

# **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **ILUMINACIÓN EXTERNA**

#### **1. ESPECIFICACIONES GENERALES**

REQUISITOS GENERALES DE INSTALACIÓN, PRODUCTOS Y ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS PARA LA PLANTA LA ESMERALDA –VILLAVICENCIO

##### **A. REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Toda instalación eléctrica de la planta LA ESMERALDA DE VILLAVICENCIO debe cumplir los siguientes requisitos:

##### **1. Productos usados en las instalaciones eléctricas.**

La selección de los materiales eléctricos y su instalación estará en función de la seguridad, su uso, empleo e influencia del entorno, por lo que se deberán tener en cuenta entre otros los siguientes criterios básicos:

- a) Tensión: La nominal de la instalación.
- b) Corriente: Que trabaje con la corriente de operación normal.
- c) Frecuencia: Se debe tomar en cuenta la frecuencia de servicio cuando influya en las características de los materiales.
- d) Potencia: Que no supere la potencia de servicio.
- e) Corriente de cortocircuito: Los equipos deben soportar las corrientes de cortocircuito previstas
- f) Compatibilidad de materiales: No deben causar deterioro en otros materiales, en el medio ambiente ni en las instalaciones eléctricas adyacentes.
  
- g) Tensión de ensayo dieléctrico: Tensión asignada mayor o igual a las sobretensiones previstas.
- h) Otras características: Otros parámetros eléctricos o mecánicos que puedan influir en el comportamiento del producto, tales como el factor de potencia, tipo de corriente, conductividad eléctrica y térmica etc.)
- i) Características de los materiales en función de las influencias externas (medio ambiente, condiciones climáticas, corrosión, altitud, etc.)
- j) Temperaturas normales y extremas de operación.
- k) Exigencia de los certificados de conformidad para los productos que así lo contemplen.

# **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **2. Construcción de la instalación eléctrica.**

La construcción de toda instalación eléctrica en las instalaciones de la planta de tratamiento de agua potable LA ESMERALDA -VILLAVICENCIO, debe ser dirigida o supervisada por una persona calificada, con matrícula profesional, certificado de inscripción profesional o certificado de matrícula vigente, que según la Ley Colombiana le faculte para ese tipo de construcción.

### **3. Otras personas responsables de las instalaciones eléctricas.**

La competencia para realizar actividades de construcción, montaje y supervisión en la planta LA ESMERALDA DE VILLAVICENCIO deben ser personas calificadas, tales como ingenieros electricistas, electromecánicos, de distribución y redes eléctricas, o electrónicos en los temas de electrónica de potencia, control o compatibilidad electromagnética, tecnólogos en electricidad, tecnólogos en electromecánica o técnicos electricistas, con matrícula profesional o título profesional y de experiencia demostrable.

### **4. Operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas.**

Las personas encargadas de la operación y el mantenimiento de la instalación eléctrica durante el montaje y puesta en marcha de la planta LA ESMERALDA -VILLAVICENCIO, serán responsables de mantener en condiciones seguras las instalaciones, por lo tanto, deben verificar que la instalación no presente alto riesgo para la salud o la vida de las personas, animales o el medio ambiente, siempre con soporte de personas calificadas.

### **5. Comunicaciones para maniobras y coordinaciones de trabajos eléctricos**

Cada maniobra o trabajo que se realice en una línea, red o equipo energizado o susceptible de ser energizado deberá coordinarse con la persona o personas que tenga control sobre su energización o desenergización.

Cada trabajador que reciba un mensaje oral concerniente a maniobras de conexión o desconexión de líneas o equipos, deberá repetirlo de inmediato al remitente y obtener la aprobación del mismo. Cada trabajador autorizado que envíe tal mensaje oral deberá repetirlo al destinatario y asegurarse de la identidad de este último.

Toda empresa contratista o prestadora de servicios eléctricos y que manibre equipos eléctricos en la planta de potabilización de agua de la ESMERALDA-VILLAVICENCIO deberá tener un sistema de comunicación con protocolos probados que garanticen la mayor seguridad y confiabilidad en la comunicación.

# “DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### B. ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS DE EQUIPOS Y PRODUCTOS ELECTRICOS

A continuación se establecen los requisitos esenciales para los productos de mayor utilización en instalaciones eléctricas de la planta de potabilización de agua la ESMERALDA -VILLAVICENCIO.

Los requisitos establecidos para los productos a usar en la construcción eléctrica de la planta LA ESMERALDA -VILLAVICENCIO son de obligatorio cumplimiento y deben demostrarlo mediante Certificado de Conformidad de Producto.

Toda información relativa al producto que haya sido establecida como requisito de este documento, incluyendo la relacionada con marcaciones, rotulados, debe ser verificada dentro del proceso de certificación del producto y los parámetros técnicos allí establecidos deberán ser verificados mediante pruebas o ensayos realizados en laboratorios acreditados o reconocidos según la normatividad vigente.

La información adicional, información de catálogos e instructivos de instalación, deberá ser veraz, verificable técnicamente y no inducir al error al usuario.

El certificado de producto debe hacer clara y precisa referencia al producto que le aplica.

#### 1. Alambres y cables para uso eléctrico.

En consideración a su utilización en cada instalación eléctrica, independiente del nivel de tensión, se establecen en esta sección los parámetros relacionados con los conductores de mayor uso.

a) A los cables y cordones flexibles usados en instalaciones eléctricas en la planta la ESMERALDA – VILLAVICENCIO, se les aplicarán los requisitos establecidos en la Tabla 400-4 de la sección 400 de la NTC 2050 Primera actualización, siempre y cuando tales requisitos estén referidos a la seguridad.

b) Los tipos de alambres, cables o cordones flexibles no contemplados en las Tablas 28 a 35 del presente Reglamento, o en la Tabla 400-4 de la NTC 2050, que tengan aplicaciones similares a los conductores contemplados en dichas tablas deberán demostrar que cumplen o superan los requisitos allí establecidos.

c) Para efectos cumplimiento de especificaciones, se toman como requisitos esenciales de los conductores eléctricos y en consecuencia garantía de seguridad, los siguientes requisitos.

- Resistencia eléctrica a la corriente continua,
- Área mínima de la sección transversal del material conductor,

# “DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Denominación formal del conductor,
- Carga mínima de rotura para cables de líneas aéreas,
- Espesor del aislamiento.
- Resistencia mínima de aislamiento.
- Rigidez dieléctrica durante cinco minutos a frecuencia industrial.

d) Estos parámetros serán de obligatorio cumplimiento en todos los alambres y cables usados en las instalaciones eléctricas de la planta LA ESMERALDA-VILLAVICENCIO.

e) Los conductores no deberán operar a una temperatura mayor a la temperatura de diseño del elemento que soporte la menor temperatura de los diferentes elementos asociados al circuito eléctrico.

f) Uso de cables o alambres no contemplados. Se aceptan alambres y cables no incluidos en las tablas del presente Anexo o la NTC 2050 siempre que igualen o superen las especificaciones allí establecidas.

g) Se aceptarán cables y alambres de aluminio recubierto en cobre, siempre que el procedimiento de recubrimiento cumpla con la norma ASTM B566 o equivalente para ese tipo de productos. Para efectos de cálculos, la resistencia y capacidad de corriente se tomará igual a la del conductor de aluminio.

h) Se aceptarán cables o alambres de aluminio en instalaciones de uso final sólo si son de aleación de aluminio de alta ductibilidad, tal como la clase A que exige la NTC 2050.

i) Los conductores no deberán operar a una temperatura mayor a las temperaturas de diseño de las canalizaciones, de los accesorios, de los dispositivos o de los equipos conectados.

### 1.1 Requisitos generales de producto.

a) La resistencia máxima en corriente continua referida a 20 °C será 1,02 veces la resistencia nominal en corriente continua.

Donde:

R maxcc = Resistencia máxima en corriente continua

RNcc = Resistencia nominal en corriente continua

## **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

- b) El área mínima de la sección transversal no debe ser menor al 98% del área nominal, presentada en las Tablas 12 a 19.
- c) Las pruebas de envejecimiento al aislamiento y a la chaqueta, deben garantizar el cumplimiento de sus parámetros durante la vida útil.
- d) Los materiales del aislamiento deben garantizar que son autoextinguibles a la llama.
- e) Para los cables de aluminio, ACSR y de aleaciones de aluminio, la carga de rotura no debe ser menor a la presentada en las Tablas 14, 15 y 16.
- f) Los cables de aluminio, ACSR y de aleaciones de aluminio deben tener el número de hilos presentados en las Tablas 14, 15 y 16.
- g) Los conductores aislados para baja tensión deben cumplir como mínimo con los valores presentados en la Tabla 17.
- h) Los cables aislados para baja, media y alta tensión, que no tengan incluidos los requisitos en el presente anexo y sean utilizados en las instalaciones objeto de este reglamento, deberán demostrar que son aptos para esos usos, mediante un certificado de producto con la norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC que les aplique.
- i) Los conductores y multiconductores con cubiertas adicionales al aislamiento, deberán cumplir una norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC que le aplique.
- j) Los materiales de las cubiertas aislantes no deben propiciar la llama ni permitir su propagación, dichos requisitos deben ser probados bajo estándares tales como: IEC 332-1, UL 83 y NTC 1332.
- k) Rotulado. Los cables o alambres aislados, deben ser rotulados en forma indeleble y legible, que se debe repetir a intervalos no mayores de 100 cm. El rotulado se acepta en alto relieve o impreso con tinta indeleble, también se acepta en bajo relieve siempre y cuando no se reduzca el espesor de aislamiento por debajo del mínimo establecido en este Reglamento. El Rotulo debe contener la siguiente información:
- Calibre del conductor en kcmil, AWG o mm<sup>2</sup>.
  - Material del conductor.
  - Razón social o marca registrada del fabricante o comercializador.
  - Tensión nominal.
  - Tipo de aislamiento.
  - Temperatura máxima de operación.

# “DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

l) Información que debe suministrarse con los alambres o cables desnudos. Los cables o alambres desnudos deben estar acompañados de una etiqueta donde se especifique:

Calibre del conductor en kcmil, AWG o mm<sup>2</sup>.

- Material del conductor.
- Tensión mecánica de rotura para cables aéreos.
- Razón social o marca registrada del fabricante, importador o comercializador

### 2. Cintas aislantes eléctricas.

Para la obra de la planta de potabilización la ESMERALDA -VILLAVICENCIO , las cintas termoplásticas ya sean de PVC (policloruro de vinilo, copolímero 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 33 02, 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.

#### 2.1 Requisitos de producto

- a) Cada uno de los rollos de cinta aislante debe estar exento de un efecto telescópico y de distorsión; los bordes de la cinta aislante deben ser rectos y continuos.
- b) Cuando sean desenrolladas, la superficie de la cinta que no contiene el aditivo debe conservarse lisa, uniforme, estar exenta de pegotes y de lugares desprovistos de adhesivos.
- c) La rigidez dieléctrica mínima debe ser de 7 kV para cintas de 0,18 mm de espesor y de 9 kV para cintas de 0,25 mm de espesor.
- d) El ancho de la cinta debe ser de 12 mm, 18 mm, 24 mm con tolerancias de 1 mm por encima y 0,1 mm por debajo.
- e) La cinta debe garantizar la adherencia.
- f) El material de la cinta debe ser autoextinguible (pruebas de flamabilidad)

# “DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

g) Rotulado. Cada uno de los rollos de la cinta aislante o su empaque deben ir marcados de una manera clara e indeleble con la siguiente información:

- Razón social o la marca registrada del fabricante.
- Clase de cinta. PVC o PE y la leyenda “Aislante eléctrico”.
- Largo y ancho nominales.
- La temperatura mínima de servicio (80 °C).
- Cada rollo debe llevar impresa la identificación del lote de producción o la fecha de fabricación.

13. Bandejas portacables y canalizaciones (canaletas, ductos, tubos, tuberías y bus de barras).

Las bandejas portacables y las diferentes canalizaciones, así como sus accesorios y en general cualquier elemento usado para alojar los conductores de las instalaciones de la planta de PAPELBOL deben cumplir los siguientes requisitos y demostrarlo mediante el certificado de producto.

### 3.1 Bandejas portacables

Las bandejas portacables, usadas para soportar canalizaciones o determinados conductores certificados y rotulados para uso en bandejas, deberán cumplir los requisitos de instalación establecidos en la sección 318 de la NTC 2050, o la IEC 60364-5-52; los de producto de una norma internacional como la IEC 61537, las normas NEMA VE1, NEMA VE2 o normas equivalentes y los siguientes requisitos:

a) Se permitirá el uso de conductor sencillo menor a 1/0 AWG, directamente sobre una bandeja, siempre que esté certificado y rotulado para ese uso y se cumplan las siguientes condiciones, cables de diámetro mayor o igual a 8 AWG en bandeja portacables con travesaños separados no más de 15 cm., cables de diámetro mayor o igual a 12 AWG| en bandejas portacables con travesaños distanciados máximo 10 cm. o que se utilicen bandejas del tipo enmallado.

b) El fabricante de bandejas portacables, debe especificar los máximos esfuerzos mecánicos permitidos que pueden soportar.

c) Debe cumplir los requerimientos de protección contra corrosión.

d) En una misma bandeja portacables no deben instalarse conductores eléctricos con tuberías para otros usos.

## **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

e) El fabricante de bandejas portacables, especificará los máximos esfuerzos mecánicos permitidos que pueden soportar, en ningún caso se aceptaran bandejas construidas en lámina de acero de espesor inferior al calibre 22 o su equivalente 0,75 mm.

f) Los accesorios de conexión de bandejas portacables, deberán ser diseñados para cumplir su función y no deben presentar elementos cortantes que pongan en riesgo el aislamiento de los conductores.

g) Las bandejas portacables no metálicas deben ser de materiales retardantes a la llama, no propagadores de incendios y de baja emisión de gases tóxicos o sustancias corrosivas.

#### **3.2 Canalizaciones**

Las canalizaciones son conductos cerrados, de sección circular, rectangular o cuadrada, constituidas por tubos o tuberías (conjunto de tubos), canaletas, buses de barras o ductos subterráneos, destinadas al alojamiento de conductores eléctricos de las instalaciones, por eso se les llama también sistema de cableado y deben cumplir los requisitos correspondientes al Capítulo 3 de la NTC 2050 Primera Actualización, así:

- Buses de cables (cable bus). Sección 365
- Canalizaciones superficiales (surfaceraceways). Sección 352
- Canalizaciones bajo piso (underfloorraceways). Sección 354
- Canalizaciones en pisos metálicos celulares (cellular metal floorraceways). Sección 356
- Canalizaciones en piso celulares de concreto (cellular concrete floorraceways). Sección 358
- Canaletas metálicas y no metálicas (metal wireways – and nonmetallicwireways). Sección 362
- Canaletas auxiliares (auxiliarygutters). Sección 374
- Tubo eléctrico plegable no metálico de pared delgada (tipo Tubing). Sección 341
- Tubo eléctrico metálico de pared delgada (Tubing o tipo EMT). Sección 348.
- Tubo eléctrico metálico flexible de pared delgada (tipo Tubing). Sección 349
- Tubo Conduit metálico rígido (tipo Rigid), Sección 346.
- Tubo Conduit metálico intermedio (tipo IMC). Sección 345
- Tubo Conduit metálico flexible. Sección 350
- Tubo Conduit Rígido no metálico. Sección 347.
- Tubo Conduit metálico y no metálico flexible, herméticos a los líquidos. Sección 351 Para efectos de este reglamento, el término tubería que tratan las secciones 341, 348 y 349 de la NTC 2050 primera actualización, se debe entender como tubos de pared delgada. No obstante, la definición natural y

## **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

lógica de la palabra tubería es un conjunto de tubos y sus accesorios y así se toma en el presente anexo.

Tubo conduit. Se entenderá como el tubo metálico o no metálico apropiado para alojar conductores eléctricos aislados, con pared resistente a los impactos mecánicos. Los usos permitidos y sus prohibiciones de uso deben tener en cuenta el tipo de elemento y la condición de los materiales utilizados, así como las propiedades del medio ambiente donde se vaya a instalar.

Adicional a lo establecido en las secciones antes referidas, deberán tenerse en cuenta los siguientes requisitos, adaptados de normas tales como las ASTM para tuberías para la protección de conductores eléctricos:

- a) En ambientes corrosivos, con humedad permanente o bajo tierra, no se aceptan elementos metálicos para alojamiento de conductores que no estén apropiadamente protegidos contra la corrosión o que no cumplan con la resistencia al impacto y al aplastamiento requeridas.
- b) Los espacios entre elementos que soporten tuberías no metálicas, no podrán ser mayores a 1,2 m para tubería hasta de 19 mm de diámetro; 1,5 m para tuberías entre 25 y 51mm; 1,8 m para tuberías entre 63 y 76 mm y 2,1 m para tuberías entre 89 y 102 mm.
- c) No se podrán usar tuberías no metálicas, en espacios donde por efectos de la carga eléctrica en los conductores, se tengan temperaturas por encima de las tolerables por la tubería.
- d) No se permite el uso de tubería eléctrica no metálica, como soporte de aparatos, enterrada directamente en el suelo, ni para tensiones mayores de 600 V, a no ser que esté certificada para ese uso.
- f) No deben instalarse canalizaciones en lugares expuestos a daños físicos o a la luz solar directa, si no están certificadas para ser utilizadas en tales condiciones y tipo de aplicación.
- g) La resistencia al impacto o al aplastamiento transversal de tuberías no metálicas usadas en paredes o pisos de concreto, o enterradas no podrá ser menor a la especificada en normas internacionales o de reconocimiento internacional para ese producto y aplicaciones. Los instaladores deberán tener especial cuidado en que no se deformen o se obstruyan en el proceso de vaciado del concreto o enterramiento.
- h) No se permite el uso de canaletas no metálicas en: instalaciones ocultas (excepto cuando atraviesan muros o paredes), donde estén expuestas a daño físico, en los espacios vacíos de ascensores, en ambientes con temperaturas superiores a las certificadas para la canalización o donde

# **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

alojen conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento excedan aquellos para los cuales se certifica la canaleta.

i) Las partes de canalizaciones que estén expuestas o a la vista, deben marcarse en franjas color naranja de al menos 10 cm para distinguirlas de otros usos.

j) En una misma canalización no deben instalarse conductores eléctricos con conductores o tuberías para otros usos.

k) Cuando las condiciones específicas de la instalación lo requieran, las canalizaciones y accesorios deberá cumplir los requisitos establecidos para esa condición

### **3.3 Requisitos de producto.**

Las canalizaciones, tubos y tuberías, deberán cumplir los requisitos de normas tales como: IEC601084, IEC60439-1, IEC60439-2, , IEC60529, IEC61000-2-4, IEC 60423, IEC 60614-2- 7, NEMA FG1, UL 85, UL 5 y UL 870, UNE-EN 50086-2-3, NTC 979 y NTC 1630.NTC 3363, NTC171, NTC169, NTC105, que les aplique y demostrarlo mediante certificado de producto.

Adicionalmente deberá cumplir los siguientes requisitos:

a) El fabricante de tubos informará sobre los usos permitidos y no permitidos de su producto en particular.

b) El fabricante especificará los máximos esfuerzos mecánicos permitidos que pueden soportar la canalización, en ningún caso se aceptaran canaletas o canalizaciones metálicas en lámina de acero de espesor inferior al calibre 22 o su equivalente a 0,75 mm. que garantice resistencia al impacto mínima de 4,1 kg fuerza por metro.

c) Los accesorios de conexión de bandejas portables, canaletas, canalizaciones, tubos y tuberías deberán ser diseñados para cumplir su función y no deben presentar elementos cortantes que pongan en riesgo el aislamiento de los conductores.

d) En la certificación se deben verificar aspectos como flamabilidad, resistencia al impacto, aplastamiento bajo carga, absorción de agua, resistencia a la distorsión por calentamiento, tolerancia en diámetros y espesores, prueba de calidad de extrusión.

e) Los espesores mínimos de las paredes de tubos no metálicos, aceptados para las instalaciones eléctricas objeto de este reglamento, deben ser los establecidos en la siguiente tabla, con dimensiones en mm.

# “DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### 4. Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias (DPS)

#### 4.1 Requisitos de instalación

En la planta de la planta de potabilización la ESMERALDA -VILLAVICENCIO se establecen los siguientes requisitos para instalación de DPS , adaptados de las normas IEC 61643-12, IEC 60664, IEC 60664-1, IEC 60071, IEC 60099, IEC 60364-4-443, IEC 60364-5-534, IEC 61000-5-6, IEC 61312, IEEE 141, IEEE 142 y NTC 4552:

a) Se instalaran DPS en la salida de los transformadores barrajes de 460 voltios y en cada uno de los centros de distribución de los CCM1 Y 2., para lo cual deberá tener en cuenta entre otros los siguientes factores:

- El uso de la instalación,
- La coordinación de aislamiento,
- La densidad de rayos a tierra,
- Las condiciones topográficas de la zona,
- Las personas que podrían someterse a una sobretensión
- Los equipos a proteger

b) El DPS debe estar instalado como lo indica la Figura 4. Se debe tener como objetivo que la tensión residual del DPS sea casi igual a la aplicada al equipo.

c) Para efectos de seguridad la instalación de los DPS debe ser en modo común, es decir, entre conductores activos y tierra.

d) Como se instalan en la planta de potabilización la ESMERALDA -VILLAVICENCIO varias etapas de DPS, debe aplicarse una metodología de zonificación y deben coordinarse por energía y no sólo por corriente.

e) No se deben instalar en redes eléctricas de potencia DPS construidos únicamente con tecnología de conmutación de la tensión.

f) La capacidad de cortocircuito del DPS debe estar coordinada con la capacidad de falla en el nodo donde va a quedar instalado.

g) En baja tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 14 AWG en cobre. En media, alta y extra alta tensión los conductores de conexión a la red y a tierra no deben ser de calibre inferior a 6 AWG.

## **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

#### 4.2 Requisitos de producto.

Los siguientes requisitos para DPS, que deben ser respaldados con una certificación, fueron adaptados de las normas IEC 61643-1, IEC 60099-1, IEC60099-4, UL 1449, IEEE C62.41-1, IEEE C62.41-2 e IEEE C62.45:

a) Los DPS utilizados en media, alta y extra alta tensión con envolvente en material de porcelana, deben contar con algún dispositivo de alivio de sobrepresión automático que ayude a prevenir la explosión del equipo.

b) Los DPS utilizados en media tensión con envolvente en material polimérico, deben contar con algún dispositivo externo de desconexión en caso de quedar en cortocircuito.

c) Bajo ninguna condición los materiales constitutivos de la envolvente del DPS deben entrar en ignición.

d) En caso de explosión del DPS, el material aislante no debe lanzar fragmentos capaces de hacer daño a las personas o equipos adyacentes. En baja tensión, este requisito se puede reemplazar por un encerramiento a prueba de impacto.

e) Marcación, los parámetros básicos que debe cumplir un DPS de baja tensión y que deben estar a disposición del usuario, en el equipo o en catálogo, son:

- Corriente nominal de descarga, que en ningún caso será menor a 5 kA por módulo, para DPS instalados en el inicio de la red interna.
- Tensión nominal, según la red eléctrica en que se instalará.
- Máxima tensión de operación continua, que debe ser mayor o igual a 1,1 veces la tensión máxima del sistema en régimen permanente.
- El nivel de protección en tensión, que debe ser menor que el nivel básico de aislamiento.

#### 5. 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.

## **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

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 reconectores que utilicen SF6 como medio de aislamiento, no deben tener fugas mayores a las establecidas en la norma internacional que le aplique.

#### **6. Tableros eléctricos.**

Los tableros, también llamados cuadros, gabinetes, paneles, 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 siguientes requisitos:

##### **6.1 Tableros de baja tensión**

Para baja tensión son adaptados de las normas UL 67, UL 508, NTC 3475, NTC 3278, NTCIEC 60439- 3, NTC 2050, y su cumplimiento será comprobado mediante Certificado de Conformidad.

a) Tanto el cofre como la tapa de un tablero general de acometidas autoportado (tipo armario), deben ser construidos en lámina de acero, cuyo espesor y acabado debe resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como los efectos de la humedad y la corrosión, verificados mediante pruebas bajo condiciones de rayado en ambiente salino, durante al menos 400 horas, sin que la progresión de la corrosión en la raya sea mayor a 2 mm. El tablero puede tener instrumentos de medida de corriente para cada una de las fases, de tensión entre fases o entre fase y neutro (con o sin selector), así como lámparas de indicación de funcionamiento del sistema (normal o emergencia). El tablero debe permitir integrar medición y seguimiento de la calidad de la potencia del sistema.

b) El tablero de distribución, es decir, el gabinete o panel de empotrar o sobreponer, accesible sólo desde el frente; debe construirse en lámina de acero de espesor mínimo 0,9 mm para tableros hasta de 12 circuitos y en lámina de acero de espesor mínimo 1,2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos.

c) Los encerramientos de estos tableros deben resistir los efectos de la humedad y la corrosión, verificados mediante pruebas bajo condiciones de rayado en ambiente salino, durante al menos 400 horas, sin que la progresión de la corrosión en la raya sea mayor a 2 mm, conforme a la NTC 1156 o la ASTM 117.

## **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

d) Se admite la construcción de encerramientos plásticos o una combinación metal plástico para los tableros de distribución, siempre que sean autoextinguibles (soportar la prueba del hilo a 650 °C durante 30 segundos) sin sostener la llama cuando se retire el hilo.

e) Los tableros deben ser resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo, mínimo IP 2XC o su equivalente NEMA.

f) Se permiten conexiones en tableros mediante el sistema de peine, tanto para la parte de potencia como para la de control, siempre y cuando los conductores y aislamientos cumplan con los requisitos establecidos en el numeral 17.9.2. Del presente Artículo.

g) Los compuestos químicos utilizados en la elaboración de las pinturas para aplicarse en los tableros, no deben contener TGIC (Isocianurato de Triglicidilo).

h) Todo tablero debe tener su respectivo diagrama unifilar actualizado.

#### **6.2 Partes conductoras de corriente de tableros de baja tensión.**

Las partes conductoras de los tableros deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Toda parte conductora de corriente debe ser rígida y construida en plata, una aleación de plata, cobre, aleación de cobre, aluminio, u otro metal que se haya comprobado útil para esta aplicación. No se debe utilizar el hierro o el acero en una parte que debe conducir corriente.

b) Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se deben utilizar tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión. El cobre y el latón no son aceptables para recubrir tornillos de soporte, tuercas y terminales de clavija de conexión, pero se acepta un revestimiento de cadmio, cinc, estaño o plata.

Todo terminal debe llevar tornillos de soporte de acero en conexión con una placa terminal no ferrosa.

c) La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se deben montar sobre aisladores.

d) La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, debe ser A, B, C, tomada desde el frente hasta la parte posterior; de la parte superior a la inferior, o de izquierda a derecha, vista desde el frente del tablero.

## **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

- e) Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.
- f) Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deben estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema. Las dimensiones, encerramientos y barreras deben permitir espacio suficiente para alojamiento de los terminales y curvaturas de los cables.
- g) Las partes fabricadas con materiales aislantes serán resistentes al calor, al fuego y a la aparición de caminos de fuga. La puerta o barrera que cubre los interruptores automáticos debe permitir su desmonte dejando puntos eléctricos al alcance (contacto directo) solamente mediante el uso de una herramienta.

#### **6.3 Terminales de alambrado de tableros de baja tensión**

Los terminales de alambrado de los tableros deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Un terminal, tal como un conector de alambre a presión o un tornillo de sujeción, debe encargarse de la conexión de cada conductor diseñado para instalarse en el tablero en campo y debe ser del mismo tipo al utilizado durante los ensayos de cortocircuito.
- b) Cada circuito de derivación debe disponer de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.
- c) El fabricante debe indicar las características físicas, eléctricas y mecánicas correspondientes del tablero de acuerdo con el uso recomendado.
- d) Debe indicarse la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.
- e) Debe proveerse un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.
- f) No se permite la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes en aplicaciones tanto de fuerza como de control. Sin embargo, para el caso de circuitos de control estas conexiones equipotenciales se podrán lograr mediante barrajes del tipo “peine”.
- g) El tablero debe tener un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.

## **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

h) La instalación del tablero debe tener en cuenta el código de colores establecido en el presente Reglamento e identificar cada uno de los circuitos.

7. Estructuras o postes para redes de distribución.

Las estructuras de soporte de las redes de distribución para tensión inferior a 57,5 Kv pueden ser postes de madera, concreto, hierro, acero, fibras poliméricas reforzadas u otros materiales; así como torres o torrecillas metálicas, siempre y cuando cumplan con los siguientes requisitos que le apliquen, adaptados de normas tales como la NTC 1329, NTC 776, NTC 1056, NTC 2222, ASTM D 4923.

a) Se deben usar postes de dimensiones estandarizadas de 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 20 o 22 metros, con tolerancias de más o menos 50 mm, de tal forma que se garanticen las distancias mínimas de seguridad establecidas en el anexo riesgo eléctrico del montaje de la planta de PAPELBOL.

Los postes de materiales distintos a madera deben ser especificados y probados para cargas de rotura mínimas de 5001 N, 7355 N, 10300N, 13240 N, 17640 N, 19600 N o sus equivalentes 510, 750, 1050 o 1350, 1800 o 2000 kgf. Si las condiciones específicas de la instalación exigen cargas de rotura o longitudes mayores a las establecidas en el presente Reglamento, el usuario justificará su uso y precisará las especificaciones técnicas requeridas.

b) Los postes de concreto de sección circular o poligonal deben presentar una conicidad entre 2 y 1,5 cm/m de longitud, conforme la NTC 1329.

c) El poste debe tener en la parte superior perforaciones diametrales, sobre un mismo plano a distancias uniformes con las dimensiones y tolerancias para ser atravesadas por pernos hasta de 19 mm de diámetro, estas no deben dejar expuesta las partes metálicas de la armazón, el número y distancias de las perforaciones dependerá de las dimensiones de los herrajes utilizados en la estructura. Algunas de estas perforaciones deben tener un ángulo que permitan el paso al interior del poste de los conductores de puesta a tierra.

d) Los postes con núcleo hueco deberán suministrarse con dos perforaciones de diámetro no menor a 2 cm, localizadas a una distancia entre 20 y 50 cm por debajo de la marcación de enterramiento, con el fin de permitir el paso de conductor de puesta a tierra por dentro del poste y facilitar su conexión al electrodo de puesta a tierra.

e) Los postes de concreto deben ser construidos con las técnicas de mezclas y materiales reconocidos por el Código Sismoresistente o las normas técnicas para este tipo de requerimientos, no deben

## **“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

presentar partes de su armadura expuestas a la corrosión, la profundidad del hierro no debe ser menor a 25 mm para uso en ambientes salinos y 20 mm para uso en ambientes normales, para postes armados vibrados la profundidad para ambientes salinos o corrosivos se aumentará en 5 mm o el valor determinado en una norma técnica internacional, de internacional o NTC aplicable a poste de concreto. Igualmente, no deben presentar fisuras o grietas que comprometan la vida útil y la seguridad mecánica. El fabricante deberá tener en cuenta las condiciones ambientales del lugar donde se vaya a instalar el poste y tomará las medidas constructivas para contrarrestar la corrosión.

f) El factor de seguridad de los postes, calculado como la relación entre la carga mínima de rotura y la tensión máxima aplicada (carga máxima de trabajo), no puede ser inferior a 2.

g) El poste, bajo la acción de una carga aplicada a 20 cm de la cima, con intensidad igual al 40% de la carga mínima de rotura, no debe producir una flecha superior al 3% de la longitud libre.

h) Longitud de empotramiento o enterramiento: el poste debe ser empotrado a una profundidad igual a 60 cm más el 10% de la longitud del poste y en todo caso se debe verificar que no presente peligro de volcamiento. El fabricante debe marcar con pintura permanente la sección transversal donde se localice esta distancia.

i) Centro de Gravedad del poste: El fabricante debe marcar con pintura permanente la sección transversal donde se encuentre el centro de gravedad del poste, esto con el fin de permitir su manipulación e izaje con el menor riesgo para el operario.

j) Los postes de madera deberán cumplir los siguientes requisitos: ser tratados contra hongos y demás agentes que les puedan reducir su vida útil, las dimensiones, esfuerzo de flexión no debe ser menor a los valores establecidos en las normas técnicas internacionales o NTC tales como la NTC 776, NTC 1056, NTC 2222, NTC 1093, NTC 1057, NTC 2083, NTC 1966, NTC 5193 o NTC 172. Igualmente debe probarse el máximo contenido de humedad.

k) Los postes de madera, concreto u otro material no deben presentar fisuras u otras anomalías que con el tiempo puedan comprometer sus condiciones mecánicas.

l) Los postes o torrecillas metálicas o de otros materiales susceptibles a la corrosión deberán ser protegidos contra esta y garantizar una vida útil no menor a 25 años, Normas como la ASTM – A 123, ASTM B 63, ASTM A 653, ISO 9223 son plenamente aplicables para verificar este requisito de protección contra corrosión.

m) Los postes o estructuras metálicas deben instalarle una puesta a tierra, excepto los destinados a baja tensión.

## “DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

n) Rotulado: Los postes y torrecillas deben llevar en bajo relieve o en una placa visible, embebida al concreto si es de concreto, localizada a dos metros de la señal de empotramiento, la siguiente información:

- Nombre o razón social del fabricante,
- Longitud del poste o torrecillas en metros
- Carga mínima de rotura en N o kgf
- Peso del poste.
- Fecha de fabricación.

<b>Capítulo:</b> 26 Iluminación Externa
<b>Ítem:</b> 26.01 Iluminación Externa
<b>Actividad:</b> Iluminación Externa
<b>Unidad de pago:</b> Pesos Colombianos

<b>Descripción y Especificaciones:</b>
<b>Alcance:</b> Este ítem cubre, suministro, instalación y puesta en marcha de cada unidad para el sistema.
<b>Materiales requeridos:</b> luminaria LUXYXON riel eco 117/1X54/ancho/cr/univ,

<b>Capítulo:</b> 26 Iluminación Externa
<b>Ítem:</b> 26.02 Iluminación corredores cubiertos de proceso
<b>Actividad:</b> Iluminación corredores cubiertos de proceso
<b>Unidad de pago:</b> Pesos Colombianos

<b>Descripción y Especificaciones: E</b>
<b>Alcance:</b> Este ítem cubre, suministro, instalación y puesta en marcha de cada unidad para el sistema.
<b>Materiales requeridos:</b> Conductores por luminaria, 2*12 THW, Luminaria LUXYCON LUM ZAG/6X9W/LED/6600 LM/UNIV/POSTE/ 3M/ Acrilico matizado

**“DISEÑO E INGENIERIA A DETALLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE LA ESMERALDA PARA LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO – COLOMBIA”**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

<b>Capítulo:</b> 26 Iluminación Externa
<b>Ítem:</b> 26.02 Iluminación corredores cubiertos de proceso
<b>Actividad:</b> Iluminación exterior de la planta proceso y alrededores cercanos a los equipos y carreteables,
<b>Unidad de pago:</b> Pesos Colombianos

<b>Descripción y Especificaciones: E</b>
<b>Alcance:</b> Este ítem cubre, suministro, instalación y puesta en marcha de cada unidad para el sistema.
<b>Materiales requeridos:</b> Conductores por luminaria, Luminaria sendero minicolumna, tubo fluorescente T5 2X24W/4100H,H=1,028 m, REFLEC.OLUX-XS/LED ETI/60W/4.700LUM/120-240V

<b>Mano de Obra:</b> M.O. ELECTRICAS 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	21,6667
---	----	---------

<b>Equipos:</b> MONTACARGA 5 TONELADAS	HRS	
GRUA TELESCOPICA HIDRAULICA 20 TON.	HRS	4
HERRAMIENTA MENOR	GLB	17,8571

<b>Transporte:</b> El normalizado para este tipo de producto
<b>Ubicación:</b> Sub Estación Auxiliar externa Edificio Administrativo
<b>Planos de Referencia:</b> Diagrama unifilar, Tablas de Excel de distribución de costos.
<b>Normas aplicables:</b> RETIE, RETIQ, NTC 3997
<b>Tolerancias:</b>
<b>Ensayos:</b> Seguir recomendaciones de fabricantes
<b>Medida y Forma de pago:</b> A convenir de acuerdo al contrato
<b>Observaciones:</b> Ninguna