Transportador, CND o CRD, con el fin de que sea compatible con la red existente.

El Transportador, CND o CRD incluirá esta estación base en el listado de equipos de su red, para efectos de derechos por uso de frecuencias que se diligencian con el Ministerio de Comunicaciones.



En caso de instalarse un medio alternativo diferente a la estación base de radio, éste se especificará en el Contrato de Conexión.

## **5. Máquina Telefax.**

El Usuario suministrará e instalará una máquina de facsímil en el punto de control de la conexión - lado Usuario -. El Transportador, CND o CRD y el Usuario acordarán si la máquina se abona a la red privada de facsímil del Transportador, CND o CRD, o a la red pública nacional.

El equipo debe cumplir con las especificaciones técnicas normalizadas por el CCITT para el grupo de facsímil al que pertenezcan las máquinas del Transportador, CND o CRD.

## **6. Equipos de Transmisión (Servicio Portador).**

### **6.1 Canales para teleprotección.**

El Usuario debe suministrar e instalar los equipos de transmisión, con la capacidad suficiente para permitir el intercambio de toda la información que se origina en el equipo terminal de telecomunicaciones, en el equipo de registro de fallas y en la unidad terminal remota de supervisión, entre el punto de control de la conexión - lado Usuario - y el punto de acceso a la red de telecomunicaciones del Transportador, CND o CRD.

El Transportador, CND o CRD garantizará al Usuario la disponibilidad, calidad y capacidad de tráfico en su propia red de telecomunicaciones, a partir del punto o puntos de acceso que se establezca(n).

El Transportador, CND o CRD especificará en cada caso el medio de transmisión (línea de alta tensión, cable, fibra óptica, radio), el tipo de equipo (PLC, terminal remota de línea, terminal de fibra óptica, radio, etc.), las interfaces y el punto o puntos de conexión considerando el volumen del tráfico, el tipo de información, la localización geográfica del Usuario, la topología, planeación y características técnicas de la red del Transportador, CND o CRD y los factores de tipo económico. Especificará, además, la banda de frecuencias de operación de acuerdo con las normas establecidas por el Ministerio de Comunicaciones.

Los equipos de transmisión deben cumplir con las normas internacionales establecidas por el CCITT y el CCIR, que le sean aplicables y deben tener diligenciados los correspondientes permisos para el uso de las frecuencias, que otorga el Ministerio de Comunicaciones.

El Transportador, CND o CRD establecerá las características técnicas generales de equipos y de los interfaces entre estos y los puntos de acceso a su red de telecomunicaciones.

Las conexiones entre redes de telecomunicaciones del Usuario y del Transportador, CND o CRD entre punto(s) diferente(s) a el(los) de acceso especificado(s), o con interfaz(ces) de acceso diferente(s), podrán acordarse, siempre y cuando redunden en una utilización más eficiente de las redes de telecomunicaciones y no desmejoren la confiabilidad de las mismas.

## **7. Equipos de registro de fallas.**

Las recomendaciones para las especificaciones de redes de registro de fallas se tienen en el Anexo CC.5. El Usuario debe suministrar el modem con interfaz hacia el registrador (lado datos) de acuerdo con las recomendaciones CCITT V24/V28.

La transmisión de datos se hará a una velocidad mínima de 600 Bd.

Para la transmisión de datos (lado tonos) se utilizará normalmente línea conmutada (dos hilos), abonada a la red telefónica operativa del Transportador, CND o CRD. Se podrá acordar el uso de línea dedicada (cuatro hilos), en los casos en que se encuentre mas conveniente esta opción desde el punto de vista técnico.

## **8. Unidad terminal remota de supervisión.**

Los requisitos técnicos aplicables a la unidad terminal remota se tienen en el Anexo CC.6. El Usuario debe suministrar e instalar los equipos de telecomunicaciones, incluyendo modems, necesarios para transmitir la información proveniente de la unidad terminal remota hasta el punto de acceso a la red de telecomunicaciones del Transportador, CND o CRD. El Transportador, CND o CRD definirá el tipo de interfaz entre la terminal remota y el modem (lado datos) y el punto de acceso a su red de telecomunicaciones (tonos o datos). La velocidad de transmisión de datos mínima será de 200 Bd.

## **9. Acuerdos.**

Todas las definiciones y acuerdos sobre los equipos y servicios de telecomunicaciones mencionados en el presente Anexo, se consignarán en el Contrato de Conexión.

## **10. Requisitos de mantenimiento.**

El propietario de los equipos es responsable por su mantenimiento. Sin embargo, el mantenimiento de los equipos de telecomunicaciones suministrados e instalados por el Usuario con el fin de cumplir los requisitos de conexión al STN puede ser realizado por el Transportador en algunos equipos o en la totalidad de ellos, según se convenga entre el Usuario y el Transportador y se consigne en el Contrato de Conexión.

Las condiciones para la ejecución de mantenimiento en cada caso serán:

Si el Transportador se encarga total o parcialmente del mantenimiento de los equipos, en la elaboración del Contrato de Conexión se deben incluir los siguientes puntos:

- El Transportador factura al usuario que se integre el valor de la ejecución (mano de obra, uso de instrumentos de prueba, transporte y administración) y el suministro de los materiales y repuestos utilizados, si son adquiridos por el Transportador.

- Si hay oportunidad, el personal técnico del Transportador participará en la ejecución, supervisión o interventoría del montaje y puesta en servicio de los equipos que quedarán bajo su responsabilidad.

De todas maneras, el Usuario que se integra debe entregar al Transportador Protocolos de prueba en fábrica (FAT), protocolos de prueba en campo, informe de prueba de disponibilidad (si la hay) y acta de entrega del sistema en la que se especifiquen los eventos, los pendientes y/o faltantes.

Se debe hacer entrega al Transportador de los equipos que queden a su cargo a través de un acta en la cual se incluya un inventario completo del sistema, comprendiendo: infraestructura, equipos y módulos, repuestos y materiales.

Se debe entregar al Transportador la documentación completa: Esquemas a nivel del sistema, planos de instalación y cableado, manuales técnicos de los equipos, listados de materiales, procedimientos de mantenimiento y otros.

Si el equipo que queda a cargo del Transportador requiere de instrumentos de prueba o herramientas especiales para su mantenimiento éstos deben ser entregados al Transportador.

El convenio o contrato debe tener una vigencia mínima de dos años, renovable automáticamente por acuerdo entre las partes, con un mecanismo de actualización de tarifa de mantenimiento anual.

Si el Usuario que se integra mantiene los equipos, en la elaboración del Contrato de Conexión se deben considerar los siguientes puntos:

- Durante la fase final de pruebas y puesta en servicio de los equipos se incluirá la actividad de conexión y pruebas de los servicios de telecomunicaciones del Transportador, la cual se adelantará con participación del personal técnico del Transportador.

- El Transportador debe impartir su visto bueno al acta de recibo en operación del sistema y a un inventario de recursos logísticos de que disponga el Usuario que se integra para el mantenimiento del sistema.

El Usuario que se integra al STN fijará un mecanismo ágil y asignará específicamente el personal para:

- Trámite de consignación de equipos ante el CND y CRD para mantenimiento preventivo, correctivo o trabajos especiales.

- Reportes de falla en equipos o servicios por parte del Transportador.

- Solicitudes de modificaciones, traslados, pruebas especiales, etc. de servicios por parte del Transportador.

El Transportador deberá estar informado acerca del programa de mantenimiento preventivo anual que se adopte para los equipos.

ú Se debe fijar un tiempo mínimo de atención para las fallas.

En casos especiales en que los servicios de telecomunicaciones sean de gran importancia para la operación del STN o para la operación del sistema se podrán establecer penalizaciones cuando se presenten problemas operativos por causa de fallas en los servicios de telecomunicaciones que estén a cargo del Usuario que se integra a la Red de Transmisión del Transportador.

**JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO**

Presidente

**EVAMARÍA URIBE TOBÓN**

Director Ejecutivo

**ANEXO CC.4.**

## **REQUISITOS TÉCNICOS DE PROTECCIONES.**

### **1. Introducción.**

El objetivo de este anexo es presentar los requisitos técnicos de los equipos y esquemas de protección que se deben suministrar en el sitio de conexión, lado Transportador y lado Usuario.

### **2. Consideraciones generales.**

Los sistemas de protección deben cumplir los siguientes requerimientos generales:

Detectar y reducir la influencia de una falla en el sistema eléctrico de potencia evitando daños sobre los equipos e instalaciones, manteniendo la estabilidad del sistema de potencia, y evitando poner en peligro la vida de personas y animales.

Alta Confiabilidad: Probabilidad de no omitir disparos.

Alta Seguridad: Probabilidad de no tener disparos indeseados.

Selectividad: Desconectar sólo lo fallado, evitando trasladar los efectos de las fallas a otros lugares del STN.

Rapidez: El tiempo de operación debe ser lo suficientemente corto de modo que garantice mantener la estabilidad del sistema.

Las protecciones deben ser preferiblemente de estado sólido de tecnología digital o numérica y deben cumplir la norma IEC 255. Si se seleccionan protecciones basadas en microprocesadores con varias funciones de protección simultánea, éstas deben ser duplicadas para proveer la confiabilidad requerida. En caso de que las funciones de protección posean su propio microprocesador y fuente DC, se definirá si es necesario esta redundancia.

Los relés de disparo deben tener reposición eléctrica local y remota.

Todos los relés deben disponer de contactos suficientes para supervisión local (anunciador), supervisión remota y registro de fallas.

El interesado debe presentar al Transportador, propietario del Punto de Conexión, para aprobación los esquemas a utilizar incluyendo las protecciones propias de sus equipos y debe coordinar con el Transportador los ajustes correspondientes.

### **3. Esquemas de protección de líneas y subestaciones del STN.**

#### **3.1 Protección líneas.**

El esquema recomendado para cada circuito de línea de transmisión preferiblemente debe constar de dos protecciones principales con distinto principio de operación y debe ser tal que permita el mantenimiento de uno de los sistemas de protección sin sacar la línea de servicio, conservándose un nivel de protección adecuado. El esquema es el siguiente:

Protección Principal 1: Relé de distancia no conmutado ("full scheme") con unidades independientes fase-fase y fase-tierra, de 3 zonas hacia adelante y 1 zona hacia atrás. Característica de inhibición y disparo para oscilación de potencia ("Power Swing"). Hábil para trabajar con esquemas de teleprotección que utilizan señales permisivas o de bloqueo.

Debe permitir recierres monopolares y tripolares, por lo tanto su lógica de control debe estar habilitada, para disparos monopolares y tripolares. Todas y cada una de las salidas deben tener contactos duplicados para permitir la supervisión remota por el SOE directamente del relé.

Protección Principal 2: Sistema de comparación direccional utilizando un relé direccional instantáneo de falla a tierra, trabajando en esquema de disparo permisivo a través de canal de teleprotección con el extremo remoto, con selección de fase mediante relés de impedancia para permitir disparos y recierres monopolares y tripolares con tiempos de protección primaria. Adicionalmente debe tener una unidad

direccionales de tierra de tiempo definido o inverso, como respaldo, en caso de problemas en el canal de comunicación. La protección deberá poseer contactos adicionales para supervisión remota con el SOE directamente del relé.

En caso de una línea de doble circuito la protección principal 2, en cada uno de ellos, deberá poseer la lógica inversión de flujo.

Alternativamente la protección principal 2 podrá tener otro principio de operación diferente al de sobrecorriente direccional (ejemplo: superposición, onda viajera, diferencial, hilo piloto, etc.) siempre que las dos protecciones principales incluyan adicionalmente un módulo de sobrecorriente direccional de tierra 67N.

Además tendrá unidades direccionales de sobrecorriente de fases, con características de tiempo definido o inverso, como respaldo para fallas entre fases no detectadas por el relé de distancia.

En los esquemas de protección de líneas existentes equipadas con dos protecciones principales de igual principio de funcionamiento, como distancia - distancia, éstas se complementarán con relés direccionales de falla a tierra, 67N.

Relés de sobretensión: Para proteger los equipos de patio contra sobretensiones sostenidas o temporales de gran magnitud. Deberá tener unidad instantánea y temporizada de tiempo definido.

El esquema se debe complementar con:

- Localizador de fallas de lectura directa, el cual puede ser independiente o hacer parte de una de las protecciones principales. La indicación debe ser dada en unidades métricas (Km).
- En caso de líneas cortas el esquema de protección puede constar de esquema de comparación direccional y esquemas diferenciales de hilo piloto.

### **3.2 Protección subestaciones (punto de conexión).**

El esquema de protección de línea anteriormente descrito debe ser complementado en cada subestación con:

- Relés de falla interruptor: Para actuar como respaldo local en caso de falla del interruptor (o interruptores) de línea.
- Relé de Recierre: Debe permitir y controlar los recierres monopolares y tripolares automáticos. En caso de utilizarse en configuración anillo o interruptor y medio se debe disponer de la lógica programable maestro-seguidor.
- Relé de disparo maestro: Para disparos definitivos (bloquea el recierre en caso de fallas aclaradas por las protecciones de respaldo).
- Relés de supervisión circuito de disparo: Para garantizar alarmas en caso de no disponibilidad del circuito o de las bobinas de disparo del interruptor.
- Relé de chequeo de sincronismo: Para supervisar los recierres automáticos y los cierres manuales.
- Equipo de teleprotección para 3 señales como mínimo (dos asociadas a las protecciones 1 y 2 y una para disparos transferidos directos (por sobretensión, falla interruptor, diferencial de barras, etc.).

- Protección de Barras: Serán del tipo de impedancia moderada o porcentual. Deben preverse en este sistema las ampliaciones futuras. El sistema debe dar señalización por fase. Los relés deberán permitir la conexión de CT's de diferente relación de transformación.

- Relés de frecuencia: Son necesarios en puntos estratégicos de la red donde sea necesario implementar deslastres de carga para preservar la estabilidad del sistema. Bajo solicitud del CND, el Transportador dará las instrucciones particulares en los casos donde se requieran.

El tiempo mínimo de supervisión deberá garantizar que la protección opere en forma segura. Si la frecuencia se recupera al menos durante un ciclo antes de terminarse la temporización, el relé debe reponerse automáticamente e iniciar un nuevo ciclo de supervisión.

Adicionalmente debe contar con sistema de medición de rata de cambio de frecuencia cuyo ajuste puede ser independiente o en combinación con los umbrales de frecuencia.

Los rangos de frecuencia están definidos en el Código de Operación.

- Registrador de fallas: Las especificaciones técnicas están consignadas en el Anexo CC.5 "Requisitos Técnicos del Sistema de Registro de Fallas".

- Los relés de recepción / transmisión de disparo transferidos deben ser relés maestros (de bloqueo), con reposición eléctrica.

- Si la subestación tiene una configuración de conexión de interruptores (interruptor y medio, anillo), el Usuario deberá adicionar a las anteriores protecciones, las correspondientes a tramo muerto y zona muerta.

## **JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO**

Presidente

## **EVAMARÍA URIBE TOBÓN**

Director Ejecutivo

### **ANEXO CC.5.**

## **REQUISITOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE REGISTRO DE FALLAS.**

### **1. Introducción.**

Este anexo presenta las recomendaciones básicas para la elaboración de las especificaciones técnicas de redes de registro y análisis de fallas.

Los Registradores de Fallas son equipos destinados a monitorear el comportamiento dinámico de la STN durante perturbaciones o maniobras. Dada su importancia en la detección de problemas operativos, de protecciones, de fallas de equipos, se presenta una descripción de las características de dicho sistema de registro.

### **2. Registradores de fallas.**

Los registradores de fallas deben ser equipos digitales, completamente programables, con capacidad mínima para manejar ocho (8) entradas análogas y dieciséis (16) entradas digitales.

## **2.1 Activación.**

El registrador debe ser activado por una o varias de las siguientes alternativas: por un comando externo, por un cambio de estado en una señal digital o una combinación de estas, o por cambios en los valores de las señales análogas (tensiones, corrientes).

El registrador deberá indicar cuál señal inició cada evento y cuáles señales cambiaron de estado, con el tiempo de ocurrencia de cada cambio.

## **2.2 Normas aplicables.**

El registrador de fallas deberá cumplir con las secciones aplicables de la recomendación IEC 255 "Electrical Relays".

## **2.3 Señales de entrada.**

### **2.3.1 Características generales.**

La conversión análogo/digital para todas las entradas análogas será mínimo de 12 bits.

Los canales deben tener una exactitud mínima del 0,5% a plena escala.

Las señales análogas se cablean desde los secundarios de transformadores de medida o desde salidas de transductores apropiados y las señales digitales desde contactos repetidores de relés de protección e interruptores.

### **2.3.2 Tensión.**

Por cada circuito de línea, transformación o generación se registrarán cuatro señales de tensión: en las fases y en el neutro. Las señales se toman de los secundarios de los transformadores de tensión (generalmente 115/ 3V) y auxiliares respectivos.

### **2.3.3 Corriente.**

Por cada circuito de línea, transformación o generación se registrarán cuatro señales de corriente: en las fases y en el neutro. Las señales se toman de los secundarios de los transformadores de corriente (generalmente 1 o 5 A eficaces). En la selección de los "shunt" de corriente, del registrador de fallas se debe garantizar la adecuada resolución de las ondas de corriente en condiciones de carga.

### **2.3.4 Señales digitales.**

Por cada circuito se registrarán señales digitales de arranque y disparo de los relés de protección y del estado de los interruptores del circuito. Estas señales provendrán de contactos libres de potencial directamente de los equipos, es decir, sin la intervención de los relés de interposición.

## **2.4 Tiempo de registro.**

Los tiempos de registro de pre-falla y post-falla deben ser programables, típicamente así:

Prefalla: Ajustable desde 0 hasta 600 ms en pasos mínimos de 50 ms.

Post-falla: Ajustable desde 800 ms hasta 3 s.

## **2.5 Almacenamiento de datos.**

El registrador tendrá una memoria RAM de capacidad suficiente para almacenar por lo menos toda la información relacionada con veinte (20) eventos registrados con una velocidad de muestreo de 4000 muestras/s y una duración de 1,5 segundos cada uno.

En caso de que los parámetros sean almacenados en memoria RAM, esta memoria deberá ser protegida contra fallas en la alimentación.

## **2.6 Sincronización.**

El reloj interno del registrador deberá sincronizarse periódicamente por medio de una señal externa proveniente de un receptor de señal satélite, el cual si no existe en la subestación, debe incluirse en el suministro de los registradores de fallas.

Para este fin se utiliza por lo general la señal emitida por los satélites GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite).

## **2.7 Programación, calibración y prueba.**

El registrador debe tener capacidades de autodiagnóstico y autocalibración. Cualquier condición de mal funcionamiento deberá señalizarse localmente en el mismo registrador y remotamente en la unidad maestra.

El registrador de fallas deberá poder ser activado y programado remotamente desde la unidad maestra de análisis.

El registrador deberá poseer medios para evitar accesos no autorizados para su control y programación.

## **3. Transmisión de datos.**

La información del registrador debe transmitirse a una unidad maestra de análisis localizada en el centro de análisis de fallas, la cual interroga a varios registradores o a otras unidades maestras.

- Si durante una transmisión de datos entre un registrador y la unidad maestra ocurre una falla en las líneas supervisadas, la falla deberá ser registrada normalmente sin pérdida o error en los datos que están siendo transmitidos o registrados.

- Debe asegurarse la integridad de los datos a pesar de que sucedan fallas o haya ruido en el canal de comunicación.

- La transmisión de datos se hará a una velocidad mínima de 600 Bd, programable en la subestación y desde la maestra. Deberán tenerse en cuenta las limitaciones de los canales disponibles, en particular los canales de voz por PLC, cuyo ancho de banda usualmente va desde 0,3 a 2,4 kHz.

- Los interfaces entre los modems y los registradores deberán cumplir con las recomendaciones CCITT V.24/V.28.

## **4. Desarrollo de aplicaciones.**

Se deben incluir facilidades para que el usuario pueda configurar los programas de despliegue para adecuarlos a sus propias necesidades y a desarrollos propios. Los programas deben poder producir



archivos de datos compatibles con hojas de cálculo, bases de datos comerciales y deben cumplir con el formato COMTRADE para transporte de archivos a los distintos paquetes de análisis de fallas que informe el Transportador.

## **JORGE EDUARDO COCK LONDOÑO**

Presidente

## **EVAMARÍA URIBE TOBÓN**

Director Ejecutivo

### **ANEXO CC.6.**

#### **REQUISITOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.**

*<Ver Notas de Vigencia>*

##### **1. Introducción.**

En este anexo se describen los principios generales y las características técnicas de los equipos de supervisión y control que se conectan al Centro Nacional de Despacho (CND) o a los Centros Regionales de Despacho (CRD) y los mecanismos para el intercambio de información de supervisión y control entre el CND y los CRDs y demás agentes.

##### **2. Generalidades.**

De acuerdo con los artículos 34 y 38 de la LEY No. 143 del 11 de julio de 1994, la información requerida para el planeamiento y la operación del Sistema Interconectado Nacional (SIN) debe ser suministrada o recibida, en forma oportuna y confiable, por las empresas generadoras de electricidad, las distribuidoras y las encargadas de la operación de las redes de interconexión y transmisión. Así mismo, esta información será canalizada a través del Centro Nacional de Despacho y de los Centros Regionales de Despacho, según corresponda.

Los CRDs requieren la información para la supervisión y control de la operación de las redes, subestaciones y centrales de generación localizadas en uno o más Sistemas de Transmisión Regional (STR) o Sistemas de Distribución Local (SDL). También requieren la información de la porción del STN necesaria para la operación segura y confiable de la red bajo su supervisión.

El CND requiere la información para ejercer la coordinación, supervisión, control y análisis de la operación de las redes, subestaciones del Sistema de Transmisión Nacional (STN) y de las unidades generadoras despachadas centralmente.

Asimismo, el CND está encargado de la planeación y coordinación de la operación integrada de los recursos de generación, interconexión y transmisión del Sistema Interconectado Nacional (SIN), para lo cual requiere el intercambio de información oportuna y confiable con los CRDs.

##### **3. Integración de centrales de generación y subestaciones.**

###### **3.1 Cobertura del cnd y de los CRDs.**

Los requisitos mencionados en el numeral anterior definen la cobertura necesaria para los sistemas SCADA del CND y de los CRDs mediante supervisión directa a través de Unidades Terminales

Remotas (RTUs) instaladas en las centrales y subestaciones del SIN, y mediante el intercambio de datos usando los enlaces entre centros de despacho.

Los CRDs directamente reciben información de las RTUs instaladas en las centrales de generación y subestaciones pertenecientes a los Sistemas de Transmisión Regional o a los Sistemas de Distribución Local de los cuales coordina la operación. También, en forma indirecta, reciben del CND la información del STR que le permite operar en forma segura y confiable la red bajo su supervisión. Así mismo, en coordinación con el CND, envían comandos que permiten realizar maniobras sobre los equipos del Operador de la Red de Transmisión Regional, cuando con éste se haya convenido dicho servicio.

Los CND recibe directamente información de las RTUs instaladas en las centrales de generación y subestaciones pertenecientes a los Sistemas de Transmisión Nacional que no forman parte de la supervisión directa de otro CRD. Así mismo, envían comandos que permiten realizar maniobras sobre los equipos de la red de transmisión de ISA.

Para nuevas subestaciones del STN y centrales del SIN el CND supervisará en forma directa cuando no se tenga supervisión de un CRD o cuando el propietario del equipo lo solicite.

La supervisión directa de los sistemas SCADA tanto del CND como de los CRDs se podrá realizar por medio de Unidades Terminales Remotas (RTUs) o por Sistemas de Control Digital que permitan el control distribuido de subestaciones y centrales.

Los generadores despachados centralmente que participan en el Control Automático de Generación (AGC) reciben periódicamente los comandos de regulación de frecuencia enviados desde el CRD o desde el CND, a través de la respectiva RTU, a donde se encuentren conectados.

El CND recibe, por el enlace de intercambio de datos entre centros de despacho, la información de las subestaciones del STN y de las centrales de generación que son supervisadas directamente por los CRDs y que son necesarias para coordinación de la operación del SIN.

De igual manera, los CRDs reciben del CND, por el enlace de intercambio de datos entre centros de despacho, la información de las subestaciones del STN que le permitan mejorar la operación de las partes de la red que está bajo su coordinación y la información necesaria para participar en la regulación de frecuencia.

La información intercambiada por el enlace debe cumplir con los requisitos técnicos del CND o CRD, en cuanto a velocidad de refresco y precisión de los datos.

El intercambio de información entre el CND y los CRDs se hace a través de enlaces entre centros de despacho. Estos enlaces deben utilizar el protocolo de comunicaciones acordado entre el CND y los CRDs. Actualmente se utiliza el protocolo de intercambio de información "Intercentre Data Exchange Protocol NCC-MCC" de Asea Brown Boveri (ABB) basado en X.25.

Si el enlace entre el CND y el CRD no funciona de acuerdo con los siguientes parámetros:

Calidad del canal  $1 \times 10^{-6}$  bits en error

Disponibilidad promedio semanal mayor del 97 %

Tiempo máximo de desconexión de dos semanas

El CND podrá instalar en el sitio una RTU de su propiedad que le permita la supervisión directa de esa parte de la red.

El protocolo de comunicación usado para el intercambio de información entre el CND y los CRDs puede ser modificado en el futuro, previo acuerdo entre el CND y los CRDs, por otro protocolo que cumpla con estándares internacionales utilizados en la conexión entre centros de despacho.

### **3.2 Propiedad, operación y mantenimiento de las RTUs.**

En principio la propiedad de las RTUs deberá ser del propietario del equipo supervisado.

El propietario de equipos que utilice para su supervisión equipos previamente instalados por el CND, acordará con éste las condiciones técnicas y comerciales para su utilización.

El mantenimiento de las RTUs es responsabilidad del propietario, quien podrá contratarlo con un tercero, previa inclusión de este contrato en el acuerdo de conexión.

Cuando por decisión del CND o del CRD se modifique el protocolo de comunicación especificado para las RTUs, el CND o CRD que efectuó la modificación debe informar al propietario del equipo esta modificación. El CND o CRD deben garantizar el soporte del protocolo anterior. En caso de no soportarlo, quien efectuó la modificación debe reemplazar a su costo las RTUs de los afectados por este cambio.

El propietario de RTUs pagará los gastos a que haya lugar cuando efectúe cambios en las mismas debidos a causas no imputables al CND o CRD.

### **3.3 Información de centrales de generación y subestaciones.**

En los numerales siguientes se describe la información que se requiere para la coordinación de subestaciones y centrales. El resumen de los requisitos que deben cumplir los equipos de supervisión para el CND y para los CRD esta contenido en el documento Requisitos de los Equipos para Supervisión y Control.

#### **3.3.1 Medidas**

Las medidas que se supervisan, tanto en el CND como en los CRDs son: potencia activa y reactiva de líneas, transformadores y unidades generadoras; potencia reactiva de reactores, potencia reactiva de condensadores y tensión de barras.

En los casos en que sea necesario, estas señales pasan por transductores y se llevan a módulos de entradas analógicas en las RTUs.

<Texto modificado por el artículo 6 de la Resolución CREG- 083 de 1999. El nuevo texto es el siguiente:>

1o. De acuerdo con el numeral 3.3.1. del Código de Conexión, Anexo CC.6 y en adición a éste, es obligatoria la remisión de la siguiente información:

a) Potencia activa y reactiva de líneas, transformadores y unidades generadoras;

b) Potencia reactiva de reactores, potencia reactiva de condensadores y demás equipos de compensación y tensión de barras;

c) Potencia activa y reactiva de los enlaces internacionales.

**<Notas de vigencia>**

- Artículo 2 de la Resolución 54 de 1996, modificado por el artículo 6 de la Resolución 83 de 1999, publicada en el Diario Oficial No 43.835, del 30 de diciembre de 1999.

- Texto adicionado por el artículo 2 Num. 1o. de la Resolución 54 de 1996, publicada en el Diario Oficial No. 42.849 de agosto 5 de 1996.

**<Concordancias>**

Resolución CREG 54 de 1996; Art. 3; Art. 6

**<Legislación Anterior>**

**Texto adicionado por la Resolución 54 de 1996:**

1o. De acuerdo con el Numeral 3.3.1. del Código de Conexión, Anexo CC.6 y en adición a éste, es obligatoria la remisión de la siguiente información:

- a) Potencia activa y reactiva de líneas, transformadores y unidades generadoras;
- b) Potencia reactiva de reactores, potencia reactiva de condensadores y tensión de barras;
- c) Potencia activa y reactiva de los enlaces internacionales.

### **3.3.2 Entradas digitales**

Las entradas digitales comprenden las indicaciones utilizadas para señalar la posición de interruptores y seccionadores, las alarmas, los estados Local-Remoto para control automático de generadores, estado de conexión a control conjunto de generadores y la indicación de posición de derivaciones de transformadores con movimiento bajo carga con su indicación de operación remota .

<Texto modificado por el artículo 6 de la Resolución CREG- 083 de 1999. El nuevo texto es el siguiente:>

2o. De acuerdo con el numeral 3.3.2. del Código de Conexión, Anexo CC.6 y en adición a éste, es obligatoria la remisión de la siguiente información :

- a) Entradas digitales para señalar la posición de interruptores, seccionadores y alarmas;
- b) Entradas digitales para señalar los estados Local-Remoto para telecomandos;
- c) Entradas digitales para indicar la posición de derivaciones de transformadores con movimiento bajo carga con su indicación de operación remota.
- d) Entradas digitales necesarias para el control de los equipos que participan en el Control Automático de Voltaje (CAV) con su indicación de operación remota.

**<Notas de vigencia>**

- Artículo 2 de la Resolución 54 de 1996, modificado por el artículo 6 de la Resolución 83 de 1999, publicada en el Diario Oficial No 43.835, del 30 de diciembre de 1999.

- Texto adicionado por el artículo 2 Num. 2o. de la Resolución 54 de 1996, publicada en el Diario Oficial No. 42.849 de agosto 5 de 1996.

**<Concordancias>**

Resolución CREG 54 de 1996; Art. 3; Art. 6

**<Legislación Anterior>**

**Texto adicionado por la Resolución 54 de 1996:**

2o. De acuerdo con el Numeral 3.3.2. del Código de Conexión, Anexo CC.6 y en adición a éste, es obligatoria la remisión de la siguiente información :

- a) Entradas digitales para señalar la posición de interruptores, seccionadores y alarmas;
- b) Entradas digitales para señalar los estados Local-Remoto para telecomandos;
- c) Entradas digitales para indicar la posición de derivaciones de transformadores con movimiento bajo carga con su indicación de operación remota.

**3.3.3 Interfaz control automático de generación (AGC).**

Aquellas centrales generadoras que participan del sistema AGC reciben periódicamente los comandos de regulación enviados desde el CND o desde el CRD al cual estén conectadas a través de su respectiva RTU.