

**MANUAL PARA LA INTERPRETACIÓN Y APLICACIÓN RETIE EN  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA CONDICIONES ESPECIALES**

**OSCAR JAVIER ORTIZ PÉREZ**

**ROBY ANTONY GONZALEZ CASTRO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**BUCARAMANGA**

**2010**

**MANUAL PARA LA INTERPRETACIÓN Y APLICACIÓN RETIE EN  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA CONDICIONES ESPECIALES**

**OSCAR JAVIER ORTIZ PÉREZ**

**ROBY ANTONY GONZALEZ CASTRO**

**Tesis de grado en la modalidad investigación para optar al título de  
Ingenieros Electricistas**

**Director**

**CIRO JURADO JEREZ**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**BUCARAMANGA**

**2010**

## **DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS**

*Es una meta que se alcanza a lo largo de mucho esfuerzo, siempre acompañado de mi familia a la cual le agradezco estar siempre a mi lado con su apoyo incondicional; gracias a los compañeros con los que tuve la oportunidad de compartir este proceso y sobre todo gracias a DIOS por permitirme concluir satisfactoriamente mi formación profesional.*

OSCAR.

*A Dios*

*Por permitirme llegar hasta este momento tan importante, por darme serenidad e inteligencia para aceptar aquellas cosas que no puedo cambiar, por darme valor para cambiar las cosas que si puedo y por darme sabiduría para entender la diferencia.*

*A Mis Padres*

*Por su amor, comprensión y paciencia*

*A Mis Hermanas y Mi Sobrina*

*Porque a pesar de la distancia, el ánimo, apoyo y alegría que me brindan me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.*

*A Leidy*

*Porque a su lado aprendí que la vida no es tan ilógica y rara, que debemos tomarla con calma.*

*A mis amigos*

*Por su sueños.*

*ROBY*

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>17</b>
2.1 OBJETIVOS.....	17
2.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	18
2.3 ALCANCE .....	18
2.4 POSIBLES INTERESADOS EN EL PROYECTO.....	19
<b>3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>20</b>
3.1 NORMALIZACIÓN.....	20
3.2 REGLAMENTACIÓN.....	23
3.3 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC 2050) Y REGLAMENTACION COLOMBIANA (RETIE).....	23
3.4 CONDICIONES ESPECIALES .....	30
<b>4. ELABORACIÓN DEL MANUAL .....</b>	<b>35</b>
4.1 PRESENTACIÓN DEL MANUAL .....	35
4.2 COMPONENTES DEL MANUAL .....	35
4.2.1 CONTENIDO .....	36
4.2.2 ANEXOS.....	37
<b>5. ELABORACIÓN DEL MANUAL MULTIMEDIA .....</b>	<b>39</b>
5.1 PRESENTACIÓN DEL SOFTWARE HELP & MANUAL .....	39

5.2	PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA .....	39
5.3	MANEJO DEL SOFTWARE .....	40
5.4	COMPONENTES DEL SOFTWARE .....	43
5.4.1	MANUAL PARA LA INTERPRETACION Y APLICACIÓN RETIEN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA CONDICIONES ESPECIALES.....	43
5.4.2	BÚSQUEDA.....	46
5.4.3	CERRAR.....	47
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>51</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Declaración del constructor .....	25
Figura 2. Dictamen de inspección y verificación para instalaciones de distribución .....	26
Figura 3. Presentación del manual .....	35
Figura 4. Canalización usada como soporte para el circuito de alimentación del equipo controlado por circuito clase 2.....	36
Figura 5. Seccionador bajo carga de montaje en poste.....	37
Figura 6. Tablas utilizadas en el desarrollo del manual .....	38
Figura 7. Icono de acceso a la herramienta didáctica .....	39
Figura 8. Pantalla de inicio herramienta didáctica.....	40
Figura 9. Botón atrás .....	40
Figura 10. Botón adelante.....	41
Figura 11. Botón Home .....	41
Figura 12. Botón imprimir.....	41
Figura 13. Botón abajo.....	41
Figura 14. Botón arriba .....	42
Figura 15. Botón Información.....	42
Figura 16. Contenido del manual .....	43
Figura 17. Orden de los temas incluidos en el manual .....	44

Figura 18. Al darle clic sobre una sección, nos muestra los apartados que esta contiene .....	45
Figura 19. Vista del contenido de la sección 702, apartado A. Generalidades .....	45
Figura 20. Anexo de tablas .....	46
Figura 22. Cuadro de búsqueda .....	47
Figura 23. Botón cerrar .....	47

## RESUMEN

**TITULO: MANUAL PARA LA INTERPRETACIÓN Y APLICACIÓN RETIE E INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA CONDICIONES ESPECIALES**<sup>1</sup>

**AUTORES:** OSCAR JAVIER ORTIZ PÉREZ

ROBY ANTONY GONZALEZ CASTRO<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Instalación eléctrica, condiciones especiales, sistemas de emergencia, sistemas de reserva opcionales, sistemas de alarma contra incendios.

### CONTENIDO:

El desarrollo del siguiente contenido expone una herramienta didáctica de una manera clara y precisa, referente al capítulo 7 de la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 en instalaciones eléctricas para condiciones especiales.

En el presente manual se trabajó de manera gráfica para ayudar a los usuarios del mismo a tener una idea más concisa de los temas.

Se pueden encontrar diferentes tipos de gráficos que ayudan a entender de una manera más clara la información que presenta el capítulo 7 de la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, en los cuales se encuentran gráficos que permiten al lector identificar los equipos de los que se habla en cada artículo, y también gráficos que permiten interpretar la aplicación de los mismos.

Se finalizó el manual con dos anexos, en el primero se encuentran las tablas a las que se hace referencia en el contenido del capítulo 7, y en el segundo se encuentran los catálogos eléctricos de los equipos, elementos y demás materiales que hacen parte de las condiciones especiales utilizados en las instalaciones eléctricas existentes en el mercado de algunas empresas proveedoras del sector.

El contenido del siguiente manual se entregó de forma magnética por medio del programa "Help & Manual", para que sea de fácil acceso a cualquier usuario del mismo.

---

<sup>1</sup> Proyecto de Grado: Trabajo de Investigación.

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Ciro Jurado Jerez.

## ABSTRACT

**TITLE: MANUAL FOR INTERPRETATION AND APPLICATION OF THE RETIE AND ELECTRICAL INSTALATIONS FOR SPECIAL CONDITIONS.<sup>3</sup>**

**AUTHORS:** OSCAR JAVIER ORTIZ PÉREZ

ROBY ANTONY GONZALEZ CASTRO<sup>4</sup>

**KEYWORDS:** Electrical system, special conditions, emergency standby power systems, optional standby power systems, fire alarm systems.

### ABSTRACT:

The development of the following contents exposes a didactic tool in a clear manner and it specifies, relating to the chapter 7 of the Colombian Technical Standard NTC 2050 in electrical systems for special conditions.

This manual work was graphically to help users of the same to have a more concise idea of the topics.

You can find different types of graphs that help the readers to understand in a more simple way the information presented in Chapter 7 of the Colombian Technical Standard NTC 2050, which are graphics that allow the reader to identify equipment that are treated at each article, also you can find interpret graphs, allowing their application in an easier way.

The Manual was completed with two appendices, the first one are the tables referenced in the content of Chapter 7, and the second one are the catalogs of electrical equipment, components, and other materials that are part of the special conditions used in electrical installations in the market for some suppliers to the sector.

The contents of the following manual was delivered magnetically by means of the program "Help & Manual", in order that it be of easy access to any user of the same.

---

<sup>3</sup> Degree project: Research paper.

<sup>4</sup> Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Ciro Jurado Jerez.

## 1. INTRODUCCIÓN

La norma técnica colombiana (NTC 2050) está basada en la National Electrical Code (NEC) la cual es una norma guía que busca salvaguardar, preservar y mejorar la calidad de vida de los usuarios de equipos e instalaciones eléctricas a su vez permite que no se generen gastos innecesarios a futuro, debido a falta de normatividad y control.

El objetivo de la ingeniería eléctrica es lograr un adecuado manejo de la energía a través de normas que regulen todo el proceso de las instalaciones eléctricas, dichas normas deben ser acatadas desde el diseñador hasta el usuario final, por ello la importancia del desarrollo de este manual.

La Norma Técnica Colombiana para instalaciones eléctricas (NTC 2050) es el máximo ente frente a seguridad eléctrica, en ella se definen las características esenciales de las instalaciones eléctricas. Es necesario que la reglamentación dada por la Norma Técnica Colombiana (NTC 2050) sea aplicada con responsabilidad y profesionalismo como pauta mínima por parte de las personas que se basen en la misma generando inmejorables niveles de seguridad y calidad para todos los usuarios.

Para una considerada interpretación y aplicación de esta norma se ha elaborado un manual que extrae de una manera cómoda y práctica los conceptos tratados en el capítulo 7 de la Norma Técnica Colombiana (NTC 2050).

Lo que se busca con este manual es incentivar el estudio de la norma y dar una información mucho más clara y fácil de entenderla a través de las gráficas trabajadas en el mismo.

Después de elaborar el manual se utilizara un software llamado Help & Manual, el cual genera un archivo ejecutable cuyos requerimientos básicos para su correcta

ejecución son: procesador 533 Mhz, 64 Mb de memoria RAM, capacidad de almacenamiento de 500 Mb para versiones Microsoft de sistemas operativos 98/Me/Xp/Vista/7.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.1 OBJETIVOS**

#### **2.1.1 Objetivo general.**

- Elaborar un manual que brinde información y a la vez facilite interpretar la reglamentación que establece el código eléctrico colombiano, teniendo en cuenta los requerimientos de seguridad, que buscan salvaguardar la vida y los bienes materiales de los usuarios finales.

#### **2.1.2 Objetivos específicos.**

El cumplimiento del objetivo general del proyecto comprende lo siguiente:

- Realizar un análisis de los contenidos presentados en el capítulo 7 del código eléctrico colombiano que permita entenderlo con facilidad, logrando un adecuado manejo de dicha información.
- Utilizar un lenguaje de fácil entendimiento para quienes necesiten interpretar y aplicar la información dada desde la sección 701 hasta la sección 780.
- Crear una herramienta interactiva sobre este capítulo que permita a ingenieros, técnicos, docentes, estudiantes y demás personas su fácil utilización, interpretación y aplicación.
- Contribuir a la divulgación de las condiciones mínimas de seguridad contempladas en esta norma, para las personas que la consulten se concienticen de su cumplimiento evitando así posibles accidentes.

- Redactar en forma clara y coherente los contenidos del capítulo 7, para una adecuada interpretación de los mismos.

## **2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

Hoy en día el sector eléctrico es uno de los más importantes dentro del desarrollo económico de una nación, ya que es el soporte vital de la sociedad tanto en la parte doméstica como en la parte industrial la cual se mueve a través de toda una red de elementos que requieren de energía eléctrica para funcionar.

Dicho aprovechamiento de este recurso requiere de unas normas que establezcan una forma apropiada para su buen uso y que no genere un peligro inminente en el bienestar y comodidad de los usuarios.

Para lograr unos estándares altos de seguridad y confiabilidad de las instalaciones eléctricas, se ha decidido el desarrollo de este manual, el cual está basado en la Norma Técnica de Instalaciones Eléctricas (NTC 2050) que contiene unos parámetros aplicados en varios países, los cuales no son claros, por lo mismo el manual permite un mejor acceso a la información a través de gráficos didácticos que logran un buen manejo de los reglamentos.

La información de este manual está basada en las secciones y artículos específicos afines con condiciones especiales (Cap. 7 de la Norma Técnica Colombiana NTC 2050).

## **2.3 ALCANCE**

Se pretende con este proyecto realizar los objetivos propuestos, para lo cual se plantea las siguientes pautas:

- Constituir parámetros por medio de los cuales se pueda optimizar la evolución de las obras previendo posibles fallas debido a una mala elección de materiales.
- Lograr un mayor entendimiento por parte de los profesionales del sector eléctrico en el país por medio del manual para con su aplicación obtener instalaciones eléctricas más seguras.
- Utilizar el manual como una herramienta de apoyo en el desarrollo de las inspecciones eléctricas.
- Hacer de una manera más didáctica, el proceso de formación de los estudiantes de ingeniería eléctrica de la Universidad Industrial de Santander, para obtener una mejor comprensión de las disposiciones sobre Condiciones Especiales que rigen en Colombia.

## **2.4 POSIBLES INTERESADOS EN EL PROYECTO**

- Universidad Industrial de Santander.
- Personal técnico de planta física encargados de la parte eléctrica de la universidad.
- Empresas del sector Energético.
- Ingenieros Electricistas.
- Estudiantes de pregrado.
- Inspectores.

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1 NORMALIZACIÓN**

Para poder simplificar la aplicación e interpretación de una norma técnica, debe contener todos los estamentos de la misma, de esa manera se puede determinar los parámetros más importantes de ella, es por esto que a continuación se desglosarán las normas técnicas internacionales y nacionales que puedan limitar el uso de algún producto por el no conocimiento y dificultan el buen manejo de las mismas.

En primer lugar está la normalización que es el proceso mediante el cual se establecen instrucciones para uso común y repetido, cuyo fin es obtener un grado adecuado de orden con respecto a problemas reales o potenciales, en un contexto dado.

En la normalización puede haber uno o más objetivos específicos, para avalar la idoneidad del uso de un producto, proceso o servicio. Estos objetivos pueden ser: selección de variedades, comodidad de uso, compatibilidad, intercambiabilidad, salud, seguridad, protección del medio ambiente, protección del producto, comprensión mutua, desempeño económico, y comercio.

#### **Aptitud para el uso**

Capacidad de un producto, proceso o servicio de servir para un propósito definido en condiciones definidas.

#### **Compatibilidad**

Capacidad de productos, procesos o servicios, para ser utilizados simultáneamente en las condiciones definidas, para cumplir requerimientos adecuados sin producir interacciones inadmisibles.

## **Intercambiabilidad**

Capacidad de un producto, proceso o servicio, para ser utilizado en lugar de otro con el propósito de satisfacer los mismos requisitos.

## **Selección de variedades.**

Selección del número óptimo de tamaños o tipos de productos, procesos o servicios para satisfacer las necesidades predominantes

En Colombia el organismo encargado de realizar estos procesos es el ICONTEC<sup>5</sup>, el cual define las siguientes etapas para el proceso de normalización nacional:

- **Factibilidad y planeación:** identificar las necesidades, evaluar la factibilidad y planificar las actividades para la elaboración o actualización de los documentos normativos.
- **Gestión de comité:** gestionar el estudio y aprobación de los documentos normativos en los comités técnicos de normalización y actividades complementarias, relacionadas con el trabajo de los comités técnicos (publicaciones, actividades de divulgación, reglamentos técnicos). Incluye las actividades relacionadas con corrección de estilo y traducción para los documentos normativos.
- **Consulta pública:** someter a una amplia consideración de las partes interesadas el estudio de los proyectos de documentos normativos, con el fin de garantizar el cumplimiento de los principios de transparencia e imparcialidad del proceso de normalización.

Existen diferentes tipos de normalización, definidos de acuerdo al alcance geográfico que tenga como fin el producto, proceso o servicio sobre el cual se esté desarrollando. Podríamos identificar los siguientes tipos:

---

<sup>5</sup> Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

## **Normalización Internacional**

Normalización en la que pueden participar los organismos de normalización de todos los países. A este nivel pertenecen la ISO<sup>6</sup>, la IEC<sup>7</sup>, la UIT<sup>8</sup>, y la OIML<sup>9</sup>.

## **Normalización Regional**

Normalización en la que participan los organismos pertinentes de un área geográfica, política o económica del mundo. Dentro de estos pueden mencionarse CEN<sup>10</sup> (Europa) y COPANT<sup>11</sup> (América).

## **Normalización Nacional**

Normalización que tiene lugar en un país específico, por ejemplo ICONTEC (Colombia), AFNOR<sup>12</sup> (Francia), DIN<sup>13</sup> (Alemania), ANSI<sup>14</sup> (Estados Unidos).

## **Normas Territoriales**

Normalización que tiene lugar en una división territorial de un país. Es posible, también, encontrar normas sectoriales, por ejemplo en el ámbito de una asociación. En Colombia, ejemplos de estas normas son las elaboradas por las Unidades Sectoriales de Normalización de COTELCO<sup>15</sup>, IAC<sup>16</sup>, CCS<sup>17</sup>.

---

<sup>6</sup> Organización Internacional para la Normalización.

<sup>7</sup> Comisión Electrotécnica Internacional.

<sup>8</sup> Unión Internacional de Telecomunicaciones.

<sup>9</sup> Organización Internacional de Metrología Legal.

<sup>10</sup> Organismo de estandarización de la Comunidad Europea.

<sup>11</sup> Comisión Panamericana de Normas Técnicas.

<sup>12</sup> Association Française de Normalisation.

<sup>13</sup> Deutsches Institut für Normung.

<sup>14</sup> American National Standards Institute.

<sup>15</sup> Asociación Hotelera de Colombia.

<sup>16</sup> Instituto Colombiano de Codificación y Automatización Comercial.

<sup>17</sup> Consejo Colombiano de Seguridad.

### **3.2 REGLAMENTACIÓN**

En segundo lugar tenemos la reglamentación que, según la real academia de la lengua española, es una colección ordenada de reglas o preceptos, que por la autoridad competente se da para la ejecución de una ley o para el régimen de una corporación, una dependencia o un servicio.

### **3.3 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC 2050) Y REGLAMENTACION COLOMBIANA (RETIE)**

Así como hay normas técnicas internacionales, Colombia también las realiza por medio del ICONTEC. Una NTC es un documento normativo de aplicación voluntaria, establecido por consenso, el cual toma en consideración las disposiciones establecidas en el Código de buena conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas de la OMC<sup>18</sup> aprobado por el ICONTEC, que suministra, para uso común y repetido, reglas, directrices y características para actividades o resultados encaminados al logro del grado óptimo de orden, en un contexto dado.

Los documentos normativos se deben basar en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia y sus objetivos deben ser los beneficios óptimos para la comunidad.

La NTC 2050, Código Eléctrico Colombiano, es una herramienta fundamental para el sector eléctrico nacional en general y para los profesionales que se desempeñan en esta área, ya que establece los requisitos que unos deben solicitar y otros deben aplicar, brindando transparencia en los procesos de contratación y calidad en la ejecución de los trabajos, todo enfocado al beneficio de los clientes y usuarios en todos los niveles. Esta norma recoge el interés

---

<sup>18</sup> Organización Mundial del Comercio.

general del sector eléctrico colombiano por lograr un primer acercamiento a las condiciones particulares de nuestro país, sin dejar de lado las condiciones socioeconómicas específicas de las diferentes regiones, razón por la cual se encontrarán nuevas disposiciones o modificaciones significativas a disposiciones existentes.

Las normas nos muestran ciertos parámetros fijados para mejorar procesos de uso común y repetido, mientras los reglamentos son leyes que obligan a cumplir las especificaciones dadas en estas, en Colombia existe el RETIE, que es el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, el cual fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y utilización de la energía eléctrica en todo el territorio Nacional.

El objetivo fundamental del RETIE es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctricos, a partir del cumplimiento de los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos.

El RETIE aplica para todas las instalaciones de corriente alterna o continua, públicas o privadas, con valor de tensión nominal mayor o igual a 25V y menor o igual a 500 kV de corriente alterna (c.a.), con frecuencia de servicio nominal inferior a 1000 Hz y mayor o igual a 50V en corriente continua (c.c), que se construyan a partir de su entrada en vigencia. También aplica para todos los profesionales que ejercen la electrotecnia y para los productores o importadores de materiales eléctricos, ya sean de origen nacional o extranjero.

Para garantizar su cumplimiento, se establece la adopción de la certificación de conformidad de productos e inspección y certificación de conformidad de instalaciones, cuya vigilancia está a cargo de las superintendencias servicios públicos y domiciliarios y de industria y comercio. Las empresas que se encargan de la certificación son definidas por la SIC como entidades facultadas para expedir

certificados de conformidad con el reglamento. La persona calificada responsable de la instalación deberá llenar el formato de declaración de cumplimiento con el RETIE que se puede apreciar en la Figura 1.

<p style="text-align: center;"><b>MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b></p> <p>Yo _____ mayor de edad y domiciliado en _____, identificado con la CC. No. _____ en mi condición de _____ ingeniero <input type="checkbox"/>, tecnólogo <input type="checkbox"/>, técnico <input type="checkbox"/>, portador de la matrícula profesional, certificado de inscripción profesional o certificado de matrícula vigente (según el caso) No. _____, expedida por el Consejo Profesional _____, declaro bajo la gravedad del juramento, que la instalación eléctrica cuya construcción estuvo a mi cargo, la cual es de propiedad de _____, CC. No. o NIT _____, ubicada en (detallar localización) _____, cumple con todos y cada uno de los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE que le aplican, incluyendo los productos utilizados en ella, para lo cual anexo copia de los respectivos certificados. Así mismo declaro que atendí los lineamientos del diseño (cuando se requiera) efectuado por el (los) ingeniero(s) _____, con matrícula(s) profesional(es) No(s). _____ y que el alcance de la instalación eléctrica es el expresado en el plano eléctrico anexo.</p> <p>En constancia se firma en _____ a los _____ días del mes de _____ de _____</p> <p>Firma _____</p> <p>Dirección domicilio _____ Teléfono _____</p> <p>Observaciones: Incluye justificación técnica de desviación de algún requisito de norma o del diseño, siempre que la desviación no comprometa la seguridad.</p> <p>Relación de documentos anexos:</p>
---

**Figura 1. Declaración del constructor**



#### **17.4 CINTAS AISLANTES ELÉCTRICAS**

“Para efectos del presente Reglamento, las cintas termoplásticas ya sean de PVC (policloruro de vinilo, copolimero de policloruro de vinilo y acetato de vinilo) o de polietileno, usadas como aislamiento eléctrico sobre empalmes de alambres y cables cuya temperatura no sea mayor de 80 °C, para uso en instalaciones eléctricas hasta un nivel de tensión de 600 V, deben cumplir los siguientes requisitos adoptados de las normas IEC 60454-3, NTC-1023, NTC 2208, NTC 3302, UL 510, ASTM-D 1000 y comprobarlo mediante certificado de producto:

Las cintas aislantes usadas en instalaciones eléctricas exteriores deben ser de color negro y las cintas aislantes usadas en instalaciones interiores, pueden ser de cualquier color.”

#### **17.7 EQUIPOS DE CORTE Y SECCIONAMIENTO.**

Interruptores manuales de baja tensión.

“Esta sección del Reglamento aplica únicamente a interruptores operados manualmente, destinados a instalaciones eléctricas fijas domésticas y similares de baja tensión, tanto interiores como exteriores. No aplica a interruptores destinados a usos en electrónica, o empleados en instalaciones distintas a las anteriormente citadas.”

Pulsadores.

“Los pulsadores de baja tensión usados en instalaciones especiales, deben cumplir los requisitos establecidos en una norma internacional tal como la IEC 60947-1, IEC 60947-5-1, IEC 60947-5-4, o de reconocimiento internacional como UL 508 u otra norma técnica equivalente y demostrarlo mediante un certificado de producto.”

Interruptores, reconectadores, seccionadores de media tensión.

“Los Interruptores, reconectadores y seccionadores usados en media tensión tanto manuales como automáticos deberán cumplir una norma técnica internacional como IEC 62265-1 (interruptores), IEC 62271-100 (interruptores), IEC 62271-102 (seccionadores), IEC 62271-105 (fusible-seccionador), de reconocimiento internacional como ANSI/IEEE C-37.60 (reconectadores) o NTC que le aplique y demostrar su cumplimiento mediante certificado de conformidad con dicha norma.

Para demostrar la conformidad, deberán realizarse al menos las siguientes pruebas: Dieléctricas (BIL y frecuencia industrial), ensayo de incremento de temperatura, operación mecánica, corrientes soportables de corta duración y valor pico.

Los interruptores o reconectadores que utilicen SF6 como medio de aislamiento, no deben tener fugas mayores a las establecidas en la norma internacional que le aplique.”

Cortacircuitos para redes de distribución.

“Deben cumplir una norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC que le aplique y deben demostrarlo mediante certificado de producto.”

## **17.8 MOTORES Y GENERADORES.**

“En esta sección del Reglamento, se especifican los requisitos que deben cumplir las máquinas rotativas, nuevas, reparadas o reconstruidas, de potencia mayor o igual a 375 W, con el objeto de evitar los accidentes que se pueden ocasionar y las prácticas que pueden inducir a error. Estos criterios fueron adoptados de la NTC 2805 e IEC 61557-8. Se incluyen los motores que contengan elementos mecánicos adicionales tales como reductores o amplificadores de velocidad, bombas y embragues, así como, alternadores y generadores acoplados a máquinas motrices.”

## **17.9 TABLEROS ELÉCTRICOS.**

“Los tableros, también llamados cuadros, gabinetes, panales, consolas o armarios eléctricos de baja y media tensión, principales, de distribución, de protección o de control que alojen elementos o aparatos de potencia eléctrica de 24 V o más o sean de uso exclusivo para este propósito, usados en las instalaciones objeto del presente reglamento, deben cumplir los requisitos planteados.”

### **17.18 FUSIBLES.**

“Los fusibles utilizados en las instalaciones objeto del presente reglamento deberán cumplir los requisitos aquí referenciados de norma internacional, de reconocimiento internacional o NTC que les aplique, tales como: Norma IEC 60269-1, IEC 60269-2-1, NTC 2133, IEC 60282-1, IEC 60282-2, NTC 2132.”

### **17.21 UNIDADES DE POTENCIA ININTERRUMPIDA (UPS).**

“Los requerimientos específicos para UPS deberán observar lo establecido en la NTC 2050 para su instalación y cumplir los requisitos de producto de una norma técnica internacional como la IEC 62040-3 o de reconocimiento internacional como la UL1778 y demostrarlo mediante certificado de producto.

Las UPS deben tener entre otros las siguientes indicaciones en la marcación:

- Número de fases (a menos que sea una UPS monofásica).
- Potencia activa nominal de salida en W o kW.
- Potencia aparente nominal de salida en VA o kVA.
- Tensión nominal de salida.
- Corriente nominal de salida.
- Frecuencia nominal de salida.

Cuando se instalen unidades en paralelo, deben tenerse especial atención con la sincronización de ellas, así como el retorno de tensión desde la carga y la sobrecarga permitida.”

### **3.4 CONDICIONES ESPECIALES**

#### **SISTEMAS DE EMERGENCIA**

La electricidad que necesitan los edificios ha aumentado a causa de los numerosos y complejos equipos que se instalan. Cuando se utilizan generadores diesel o de turbina de gas, el calor que producen las máquinas puede aprovecharse para otros usos del edificio.

Edificios de oficinas y grandes industrias, instalaciones de telecomunicaciones, centros de datos y proveedores de servicios de Internet los cuales dependen de energía las 24 horas del día sin interrupciones, también el crecimiento momentáneo de computadoras electrónicas en el proceso de datos, control de procesos y la importancia que tienen los sistemas de emergencia y reserva para la protección de la vida humana; requieren un flujo continuo e ininterrumpido de energía, que sea confiable, evite fallos y aminore costos; la instalación de generadores impulsados por motor, cumplen con los tres objetivos mencionados.

Los Sistemas de Emergencia y Reserva, tienen por objeto restablecer inmediatamente un nivel de tensión adecuado para garantizar el funcionamiento de equipos, tomacorrientes, sistemas de alumbrado de emergencia, señalización, etc. dentro de un edificio.

#### **SISTEMAS DE EMERGENCIA LEGALMENTE REQUERIDOS**

Los sistemas de emergencia legalmente requeridos deben suministrar potencia en menos de 60 segundos después de una pérdida de energía, en lugar de los 10 segundos o menos que requieren los sistemas de emergencia.

Estos sistemas especifican cargas que, si dejan de funcionar, pueden crear peligros o impedir operaciones de rescate. Es así como los equipos instalados en hospitales se encuentran dentro de esta sección.

Básicamente, los sistemas de emergencia legalmente requeridos, aplican a sistemas o equipos que ayudan a personas que responden a la emergencia. Como por ejemplo, se debe iluminar los hidrantes y las áreas de los equipos de conmutación.

### SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES

Los sistemas de reserva opcionales protegen instalaciones públicas o privadas o propiedades donde la seguridad no depende del desempeño del sistema. Estos sistemas no se requieren para operaciones de salvamento.

Estos sistemas se pueden encontrar generalmente en instalaciones donde una pérdida de energía puede ocasionar grandes pérdidas económicas o interrupción en sus operaciones y negocios.

Los centros de almacenamiento de información pueden perder una suma muy grande de dinero en un solo minuto en el caso de una pérdida de energía. Una planta farmacéutica o química, puede perder un lote completo a partir de una interferencia momentánea.

### CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 DE CONTROL REMOTO, DE SEÑALIZACIÓN Y DE POTENCIA LIMITADA

Los circuitos de control remoto, señalización y de potencia limitada, que no son parte integral de un equipo son objeto del presente manual.

Se incluyen los circuitos para alarma contra robos, control de acceso, sonido, intercomunicadores, algunas redes de computadores, controles de apagadores de iluminación y algunos controles industriales de baja tensión.

Un circuito de control remoto regula otros circuitos a través de un relé o un dispositivo de estado sólido, el cual tiene un circuito de iluminación activado por movimiento.

Un circuito de señalización provee una salida, que es una señal o indicador, como un timbre, un destello de luz o un anunciador.

Un circuito de potencia limitada solo opera hasta 30 V y 1000 VA.

Estos circuitos son caracterizados por limitaciones de uso y de potencia que los diferencian de los otros circuitos. También se muestran diferentes requisitos para el calibre mínimo de conductores, protección contra sobrecorriente, requisitos de aislamiento, métodos de alambrado y materiales.

## SISTEMAS DE ALARMA CONTRA INCENDIOS

Un sistema residencial de alarma para incendios generalmente forma parte de un sistema completo de seguridad que ofrece, además de protección contra los incendios, protección contra robos.

El contar con una alarma de incendio muchas veces permite detectar un incendio en sus inicios y además brinda la posibilidad de activar (en caso de poseer) los sistemas preparados para la extinción de las llamas. Existen algunos dispositivos de detección que se ubican en diferentes zonas del edificio y al estar conectados en forma computarizada permiten determinar cuál es el área en la que se inició el incendio y así evitar su propagación. Es decir que casi todos (tanto los que se utilizan en edificios residenciales como en oficinas o instituciones públicas) cuentan con un panel central desde el cual están articulados los diferentes dispositivos de detección, extinción, etc. Es importante que además cuenten con un sistema de campanas, sirenas o algún elemento sonoro lo suficientemente fuerte como para alertar a quienes se encuentren en la zona de incendio. Todo esto debe completarse con sistemas organizados de evacuación, bien señalizados

y libres de obstáculos para facilitar la salida de las personas ocupantes del inmueble.

Todo este sistema de alarmas de incendio lo que permiten en primera instancia es evitar que el fuego avance y complique la situación al punto de involucrar pérdidas de vidas humanas y en segunda instancia permite dar aviso al departamento de bomberos para tratar de que las pérdidas materiales no sean lo suficientemente significativas. En caso de edificios cuya finalidad esté relacionada con la salud (hospitales, clínicas) estos cuidados deben ser aún mayores dado que existen personas internadas que no pueden movilizarse por sí mismas. En este tipo de edificios por lo general los sistemas son lo suficientemente completos como para alertar al personal y de esa manera iniciar las medidas de evacuación según las normas establecidas al respecto.

#### CABLES Y CANALIZACIONES DE FIBRA OPTICA

Este cable está constituido por uno o más hilos de fibra de vidrio, cada fibra de vidrio consta de:

- Un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción.
- Una cubierta que rodea al núcleo, de material similar, con un índice de refracción ligeramente menor.
- Una envoltura que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras adyacentes, a la vez que proporciona protección al núcleo. Cada una de ellas está rodeada por un revestimiento y reforzada para proteger a la fibra.

La luz producida por diodos o por láser, viajan a través del núcleo debido a la reflexión que se produce en la cubierta, y es convertida en señal eléctrica en el extremo receptor.

La fibra óptica es un medio excelente para la transmisión de información porque tiene: gran ancho de banda, baja atenuación de la señal, integridad, inmunidad a

interferencias electromagnéticas, alta seguridad y larga duración. Su mayor desventaja es su coste de producción superior al resto de los tipos de cable, debido a necesitarse el empleo de vidrio de alta calidad y la fragilidad de su manejo en producción. La terminación de los cables de fibra óptica requiere un tratamiento especial que ocasiona un aumento de los costes de instalación.

## 4. ELABORACIÓN DEL MANUAL

### 4.1 PRESENTACIÓN DEL MANUAL

Este manual hace parte de una serie de proyectos de grado, en los cuales hemos venido trabajando en la escuela de ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, los cuales han abordado este tema tan extenso, como lo es la interpretación de los parámetros establecidos bajo la norma técnica colombiana NTC 2050.

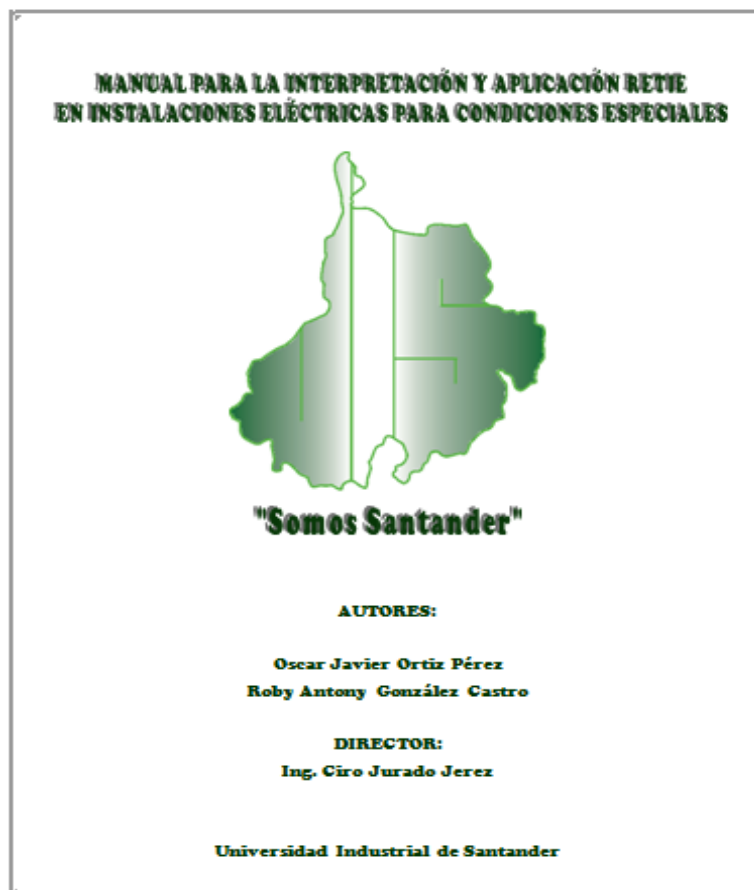


Figura 3. Presentación del manual

### 4.2 COMPONENTES DEL MANUAL

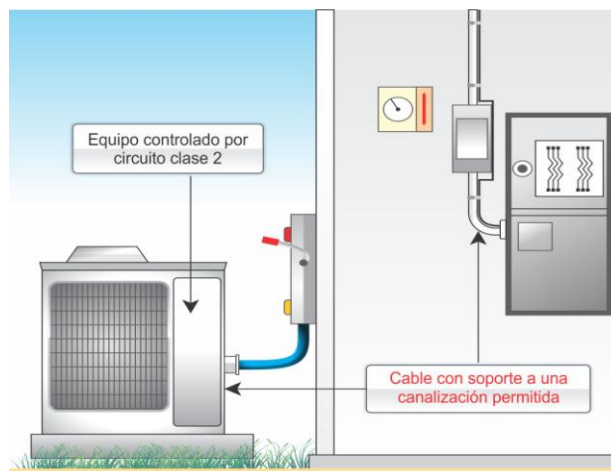
#### 4.2.1 Contenido.

Una norma tan extensa puede dar lugar a determinaciones erróneas, debido a los aspectos técnicos que la rigen, ya que sin la fundamentación suficiente se puede volver muy difícil su comprensión.

Es por esto que al hacer este manual su interpretación se hizo de una forma más didáctica, implementando material gráfico que nos permite visualizar los parámetros que de los artículos expuestos en el Capítulo 7 Condiciones Especiales.

Los tipos de gráficas utilizados en el desarrollo de este manual fueron explicativos y de catálogos de equipos.

Los gráficos explicativos cumplen con el papel de mostrarnos los componentes de las instalaciones eléctricas, y de esta manera lograr una mejor implementación de estos.



**Figura 4.** Canalización usada como soporte para el circuito de alimentación del equipo controlado por circuito clase 2

Los segundos gráficos ilustran cada uno de los equipos, interruptores, seccionadores y demás, siendo estos obtenidos a partir de catálogos de proveedores del sector eléctrico.



**Figura 5.** Seccionador bajo carga de montaje en poste

#### **4.2.2 Anexos.**

##### **A.) TABLAS**

En este anexo se encuentran todas las tablas que se relacionan en el contenido de este manual.

Tipo de Cable	Uso	Referencias	Sustituciones permitidas
CL3P	Cable de Clase 3 para cámaras de aire	725-61(a)	MPP, CMP, FPLP
CL2P	Cable de Clase 2 para cámaras de aire	725-61(a)	MPP, CMP, FPLP, CL3P
CL3R	Cable de Clase 3 para ductos verticales	725-61(b)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR
CL2R	Cable de Clase 2 para ductos verticales	725-61(b)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R
PLTC	Cable de Clase 2 para ductos verticales	725-61(c) y (d)	
CL3	Cable de potencia limitada para bandejas	725-61(b)(e) y (f)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC
CL2	Cable de Clase 3	725-61(b)(e) y (f)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, CL2R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3
CL3X	Cable de Clase 2	725-61(b) y (e)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3, CMX
CL2X	Cable de Clase 3 de uso limitado	725-61(b) y (e)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, CL2R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3, CL2, CMX, CL3X
	Cable de Clase 2 de uso limitado		

**Figura 6.** Tablas utilizadas en el desarrollo del manual

## B.) CATÁLOGOS

Los catálogos anexos se tuvieron en cuenta no sólo para sacar las imágenes, sino para a partir de ellos poder tener un mejor dimensionamiento de los materiales y equipos que se encuentran en el mercado.

## 5. ELABORACIÓN DEL MANUAL MULTIMEDIA

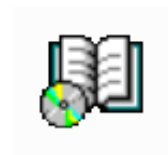
Como parte de los objetivos de este proyecto, está el realizar una herramienta didáctica por medio de la cual se pueda consultar el manual que se realizó. Como resultado, se utilizó un software que permitiera una presentación amigable y de muy fácil manejo.

### 5.1 PRESENTACIÓN DEL SOFTWARE HELP & MANUAL<sup>19</sup>

El software Help & Manual es un editor de archivos de ayuda, hecho para poder compilar una gran cantidad de información y generar diferentes tipos de ayuda que pueden ser ejecutados en cualquier plataforma de Microsoft, ya que genera un único archivo capaz de visualizarse sin necesidad de tener instalado previamente el software.

### 5.2 PRESENTACIÓN DEL PROGRAMA

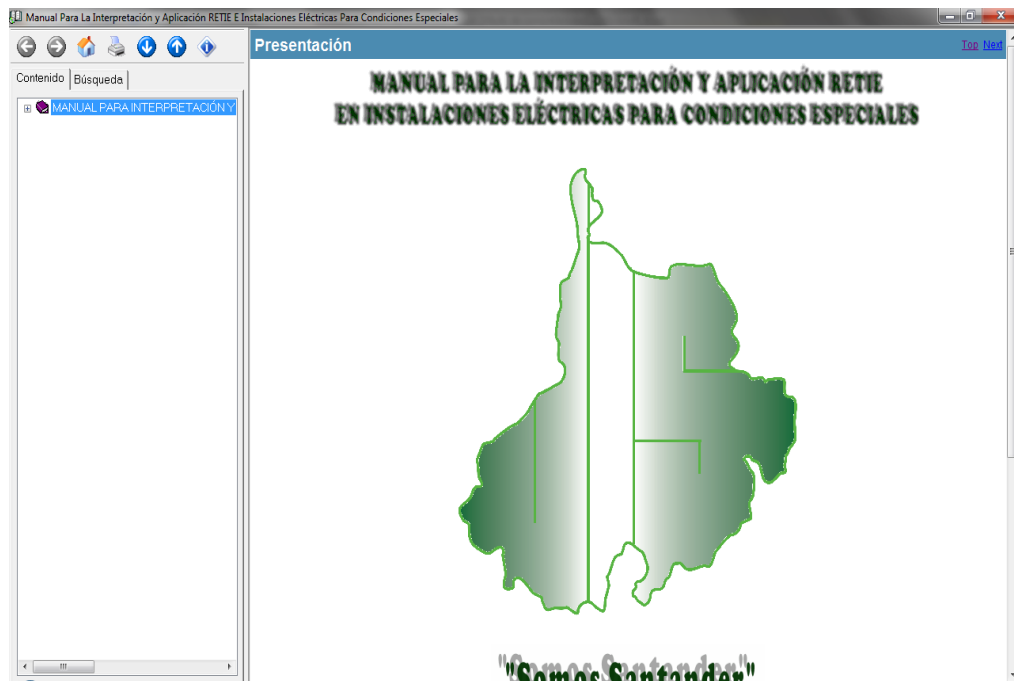
El programa lo vamos a identificar con el icono que se aprecia en la Figura 7, al ejecutarlo nos va a mostrar una pantalla como la que se puede apreciar en la figura 778, en la cual aparece la información del manual en el panel derecho, y el izquierdo aparece el contenido global de este.



**Figura 7.** Icono de acceso a la herramienta didáctica

---

<sup>19</sup> Help & Manual Professional Edition, versión 4.1.0 Build 853.



**Figura 8.** Pantalla de inicio herramienta didáctica

### 5.3 MANEJO DEL SOFTWARE

A continuación se detallan los botones principales con los que contamos en el programa para poder visualizar la información que este contiene.

**Botón Atrás**, al igual que lo usamos en los diferentes navegadores web, así como en la mayoría de software de Microsoft<sup>20</sup>, la función de este botón es la de llevarnos a la pantalla inmediatamente anterior de donde estemos ubicados en un momento determinado.



**Figura 9.** Botón atrás

---

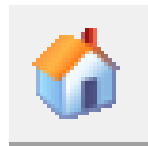
<sup>20</sup> Microsoft Corporation

**Botón Adelante**, cumple la misma función que el botón atrás, pero en sentido contrario.



**Figura 10.** Botón adelante

**Botón Home**, al presionar este botón el software se posiciona en la pantalla inicial, sin importar en que página dentro del contenido se encuentre el usuario.



**Figura 11.** Botón Home

**Botón Imprimir**, al presionarlo nos da la opción de imprimir la información que tenemos en el software.



**Figura 12.** Botón imprimir

**Botón Abajo**, con esta opción se va mostrando la información de arriba hacia abajo, de acuerdo a como este listada en el panel de la izquierda.



**Figura 13.** Botón abajo

**Botón Arriba**, permite revisar la información del panel de la izquierda, desde abajo hacia arriba.



**Figura 14.** Botón arriba

**Botón Información**, nos muestra la información del software Help & Manual, con el que se realizó esta herramienta didáctica.

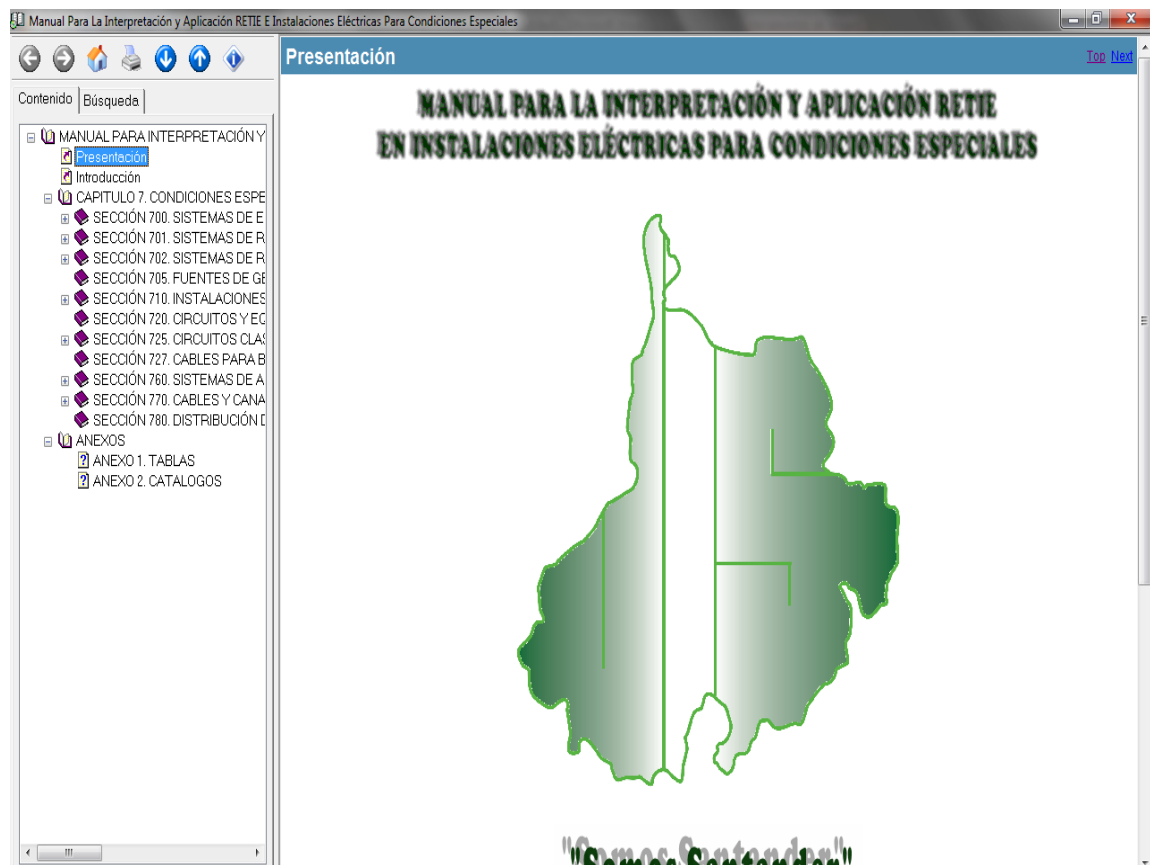


**Figura 15.** Botón Información

## 5.4 COMPONENTES DEL SOFTWARE

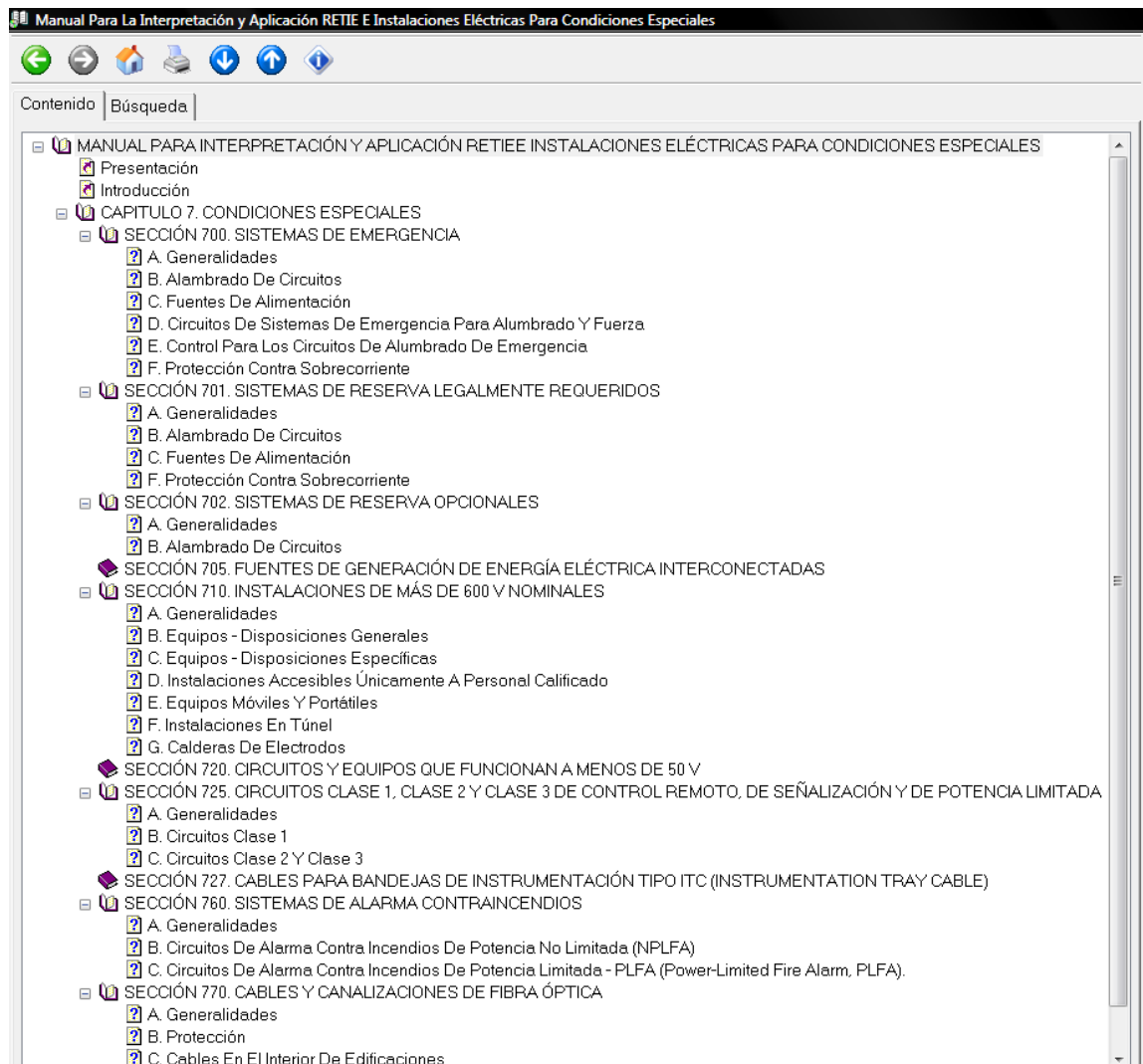
### 5.4.1 Manual para la interpretación y aplicación Retie en instalaciones eléctricas para condiciones especiales.

Una vez en el software vamos a encontrar dos paneles, el de la izquierda nos va a mostrar los temas que están incluidos dentro del manual, y en el panel de la derecha muestra la información correspondiente a cada uno de ellos.



**Figura 16.** Contenido del manual

El manual está dividido de la siguiente manera: capítulo, sección y apartados, por lo que este orden jerárquico se mantiene en la estructura mostrada en el panel de la izquierda.



**Figura 17.** Orden de los temas incluidos en el manual

Para poder acceder al tema que se vaya a consultar, se le debe dar clic sobre este, en el panel de la izquierda, a lo que el programa nos entrega la información correspondiente en el panel de la derecha. Esta información es diferente si le damos clic en una sección a si lo hacemos sobre el apartado directamente, ya que si lo hacemos de la primera forma en el panel de la derecha lo que va a mostrar son los apartados que tiene esa sección como se puede ver en la Figura 18; en caso de darle clic sobre la sección directamente en el menú nos llevaría a la información del apartado que se quiera revisar, como se muestra en la Figura 19.

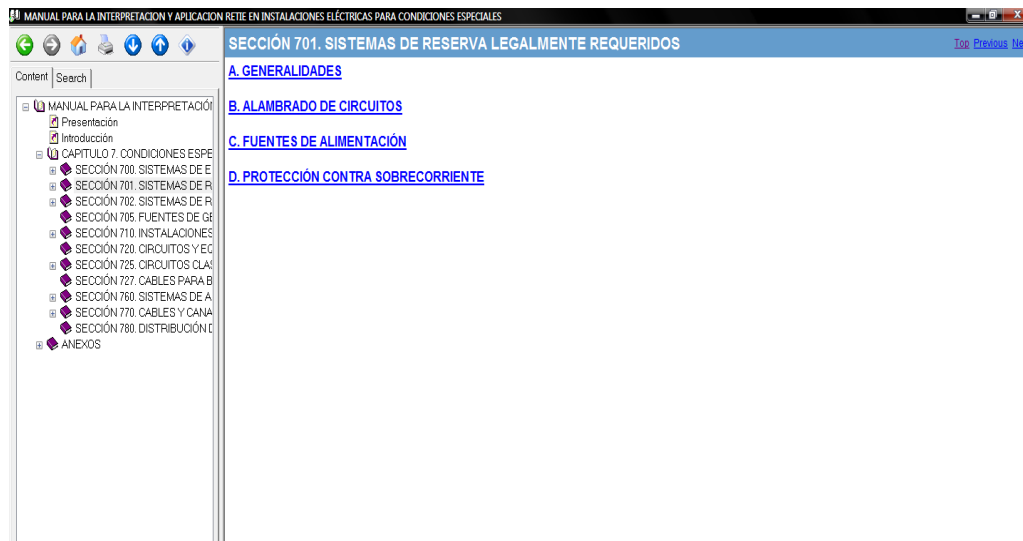


Figura 18. Al darle clic sobre una sección, nos muestra los apartados que esta contiene

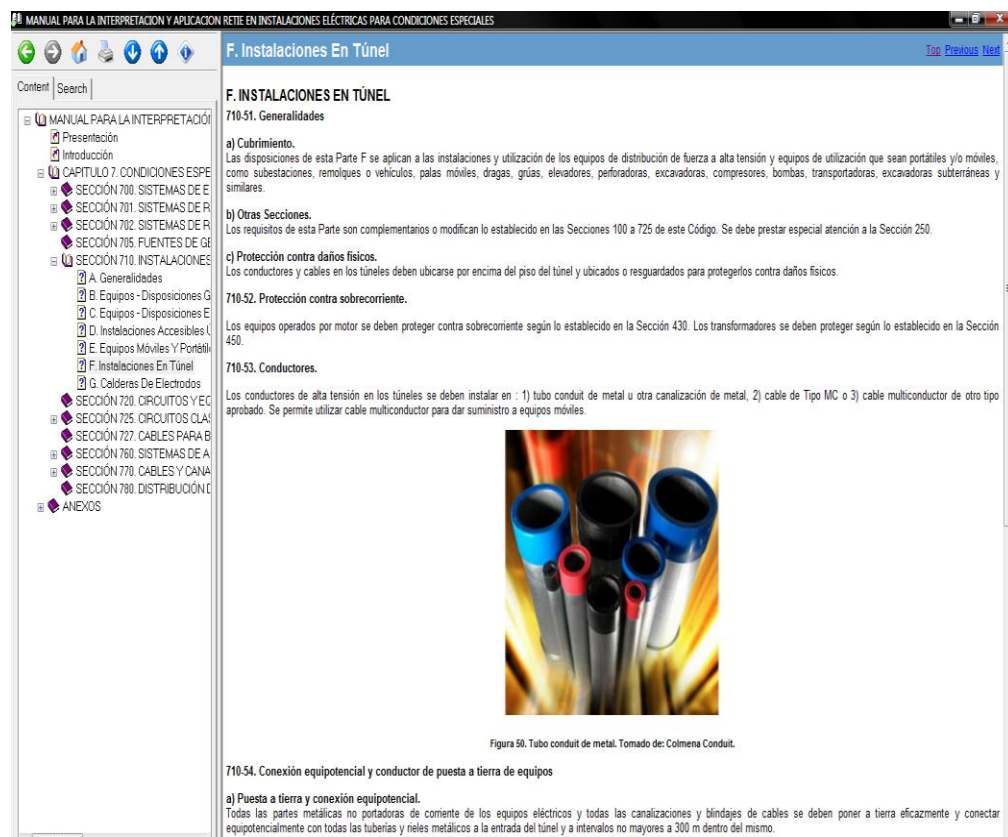


Figura 19. Vista del contenido de la sección 702, apartado A. Generalidades

En el programa también se incluyen los anexos que están dentro del manual. Encontramos entonces el anexo de tablas Figura 20 y el de catálogos **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Tabla 725-61d). Aplicaciones de los cables y sustituciones permitidas.**

Tipo de Cable	Uso	Referencias	Sustituciones permitidas
CL3P	Cable de Clase 3 para cámaras de aire	725-61(a)	MPP, CMP, FPLP
CL2P	Cable de Clase 2 para cámaras de aire	725-61(a)	MPP, CMP, FPLP, CL3P
CL3R	Cable de Clase 3 para ductos verticales	725-61(b)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR
CL2R	Cable de Clase 2 para ductos verticales	725-61(b)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R
PLTC	Cable de potencia limitada para bandejas	725-61(c) y (d)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC
CL3	Cable de Clase 3	725-61(b)(e) y (f)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, CL2R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3
CL2	Cable de Clase 2	725-61(b)(e) y (f)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3, CMX
CL3X	Cable de Clase 3 de uso limitado	725-61(b) y (e)	MPP, CMP, FPLP, CL3P, CL2P, MPR, CMR, FPLR, CL3R, CL2R, MPG, MP, CMG, CM, FPL, PLTC, CL3, CL2, CMX, CL3X
CL2X	Cable de Clase 2 de uso limitado	725-61(b) y (e)	

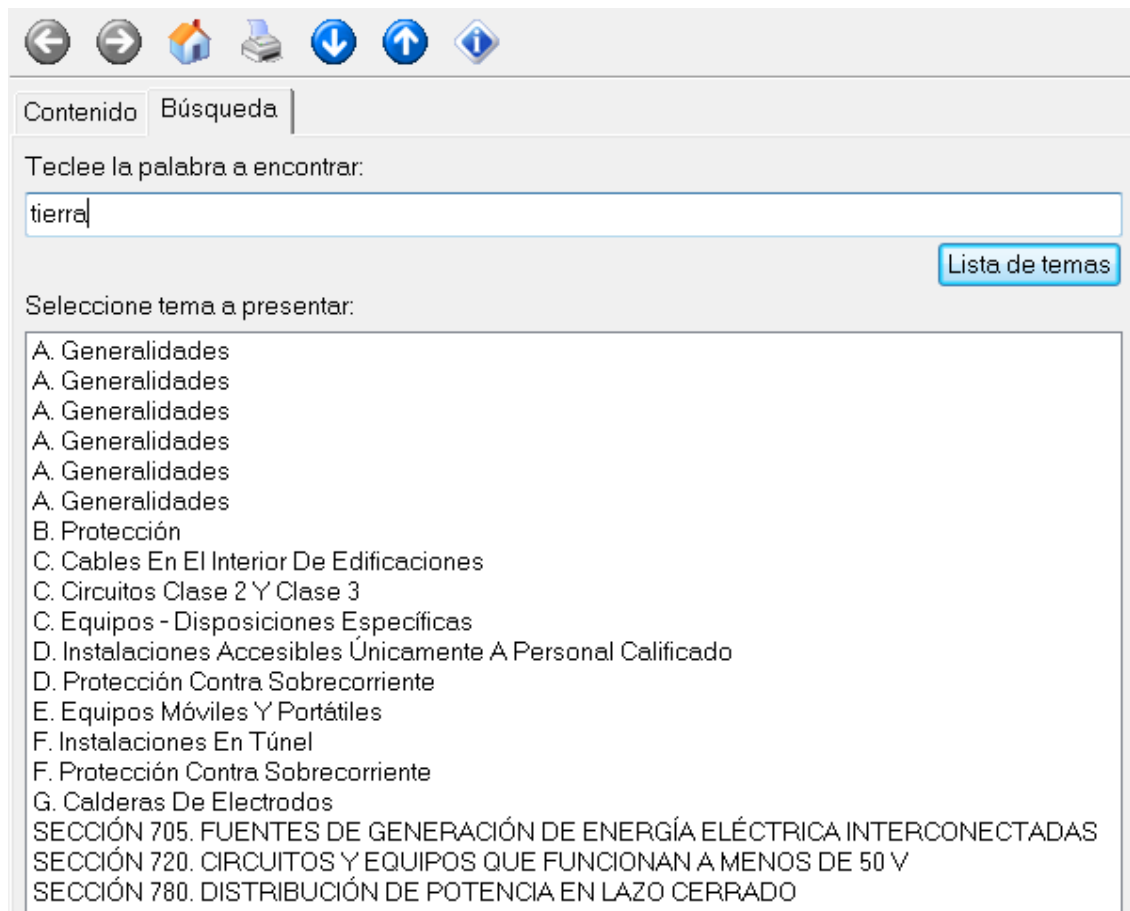
**Tabla 725-71. Marcas en los cables de Clase 2 y Clase 3.**

Marca del tipo de cable	Tipo	Referencias de certificado
CL3P	Cable de Clase 3 para cámaras de aire	725-71(a),(f) y (h)
CL2P	Cable de Clase 2 para cámaras de aire	725-71(a) y (h)
CL3R	Cable de Clase 3 para ductos verticales	725-71(b),(f) y (h)
CL2R	Cable de Clase 2 para ductos verticales	725-71(b) y (h)
PLTC	Cable de potencia limitada para bandejas	725-71(e) y (h)
CL3	Cable de Clase 3	725-71(c),(f) y (h)
CL2	Cable de Clase 2	725-71(c),(f) y (h)
CL3X	Cable de Clase 3 para usos limitados	725-71(d),(f) y (h)
CL2X	Cable de Clase 2 para usos limitados	725-71(d),(f) y (h)

**Figura 20.** Anexo de tablas

### 5.4.2 Búsqueda.

Por medio de esta pestaña podemos acceder a un campo, en el cual, le escribimos una palabra clave y el nos muestra las ubicaciones dentro del manual en las cuales encuentra esa palabra.



**Figura 21.** Cuadro de búsqueda

### 5.4.3 Cerrar.

Una vez terminada de usarse la herramienta se puede proceder a cerrarse de dos maneras:

- Utilizando el botón de cerrar ubicado en la parte superior derecha de la ventana del programa.



**Figura 22.** Botón cerrar

- Por medio de la combinación de teclas Alt + F4.

## 6. CONCLUSIONES

Los conceptos técnicos variables e invariables, fueron revisados cuidadosamente durante la investigación de este proyecto, por lo tanto se concluye que las definiciones se encuentran lo suficientemente claras y precisas como para no alterarlas.

El manual no busca reemplazar la norma, sencillamente es una herramienta de fácil manejo e interpretación la cual motiva a los usuarios al estudio de las condiciones especiales en una instalación eléctrica.

Es fundamental la divulgación de este tipo de proyectos, ya que ellos contribuyen al uso adecuado de las reglamentaciones vigentes en nuestro país, que como el RETIE lo que buscan es salvaguardar la vida de las personas y mejorar la calidad de las instalaciones eléctricas.

Buscando mantener la uniformidad de los trabajos anteriores correspondientes a los seis primeros capítulos de la norma técnica colombiana (2050) se usó el mismo software para compilar la información, ya que este genera un archivo que puede ser visto en cualquier plataforma de Microsoft<sup>21</sup>, siendo estos sistema operativos los que más son utilizados en nuestro medio comercial. Como resultado, el archivo generado se crea en un ambiente amigable para todas las personas que estén familiarizadas con los tipos de software que se manejan en ambiente Microsoft, y por lo que navegar a través de este manual va a ser un estilo que puede que ya hayan experimentado con otro tipo de software. En él se

---

<sup>21</sup> *Ibíd*, página 26.

encuentra toda la información que se recopiló y condensó en el manual, junto con todas las gráficas tanto explicativas como de equipos, dispositivos y demás aparataje que se seleccionó, pudiendo verla inmediatamente después de cada artículo, lo que permite una mejor interpretación del mismo.

Habiendo concluido con este proceso de análisis de la NTC 2050 junto con el RETIE, se podría tratar de continuar y realizar técnicas interactivas en las que se muestren tanto ejemplos numéricos como animaciones de situaciones prácticas, de forma que las personas que usen la herramienta puedan observar los eventos ante posibles fallas, selecciones erróneas o interpretaciones inadecuadas de la norma.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

[1] National Electrical Code, Handbook.

[2] Norma Técnica Colombiana – NTC 2050. Primera actualización, 1998.

[3] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE. Resolución No.18 - 1294 de Agosto 06 de 2008.

[5] Folio informativo RETIE, Ingeniería Total – IGT. 2004.

[6] Guía para el diseño de instalaciones eléctricas seguras, Cables y tecnologías CENTELSA. 2004.

[http:// www.icontec.org.co/](http://www.icontec.org.co/)

<http://www.reglamentostecnicos.cl/>

<http://www.ec-software.com/>

<http://www.mikeholt.com/>