





NORMA DE CONSTRUCCIÓN OBRAS CIVILES PARA LAS REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS DE ENERGÍA

CONTROL DE CAMBIOS									
Fecha			Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AAAA					DD	MM	AA
26	04	2018	SAOV	JAAR	LFAG	Actualización			



ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada		PÁGINA: 1 de 28

CONTENIDO

1	OBJETO	4
2	ALCANCE	4
3	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	4
4	REQUISITOS TÉCNICOS	5
4.1	INFORMACIÓN GENERAL	5
4.2	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE TIPO CIVIL	6
4.2.1	Localización, trazado y replanteo	7
4.2.2	Desmante y limpieza	7
4.2.3	Campamentos, almacenes, oficinas y centros de acopio	7
4.2.4	Demoliciones	8
4.2.4.1	Demolición en andén	8
4.2.4.2	Corte y retiro de pavimento	8
4.2.5	Excavaciones	9
4.2.6	Llenos compactados	9
4.2.7	Concreto	11
4.2.8	Acero de refuerzo	11
4.3	ZANJAS O CANALIZACIONES	11
4.3.1	Material de los ductos	11
4.3.2	Cemento solvente para uniones	12
4.3.3	Dimensiones del ducto	12
4.3.4	Cantidad de ductos	12
4.3.5	Profundidad de las zanjas o canalizaciones	14
4.3.6	Ancho de las zanjas o canalizaciones	14
4.3.7	Pendiente mínima	15
4.3.8	Pendiente máxima	15
4.3.9	Entresuelo y lecho para apoyo de los ductos	15
4.3.10	Configuración del banco de ductos	16
4.3.11	Material de lleno compactado	17
4.3.12	Aviso sobre canalización eléctrica a lo largo de la misma	18
4.3.13	Acabado sobre vías	18

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 2 de 28

4.3.14 Terminación en cámaras y/o cajas	18
4.3.15 Disposición de ductos entre la última cámara y la subestación.....	19
4.3.16 Otras consideraciones sobre las canalizaciones.....	19
4.4 CAJAS	21
4.4.1 Materiales de las cajas	22
4.4.1.1 Cajas de concreto reforzado.....	22
4.4.1.2 Cajas conformadas por bloques de concreto.....	22
4.4.1.3 Material de lleno y filtro de las cajas	23
4.4.2 Prueba del rodillo.....	23
4.4.3 Tipos de cajas	23
4.4.4 Acometida	24
4.5 CÁMARAS	25
4.5.1 Cámaras de paso o inspección.....	25
4.5.2 Cámaras de empalme o derivación	25
4.5.3 Cámaras para equipos	26
4.5.4 Cámaras especiales	26
4.5.5 Otras consideraciones	26
4.5.6 Desagüe de las cámaras	27
4.6 TAPAS	27

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 3 de 28

1 OBJETO



Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir para la construcción de las redes eléctricas subterráneas de EPM. Todos los requisitos que se presentan en esta norma, establecen los detalles constructivos que permiten cumplir tanto con las necesidades de la operación, mantenimiento de los elementos que se encuentran en la red y la estabilidad estructural que deben tener todos los elementos que conforman el sistema de las redes eléctricas subterráneas de EPM.

2 ALCANCE

Esta norma aplica para la construcción de canalizaciones, cajas, cámaras y tapas que hacen parte de las redes subterráneas a 240/120 V., (monofásicas) o 208/120 V., (trifásicas); 13.2 kV., (trifásicas); 44 kV., (trifásicas) de EPM.

3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

DOCUMENTO	NOMBRE
Norma de EPM: NC-MN-OC01-03	Campamentos, almacenes, oficinas y centros de acopio
Norma de EPM: NC-MN-OC01-02	Desmonte y limpieza
Norma de EPM: NC-MN-OC01-01	Localización trazado y replanteo
Norma de EPM: NC-MN-OC02-01	Demoliciones
Norma de EPM: NC-MN-OC03-01	Excavaciones
Norma de EPM: NC-MN-OC05-01	Corte y fresado de pavimento
Norma de EPM: NC-MN-OC05-02	Sub-base y base para pavimentos
Norma de EPM: NC-MN-OC05-03	Imprimación, riego y liga para pavimentos
Norma de EPM: NC-MN-OC05-04	Pavimento asfáltico
Norma de EPM: NC-MN-OC05-05	Pavimentos de concreto hidráulico y articulado
Norma de EPM: NC-MN-OC05-06	Reparación de pavimentos flexibles

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0		
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 4 de 28



DOCUMENTO	NOMBRE
Norma de EPM: NC-MN-OC05-07	Restablecimiento de marcas viales
Norma de EPM: NC-MN-OC04-01	Llenos compactados
Norma de EPM: NC-MN-OC07-01	Concretos
Norma de EPM: NC-MN-OC07-07	Acero de refuerzo
INVIAS	Especificaciones generales de construcción de carreteras
NTC 98	Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión e impacto de agregados gruesos menor de 37,5 mm, utilizando la máquina de los ángeles.
NTC 127	Concretos. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para concreto.
NTC 183	Método para determinar la dureza al rayado de los agregados gruesos
NTC 589	Concretos. Método de ensayo para determinar el porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznable en los agregados.
NTC 1630	Tubos y curvas de poli(cloruro de vinilo) (pvc) rígido para alojar y proteger conductores subterráneos eléctricos y telefónicos.
NTC 3363	Plásticos. Tubos y curvas de poli(cloruro de vinilo) (pvc) rígido corrugados con interior liso para alojar y proteger conductores subterráneos eléctricos y telefónicos.
ASTM C142	Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates
NSR-10	Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente
RETIE	Resolución 90708 por la cual se expide el nuevo Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.

4 REQUISITOS TÉCNICOS

4.1 INFORMACIÓN GENERAL

De acuerdo con la reglamentación vigente, las empresas prestadoras del servicio de distribución de energía eléctrica tienen la obligación de ofrecer a los clientes un punto de conexión factible a su sistema cuando ellos lo soliciten y garantizar el libre acceso, bajo las mismas condiciones. Para tal efecto, el usuario deberá informar sobre la localización del inmueble, la potencia máxima requerida y el tipo de carga.

Las disposiciones incluidas están de acuerdo con las Leyes 142 y 143 de 1994, la Resolución CREG 070 de 1998 o Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, el RETIE, el POT del respectivo municipio y demás Normas complementarias.

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 5 de 28	

Los procedimientos para la aprobación de una solicitud de conexión por parte del Operador de Red (OR) se diferencian según el tipo de conexión: cargas que no implican la expansión de la red del Sistema de Transmisión Regional (STR) y/o Sistema de Distribución Local (SDL) y cargas que sí implican la expansión de dichos sistemas. El cliente deberá presentar los planos eléctricos del inmueble y de la acometida hasta el punto de conexión definido en la etapa de factibilidad, así como las características de la demanda. El OR podrá especificar un nivel de tensión de conexión diferente al solicitado por el usuario por razones técnicas debidamente sustentadas.

El levantamiento, georreferenciado, de la ruta y detalles de la canalización proyectada debe incluir todas las líneas de paramento, aceras, zonas verdes, vías y separadores. Se indicarán, además de las redes subterráneas existentes de telecomunicaciones, energía, acueducto, alcantarillado y gas.

Empresas Públicas de Medellín E.S.P., adapta sus normas al cumplimiento del reglamento técnico de instalaciones eléctricas colombiano, expedido bajo resolución Ministerial 90708 del 30 de agosto de 2013.

Las redes de distribución subterráneas son construidas en aquellas zonas en las cuales las autoridades administrativas de los municipios servidos por EPM, por decisión propia, o el urbanizador decidan que son preferibles para preservar de contaminación visual el medio ambiente o donde técnicamente por razones de distancias de seguridad no sea factible construir redes aéreas.



Es muy importante tener presente que generalmente se apela a éste recurso para preservar parques, plazas principales, sitios o monumentos de interés nacional y determinadas zonas que se verían comprometidas estéticamente con el empleo de redes aéreas y, aunque no haya una reglamentación escrita en la mayoría de municipios, la autoridad vigente tiene las facultades para exigir su cumplimiento cuando lo considere conveniente.

El recibo de las citadas redes por parte de EPM, estará supeditado al resultado satisfactorio de las pruebas realizadas por un inspector certificado para tal fin y acorde con un protocolo de pruebas específico entregado por la Gerencia Transmisión y Distribución o Unidad encargada para tal fin; tal como lo establece el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) en el artículo 34.

4.2 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS DE TIPO CIVIL

La infraestructura civil para las redes eléctricas subterráneas comprende el desarrollo de las diferentes actividades preliminares de la obra civil, tales como las demoliciones y excavaciones, además de la construcción e instalación de canalizaciones, cajas, cámaras, cárcamos y tapas.

Para efectuar cualquier trabajo de este tipo es indispensable previamente gestionar ante las entidades municipales los permisos necesarios y cumplir con los decretos y plan de ordenamiento territorial vigentes.

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 6 de 28

A continuación, se describen las actividades correspondientes a la obra civil que deben ser tenidas en cuenta durante el desarrollo de la construcción de la infraestructura de las redes eléctricas subterráneas.

4.2.1 Localización, trazado y replanteo

Antes de iniciar las obras, EPM debe verificar y aprobar la localización general del proyecto y sus niveles. La localización y trazado del proyecto deben ser materializados mediante elementos físicos de referencia claramente visibles. La ubicación y las cotas de estos elementos deberán ser entregadas a EPM antes de iniciar el trabajo que las requiera. La comisión de topografía debe instalar o reponer las estacas del proyecto o cada vez que se encuentre un elemento singular como un poste, sumidero, caja, cámara, puente u otros elementos que hagan parte de la infraestructura.

Adicionalmente se deben cumplir los requerimientos enunciados en la norma “NC-MN-OC01-01 Localización, trazado y replanteo” de EPM, en su versión vigente.

4.2.2 Desmonte y limpieza



Este trabajo consta de apartar la vegetación existente y la limpieza del terreno natural en las áreas que ocupan las obras del proyecto que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie este apta para iniciar los demás trabajos. Antes de alterar la capa vegetal, se debe levantar secciones transversales del terreno original, la cual determina los volúmenes de la capa vegetal y del movimiento de tierra. Dichos trabajos deben desarrollarse cuando el terreno a intervenir es una zona verde.

Adicionalmente se deben tener en cuenta los requerimientos estipulados por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en sus Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras – Artículo 200 Desmonte y limpieza” y la norma NC-MN-OC01-02 “Desmonte y limpieza” de EPM, ambas en su versión vigente.

4.2.3 Campamentos, almacenes, oficinas y centros de acopio

En caso de ser necesario, en el sitio de la obra se construirán instalaciones provisionales como: campamentos, almacenes, oficinas y centros de acopio de materiales para la obra. Para dichas instalaciones se debe cumplir con las disposiciones fijadas en el plan de ordenamiento territorial (POT) del municipio donde se vaya a realizar la obra, además se deben obtener los permisos de la oficina de tránsito para organizar y controlar adecuadamente la entrada y salida de vehículos al sitio de la obra.

En el caso que se requiera la construcción de alguna de estas obras provisionales para el proyecto, se deben cumplir los requerimientos estipulados en la norma “NC-MN-OC01-03 Campamentos, almacenes, oficinas y centros de acopio” de EPM, en su versión vigente.

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 7 de 28

4.2.4 Demoliciones

La demolición debe limitarse a las dimensiones mínimas necesarias para la ejecución de la obra. Los elementos que deben ser demolidos y los límites de la demolición deben ser definidos por EPM. Dependiendo de la ubicación de la infraestructura a construir para las redes eléctricas subterráneas, se deben considerar los siguientes tipos de demoliciones:

4.2.4.1 Demolición en andén

El andén existente, ya sea en concreto o enchapado con granito, arenón, vitrificado, retal de mármol, baldosa, etc., debe cortarse de acuerdo al límite definido para la excavación y sólo se puede exceder dichos límites por autorización expresa de EPM, cuando exista una razón técnica para ello.

El corte debe cumplir las siguientes condiciones:

- El corte se hace según líneas rectas y figuras geométricas definidas.
- La superficie del corte debe quedar vertical.
- Se utiliza equipo especial de corte aprobado previamente por EPM, sierra mecánica o pulidora, para la junta del andén con la fachada
- No es permitido el corte con martillo neumático, martillo percutor neumático, hidráulico o similar, barra y cincel; en casos especiales, debe de contarse previamente con la autorización de EPM, de lo contrario se deben realizar las reparaciones que sean necesarias para garantizar un adecuado acabado.
- El andén que se encuentre por fuera de los límites del corte especificado, y tenga daños a causa de procedimientos de corte inadecuados, debe ser reconstruido.



Adicionalmente se deben cumplir los requerimientos estipulados en la norma NC-MN-OC02-01 “Demoliciones” de EPM, en su versión vigente.

4.2.4.2 Corte y retiro de pavimento

El pavimento existente, ya sea asfáltico o de concreto, debe cortarse de acuerdo con los límites especificados para la excavación y sólo podrán exceder dichos límites por autorización expresa de EPM cuando existan razones técnicas para ello.

Para esta actividad se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La superficie del corte debe quedar vertical
- El corte debe hacerse según líneas rectas y figuras geométricas definidas
- Debe utilizarse equipo especial de corte (sierra mecánica). Deben hacerse cortes transversales según se requiera para retirar el pavimento cortado. Podrá emplearse como equipo especial de corte el martillo neumático u otro debidamente aprobado
- Una vez cortado el pavimento, se procede a demoler y los escombros se acopian para su posterior retiro de la obra, en un sitio donde no perjudique el tránsito vehicular ni la marcha normal de los trabajos y donde esté a salvo de contaminación con otros materiales
- El pavimento que esté por fuera de los límites del corte especificado, y sufra daño a causa de

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0		
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 8 de 28

procedimientos de corte inadecuado, debe ser reconstruido.

- Se debe proteger el pavimento en los puntos de apoyo de la retroexcavadora

Para los pavimentos articulados, debe marcarse la excavación para retirar los adoquines necesarios, acopiándolos y transportándolos de tal manera de que no sufran deterioro alguno.

4.2.5 Excavaciones

Este trabajo consiste la remoción y extracción de materiales, además de cargue, retiro y disposición de los materiales provenientes de dicha actividad, según los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene EPM. También comprende el retiro de la capa vegetal o descapote, y de otros materiales blandos y orgánicos, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones necesarias para la construcción de las obras civiles de las redes eléctricas subterráneas de energía.

Antes de iniciar las actividades de excavación se deben investigar los sitios por donde cruzan las redes existentes de servicios, y hacer un estudio de las estructuras adyacentes al sitio del proyecto para determinar y evitar posibles daños causados por la ejecución de la obra. En caso tal de que sea necesario remover alguna de las redes, se deben solicitar los permisos necesarios a la dependencia correspondiente de EPM.

En zonas anegadas, se debe vaciar concreto de baja resistencia hasta alcanzar 0,05 m por encima de la superficie de anegamiento.

Adicionalmente se deben cumplir los requerimientos estipulados en la norma NC-MN-OC03-01 "Excavaciones" de EPM, en su versión vigente.



4.2.6 Llenos compactados

Este trabajo consiste en la ejecución de llenos con materiales de préstamo o material seleccionado de la excavación, compactados por métodos manuales o mecánicos, en zanjas o excavaciones para la construcción de las obras civiles que componen la infraestructura de las redes eléctricas subterráneas de EPM.

La secuencia de ejecución de los llenos debe ajustarse a las condiciones climáticas que imperen en la zona del proyecto, de ser necesario se deben usar cubiertas de plástico que le permitan adelantar el trabajo al personal en temporadas de lluvia. Antes de iniciar los trabajos se debe contar con la aprobación de EPM.

La colocación del material se debe hacer por métodos mecánicos o manuales, en capas de máximo 0,15 m de espesor de material suelto, de acuerdo con el tipo de trabajo, pero preservando siempre la estabilidad y la integridad de las instalaciones existentes y de las que se están construyendo.

Se debe tener especial cuidado en la compactación, de manera que no se produzcan presiones laterales, vibraciones, o impactos que causen roturas o desplazamientos de los elementos que se

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 9 de 28

encuentran en proceso de construcción o de otras estructuras existentes.

El equipo de compactación debe reunir características adecuadas a las condiciones particulares del trabajo, de acuerdo con:

- Las dimensiones de la excavación.
- El espesor total del lleno
- El volumen total del lleno
- Las características del suelo de lleno
- Los resultados de los ensayos de compactación y de CBR.

En el proceso de compactación, se debe obtener una densidad seca, igual o mayor que el 95% de la densidad seca máxima, obtenida en el ensayo Próctor Modificado, cuando el lleno se haga en vías construidas o en proyecto, o mayor o igual que el 90% de la densidad seca máxima, obtenida en el ensayo Proctor Modificado cuando el lleno se haga por fuera de vías construidas, para cada una de las medidas.

No se permite como materiales de lleno, materiales con contenido orgánico, arcillas expansivas, material granular mayor de 75 mm, escombros, basuras y los suelos cuyo límite líquido sea mayor que 45, con humedad natural por fuera del rango establecido para obtener el grado de compactación especificado.



En caso de encontrar llenos antrópicos, o suelos orgánicos o arcillas, cuyo límite líquido sea mayor que 45 a la profundidad proyectada de apoyo de los ductos, dichos materiales se deben remover y reemplazarse por material seleccionado de la excavación, limo, arenilla, suelo-cemento compactado o base granular compactada. En el caso en que el reemplazo se deba hacer por debajo del nivel freático existente en el sitio se debe utilizar concreto ciclópeo.

Cuando el lleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permite su colocación después de catorce (14) días de fundido el concreto, o hasta que la resistencia de éste alcance el 50 % de su resistencia última, o el doble del valor del esfuerzo de trabajo impuesto por la carga diseño.

Cuando el lleno se vaya a asentar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deben desviar las primeras, y captar y conducir las ultimas fuera del área donde se vaya a construir el lleno.

Adicionalmente a lo consignado en este documento, se deben cumplir los requisitos de la norma “NC-MN-OC04-01 Llenos compactados” en cuanto a los siguientes aspectos:

- Preparación de la superficie base de los llenos.
- Extensión y compactación del material.
- Requisitos de materiales aptos para ser usados en llenos.

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 10 de 28

- Materiales seleccionados de la excavación para ser usados en los llenos.
- Materiales de préstamo.
- Suelo cemento.
- Pruebas y ensayos sobre los llenos.

4.2.7 Concreto

Para el empotramiento de los ductos en las zanjas o canalizaciones que van debajo de vías, se debe usar un concreto de una resistencia mínima de 21 MPa.

La resistencia mínima del concreto a compresión para las cajas y cámaras debe ser de 28 MPa.

En la norma de EPM: “NC-MN-OC07-01 Concretos” se establecen las especificaciones técnicas que debe cumplir el concreto.

4.2.8 Acero de refuerzo

Los recubrimientos libres del acero de refuerzo, los diámetros mínimos de doblaje de las barras, las longitudes de anclaje y de traslape y todos los detalles de figuración, se deben hacer de acuerdo con lo estipulado en la norma “NSR-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente”.

En la norma de EPM “NC-MN-OC07-07 Acero de refuerzo”, se establecen las especificaciones técnicas que debe cumplir el acero de refuerzo para los diferentes elementos de la infraestructura de las redes eléctricas subterráneas.



4.3 ZANJAS O CANALIZACIONES

4.3.1 Material de los ductos

Solamente se admiten ductos en tubería de uso eléctrico tipo PVC DB (Norma NTC 1630), TDP (Norma NTC 3363).

Para el empleo de estos ductos debe cumplirse con las normas técnicas dadas por los fabricantes DB, TDP o similares. Deben estar en perfecto estado a simple vista, no presentar perforaciones, fisuras, desintegración en escamas, deformaciones en el sentido del eje del ducto (curvatura), deformaciones en el sentido diametral del ducto (disminución del diámetro), líneas de falla de color claro o blancuzco, signos de mal trato, etc.

La utilización de otro tipo de ductos se hará previa aceptación por parte de EPM. Dichos ductos deberán ser para uso eléctrico, cumplir con las normas técnicas de los fabricantes y deberán seguirse las

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 11 de 28

recomendaciones de montaje de los mismos.

4.3.2 Cemento solvente para uniones

Este material debe cumplir para su aceptación con la norma ICONTEC 576. Se debe aplicar con brocha de cerda natural y debe limpiarse y secarse previamente el ducto antes de la aplicación.

4.3.3 Dimensiones del ducto

El diámetro de la tubería recomendado a emplear es mínimo de 3" para redes de baja tensión, y mínimo de 4" para redes de media tensión, pero depende en todos los casos del número de cables por ducto y su calibre.

El área libre del ducto no debe ser inferior en ningún caso al 60% del área total útil.

Tabla 1. Diámetros mínimos de ductos recomendados por tensión de fase

Tensión fase - fase (V)	Diámetro de ducto a utilizar
0 a 600	Mínimo ϕ 88 mm (3")
601 a 34500	ϕ 150 mm (6") - 1 circuito trifásico por cada ducto
34501 a 57500	ϕ 100 mm (4") - 1 hilo por cada ducto



4.3.4 Cantidad de ductos

En la totalidad de casos, el número de ductos de un banco debe ser superior al número de ductos ocupados determinado por el diseño de la red, el cual debió prever si el sector a servir es factible de futuras expansiones, a continuación, se suministra una tabla que marca las recomendaciones para determinar la cantidad de ductos a utilizar por cada nivel de tensión.

Tabla 2. Cantidad de ductos para una canalización

Ductos ocupados	Diámetro de ducto a utilizar
De 1 a 3	$Dr = 1$
Entre 4 y 6	$Dr = \frac{Doc}{2}$
>6	$Dr = \frac{Doc}{2} - 2$

Dónde:

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada		PÁGINA: 12 de 28

D_r = Ductos de reserva

D_{oc} = Ductos ocupados

En el caso de obtener un número con decimales, de ductos ocupados, el número de ductos de reserva se debe aproximar al entero superior.

Ejemplo 1:

El diseño eléctrico de un proyecto, arroja la necesidad de canalizar 4 circuitos trifásicos de 13.2 kV, ¿cuantos ductos de reserva instalar?

R/. Acorde con las tablas 1 y 2, tendría 4 ductos ocupados de 6", el número de ductos de reserva adicionales será:

$$D_{oc} = 4$$
$$D_r = \frac{D_{oc}}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

Se recomienda instalar 2 ductos adicionales, el banco de ductos necesario será 6 ductos de 150 mm (6").

Ejemplo 2:

Una red, la cual posee 1 circuito de 44 kV., y 3 circuitos trifásicos de 13.2 kV, ¿cuantos ductos de reserva instalar?

R/. Acorde con las tablas 1 y 2, tendría:

- 3 ductos ocupados de 6", para el nivel 2 de tensión a 13.2 kV. el número de ductos de reserva adicionales será:

$$D_{oc} = 3$$

$$D_r = 1$$

Se recomienda instalar 1 ducto adicional.



- 3 ductos ocupados de 4", para el nivel 3 de tensión a 44 kV. el número de ductos de reserva adicionales será:

$$D_{oc} = 3$$

$$D_r = 1$$

Se recomienda instalar 1 ducto adicional.

Finalmente, el banco de ductos quedara conformado de la siguiente manera:

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0		
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 13 de 28

4 ductos de 150 mm (6") para la red de 13.2 kV.
 4 ductos de 100 mm (4") para la red de 44 kV.

4.3.5 Profundidad de las zanjas o canalizaciones

Las profundidades mínimas de los ductos serán acordes con lo establecido en el artículo 25.7.2 conductores subterráneos de la resolución 90708, RETIE agosto 30 de 2013, del número de tendidos verticales de ductos que determine el diseño de la red y los diámetros de los ductos.

Tabla 3. Profundidades mínimas de enterramiento de redes de distribución subterráneas



Tensión fase – fase (V)	Profundidad Ducto (m)	Profundidad conductor enterramiento directo (m)
Alumbrado público	0,50	0,50
0 a 600	0,60	0,60
601 a 34500	0,75	0,95
34501 a 57500	1,00	1,20

Observaciones:

- Con respecto a canalizaciones de servicios de gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, etc., debe tenerse una distancia no menor de 0,20 m a partir del borde externo del ducto. Si tal distancia no puede ser mantenida, debe separarse en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos resistentes al fuego y al arco eléctrico de por lo menos 0,05 m. de espesor.
- Debe evitarse al máximo la construcción de canalizaciones longitudinales sobre vías vehiculares.
- Cuando la canalización realice cruces sobre vías con tráfico vehicular, se debe atracar (empotrar) el (los) ducto (s) en concreto con una resistencia a la compresión no menor a 21 MPa., y con un espesor sobre el ducto no menor a 0,10 m para tensiones menores o iguales a 34500 V. Para tensiones superiores a 34500 V la profundidad mínima exigida será de 1,00 m en la cual no será necesario empotrar los ductos en concreto, sin embargo, se debe realizar una adecuada compactación del material de lleno de la zanja, cumpliendo con un porcentaje de compactación entre el 90 y el 95% del ensayo Próctor Modificado.
- Las canalizaciones en cruces de vía, en lo posible, y salvo casos excepcionales y debidamente documentados y justificados, debe ser perpendicular al eje de la vía, buscando con ello que el (los) ducto(s) invada lo menos posible la calzada, para evitar inconvenientes futuros con otro tipo de canalizaciones (acueducto, saneamiento, telecomunicaciones.)

4.3.6 Ancho de las zanjas o canalizaciones

Para determinar el ancho de la excavación de la zanja, es necesario tener en cuenta las dimensiones y cantidad de ductos y una distancia libre de 0,15 m entre la pared de la zanja y el arreglo del banco de

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 14 de 28

ductos. Dicha distancia con el fin de permitir la compactación manual del material de relleno. Lo anterior aplica para las tres ubicaciones (calzada, andén y zonas verdes).

El tendido máximo de ductos horizontales es de 4.

4.3.7 Pendiente mínima

Los ductos se colocan con pendiente mínima de 0,1% hacia las cámaras o cajas de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita el recubrimiento de relleno sobre el ducto.

4.3.8 Pendiente máxima

La pendiente máxima que se debe presentar en los bancos de ductos es de 30%.

4.3.9 Entresuelo y lecho para apoyo de los ductos

Una vez excavada y nivelada la zanja se procede a la construcción de una base en arenilla de un espesor mínimo de 0,05 m, con el fin de asentar los ductos en toda su longitud.

Si la zanja se efectúa con equipo mecánico (retroexcavadora), los últimos 0,20 m. de excavación se deben ejecutar manualmente con pica y pala.



Cuando la calidad del terreno en el fondo de la zanja no sea adecuada para la colocación de los ductos, se debe hacer (previa autorización de EPM) una sobre-excavación para colocar un lecho de material granular adecuado, compactado por métodos mecánicos o manuales. La máxima sobre excavación por suelo malo será de 0,40 m. y al finalizarla se debe compactar el fondo y proceder con el lleno citado hasta obtener la profundidad de norma. El mínimo espesor de la sobre-excavación es de 0,05 m que corresponde a la adecuación del fondo con arenilla en condiciones secas.

El entresuelo para lleno de la sobre-excavación puede estar constituido por arenillas, gravas naturales, o triturado, y debe estar libre de arcilla, materia orgánica, escombros y otros materiales extraños. La colocación se debe hacer por métodos mecánicos o manuales, en capas de 0,15 m de espesor máximo de material suelto. Cuando se utilice grava o triturado, éste se cubrirá con una capa de arenilla con un espesor mínimo de 0,05 m, la cual deberá penetrar completamente en los espacios dejados por la piedra.

El lecho de apoyo para los ductos debe estar constituido por arenilla, y debe estar libre de arcilla, materia orgánica, escombros y otros materiales extraños, dicha arenilla debe cumplir las siguientes características:

- Arenilla

La arenilla es un suelo grueso granular según la clasificación unificada de los suelos, es a menudo utilizada para llenos estructurales y para llenos de protección. Los dos anteriores usos exigen que el material esté libre de materia orgánica, arcilla, sales y de todo tipo de partículas deleznable.

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 15 de 28

La calidad de la arenilla está sujeta a lo siguiente:

- La gradación debe conformarse de acuerdo con los límites determinados por la relación indicada a continuación:

$$\frac{\% \text{ en peso que pasa el tamiz 200}}{\% \text{ en peso que pasa el tamiz 40}} = 0.65$$

- La fracción que pasa el tamiz 40 no debe tener un índice de plasticidad mayor de 6.
- La fracción que pasa el tamiz 200 no debe exceder el 30% del volumen de material tamizado.
- El porcentaje máximo de grumos de arcilla debe ser igual al 3% en peso y su determinación debe conformarse de acuerdo con la norma NTC 589, o en su defecto, con las especificaciones de la designación ASTM C142.
- El contenido de materia orgánica, definido por máximo color según la norma NTC 127, debe ser igual a 4.



4.3.10 Configuración del banco de ductos

Para ensamblar el banco de ductos, se pueden usar separadores plásticos, resistentes a la humedad y aptos para ser instalados en canalizaciones de redes de energía subterráneas, que permitan conformar el número de ductos que se requieran en el proyecto. Los separadores deben cumplir con la especificación técnica “ET-TD-ME03-33 Separador de ductos para redes eléctricas subterráneas” de epm.

En el caso de no usar los separadores de ductos, éstos se deben instalar en la zanja, garantizando mediante un alineamiento adecuado de los ductos y cumpliendo con una separación no menor de 0,05 m horizontalmente. En el sentido vertical los ductos se deben disponer de tal manera que los ejes verticales estén desplazados respecto al eje del tendido superior, guardando una separación mínima de 0,10m vertical entre cada tendido de ductos.

Para el uso de banco de ductos se tendrá en cuenta en primer lugar los niveles de tensión, siendo el nivel de tensión más alto el que se disponga en la parte inferior del banco de ductos, adicionalmente la utilización del banco de ductos se hará desde el tendido más bajo hacia arriba, tratando de dejar los ductos de reserva en la parte superior.

Una vez instalados los ductos, las zanjas deben ser llenadas y compactadas acorde con su ubicación (calzada, andén, zona verde).

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 16 de 28

4.3.11 Material de lleno compactado

Se debe emplear afirmado para la compactación a realizar sobre la arenilla.

Sobre las vías la capa de material de base para el pavimento debe ser afirmado compactado o sub-base según las Especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), y debe tener un espesor igual al existente o mínimo de 0,30 m de acuerdo con las características de la vía. (Este espesor debe ser definido con la interventoría de acuerdo con las recomendaciones técnicas de la Secretaría de Obras Públicas del Municipio).

En canalizaciones cruzando zonas verdes, la capa a compactar sobre la arenilla será de material proveniente de la excavación compactado en capas máximo de 0,15 m de espesor, y en la parte superior se debe reponer el engramado o el material similar al existente previo a la excavación de la zanja.



En canalizaciones sobre andenes, será tendida sobre la arenilla, una capa de material proveniente de la excavación (en capas máximo de 0,15 m), y encima de ésta una capa de entresuelo en piedra seleccionada de 0,15 m de espesor. Cuando se tenga un andén en acabado especial, sobre el concreto se deberá construir el acabado igual al existente, cuidando que en la parte superficial quede una capa de arenilla compactada y sobre ella la reposición del material existente del andén (o en su defecto se debe usar un concreto de 21 MPa).

En las normas RS1-003 a RS1-020 se muestran las configuraciones de ductos, los materiales de lleno para las diferentes zonas (vía, andén y zona verde)

El material de base para canalizaciones por vías es afirmado compactado o sub-base tipo INVÍAS que debe cumplir con ensayos de densidad mínimo del 95%. Es un suelo granular, generalmente de color amarillento, gris, verdoso o azulado, de corriente uso en llenos estructurales y de protección, bases, sub-bases para pavimentos, drenajes y filtros.

Deberá estar libre de materias orgánicas, arcilla, sales y de todo tipo de partículas deleznable y cumplir además con lo siguiente:

- a) La resistencia de desgaste en la máquina de los ángeles no excederá el 50% del volumen del material ensayado y deberá conformarse de acuerdo con la norma ICONTEC 98.
- b) En las gravas trituradas no menos del 50% en peso de las partículas retenidas por el tamiz 10, deberán presentar como mínimo una cara fracturada.
- c) El porcentaje que pase por el tamiz 200 será siempre menor del 50% del porcentaje que pasa el tamiz 40.
- d) El límite líquido de la fracción que pasa el tamiz 40 será menor del 25%.
- e) El índice de plasticidad de la fracción que pasa el tamiz 40 será menor de 4.
- f) El porcentaje máximo de grumos de arcilla será igual a 0.25% en peso y su determinación deberá conformarse de acuerdo con la norma ICONTEC NTC 589.

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0		
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 17 de 28

- g) El límite máximo de partículas blandas para los gruesos del material, será igual al 5% en peso y se determinará de acuerdo con la norma ICONTEC NTC 183.

4.3.12 Aviso sobre canalización eléctrica a lo largo de la misma

Para avisar a constructores, urbanizadores o toda persona que efectúe perforaciones en vías, andenes y zonas verdes, sobre la existencia de canalización eléctrica, se tenderá una cinta o banda plástica, a lo largo de la misma entre veinticinco (25) cm. y treinta (30) cm. por encima del (los) borde(s) superior del ducto más cercano al nivel de piso acabado.

La cinta debe ser de color rojo con un ancho de 25 cm, con letras y símbolo del rayo eléctrico dentro de un triángulo equilátero en color negro con la frase de “PELIGRO ALTA TENSIÓN”. Los símbolos deben ir separados a lo largo de la cinta cada 25 cm.

Con ello se pretende evitar accidentes por perforación de ductos, sobre todo en aquellos casos en que se emplee equipo mecanizado para reparación de vías.

El diseño de la cinta se encuentra incluido dentro de la Norma RS5-010.



Figura 1. Símbolo para aviso sobre canalización eléctrica

4.3.13 Acabado sobre vías

La reposición de zonas pavimentadas que se deterioren por la construcción de canalizaciones deberá ejecutarse de acuerdo con las especificaciones dadas por la Secretaría de Obras Públicas del respectivo municipio o el organismo encargado y cumpliendo con los decretos municipales vigentes.

4.3.14 Terminación en cámaras y/o cajas

En la llegada de los ductos a las cámaras de registro serán empleados adaptadores terminales tipo campana, cuando no pueda hacerlo coincidentalmente en la campana natural de fábrica que posee el ducto o hacer un emboquillado de aproximadamente 0,05 m de profundidad y 45 grados de inclinación a

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada		PÁGINA: 18 de 28

la llegada del ducto o banco de ductos.

En ningún caso el ducto terminará directamente en la embocadura a la cámara.

Antes de tender los conductores, los ductos deberán ser sellados provisionalmente empleando tapones adecuados al diámetro del ducto. Adicionalmente, deberán limpiarse cuidadosamente los ductos que vayan a ser empleados en la canalización. Los ductos de reserva permanecerán sellados en cada una de las cámaras y/o cajas construidas.

4.3.15 Disposición de ductos entre la última cámara y la subestación



La canalización entre la cámara final de la red de distribución primaria subterránea para edificaciones se construirá de tal forma que cuando haya canalización de ingreso y canalización de salida de la red hacia y desde la subestación, las mismas serán tendidas de tal forma que vistas desde la parte superior, los dos ductos del extremo derecho sean ocupados por las redes de entrada y salida y los dos del extremo izquierdo sean de reserva, tanto para red secundaria que pueda ser derivada de la subestación interior, como de una red primaria adicional.

En éste caso la totalidad de empalmes y derivaciones se efectuarán dentro de la subestación, con la total comodidad y amplitud que la misma debe brindar y las dimensiones de la misma se deben analizar de tal manera que acojan plenamente tales exigencias.

Cuando únicamente se requiere ingresar, con derivación en "T" en la cámara, el acceso a la subestación se hará empleando uno de los ductos centrales.

4.3.16 Otras consideraciones sobre las canalizaciones

- a) Los cambios de dirección en el plano horizontal y vertical se harán a través de cámaras y/o cajas, dependiendo del nivel de tensión considerado. Los cambios de dirección sólo se pueden realizar a noventa grados (90°).
- b) Al ducto no se le debe aplicar una curvatura superior a la permitida por la condición natural del material, es decir, no se le debe generar esfuerzos mecánicos indebidos o generarle la curvatura por medios artificiales tales como el calentamiento del tubo.
- c) Los ductos para energía deberán ser independientes de los ductos de los otros sistemas o estructuras (teléfono, y operadores telemáticos,).
- d) Las rutas de la canalización para las redes de Nivel de tensión 1 deben ir lo más próximas al paramento de las edificaciones. Al tanto que niveles superiores de tensión deberán ir sobre el andén, lo más próximo posible al bordillo de este.
- e) La unión de ductos será por medio de acoples en tal forma que no queden escalones entre uno y otro tramo. Se debe evitar el uso de materiales que puedan penetrar al interior de los ductos, formando protuberancias que al solidificarse puedan causar daño a los cables.
- f) Los ductos que atraviesan los muros de un edificio, deben estar provistos de sellos que eviten la entrada de gases o líquidos al edificio.



ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0		
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 19 de 28

- g) Los ductos a la entrada de cajas o recintos deben quedar en terreno compactado o quedar soportados adecuadamente para evitar esfuerzos cortantes en los mismos.
- h) No deben existir curvas, horizontales o verticales, en los ductos entre una cámara y otra, conservando así el radio de curvatura adecuado. El radio de curvatura mínimo permitido es de 15 veces el diámetro del conductor, si esto no se pudiera cumplir se hace necesario la instalación de una cámara y/o caja de inspección.
- i) Cuando los ductos se crucen con alguna fuente de calor, será indispensable colocar entre ellos una barrera térmica adecuada.
- j) Se debe evitar que los ductos pasen por terrenos inestables.
- k) Las canalizaciones que impliquen cruces de vías se deben realizar preferiblemente en las esquinas.

Para consultar con más detalle las estructuras típicas de canalización para los diversos niveles de tensión se recomienda consultar el grupo 1 de normas subterráneas de las Empresas Públicas de Medellín, el cual queda definido de la siguiente manera:

Tabla 4. Normas para la canalización de redes de energía subterráneas

GRUPO 1	
NORMAS PARA LA CANALIZACION DE REDES DE ENERGIA	
RS1-001	Secuencia de una canalización
RS1-002	Acometida Subterránea domiciliaria
RS1-003	Baja tensión 2 ductos ϕ 88 (3")
RS1-004	Baja tensión 3 ductos ϕ 88 (3")
RS1-005	13.2 kV - 2 Ductos ϕ 150 (6")
RS1-006	13.2 kV - 3 Ductos ϕ 150 (6")
RS1-007	13.2 kV - 4 Ductos ϕ 150 (6")
RS1-008	13.2 kV - 6 Ductos ϕ 150 (6")
RS1-009	13.2 kV - 8 Ductos ϕ 150 (6")
RS1-010	13.2 kV - 9 Ductos ϕ 150 (6")
RS1-011	13.2 kV - 12 Ductos ϕ 150 (6")
RS1-012	13.2 kV - 16 Ductos ϕ 150 (6")
RS1-013	44 kV - 4 Ductos ϕ 100 (4")
RS1-014	44 kV - 9 Ductos ϕ 100 (4")
RS1-015	Centro Parrilla - 3 Ductos ϕ 100 (4") - 2 Ductos ϕ 150 (6")
RS1-016	Centro Parrilla - 3 Ductos ϕ 100 (4") - 4 Ductos ϕ 150 (6")
RS1-017	13.2 kV - 44 kV - 2 Ductos ϕ 150 (6") - 4 Ductos ϕ 100 (4")
RS1-018	13.2 kV - 44 kV - 3 Ductos ϕ 150 (6") - 4 Ductos ϕ 100 (4")
RS1-019	13.2 kV - 44 kV - 4 Ductos ϕ 150 (6") - 4 Ductos ϕ 100 (4")
RS1-020	13.2 kV - 44 kV - 6 Ductos ϕ 150 (6") - 4 Ductos ϕ 100 (4")

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 20 de 28

4.4 CAJAS

Se deben construir cajas como máximo cada 80 m en línea recta, en los cambios de dirección o de pendiente contraria, en las transiciones de tipos de cables, en cruce de vías, en las conexiones de cargas o equipos, en las transiciones aéreas-subterráneas y en las derivaciones, siempre y cuando no existan causas debidamente justificadas que exijan una distancia superior, las cuales quedarán asentadas en las memorias de cálculo.

Para el correcto uso de las normas para cajas y tapas se define la siguiente tabla con indicaciones de orden eléctrico para alcanzar dicho fin.

Tabla 5. Uso de cajas para la red de distribución



KVA	Nº ACOMETIDAS	Nº MAXIMO DE EMPALMES	NORMA A UTILIZAR
<100	DE 1 - 3	9	RS3-002
≥100 , ≤150	DE 4 - 6	18	RS3-003
>150	> 6	>18	RS3-005

Notas:

- Cada derivación debe usar un empalme individual.
- Para conductores hasta 4/0 la tabla es válida, para calibres superiores según proyecto.

Consideraciones de uso para las cajas de la red de distribución eléctrica:

- En las cajas de inspección, no podrán cruzar redes de telecomunicaciones, acueducto, alcantarillado, redes contra incendio u otras diferentes a las de energía.
- En las cajas de inspección para las redes secundarias, no podrán cruzar instalaciones de uso final, tales como alumbrado de las áreas comunes para unidades cerradas, o alimentadores de agua debajo de la medida.
- Cuando una caja de inspección se encuentre instalada en una zona de tráfico vehicular, la caja de inspección debe ser construida acorde a lo especificado en la norma RS3-004.
- En los cruces de vías vehiculares, en ambos lados del cruce, se deberá instalar cajas de inspección según norma RS3-003.
- Las cajas de inspección en lo posible deben quedar instaladas en los linderos de los predios, a fin de evitar que las mismas queden localizadas en los ingresos para vehículos.
- En los lugares con alto nivel freático, deberá garantizarse el drenado del agua en las cajas de inspección.

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 21 de 28

- g. Los ductos de entrada y salida de los alimentadores en las cajas de inspección, deberán ser instalados en caras diferentes al interior de la caja, buscando garantizar el cumplimiento de los radios de curvatura en los cables, además de facilitar las labores de alambrado y halado de los cables.
- h. Los ductos deben ser instalados en el centro de la cara en el interior de la caja, mirados transversalmente.
- i. Las tapas de las cajas de inspección deberán cumplir con las exigencias contenidas en la norma RS4-001.
- j. Queda terminantemente prohibido compartir las cajas con otros servicios sin previa concertación con EPM.

4.4.1 Materiales de las cajas

Las cajas para las redes eléctricas subterráneas pueden ser construidas utilizando bien sea concreto reforzado, o empleando bloques de concreto.

4.4.1.1 Cajas de concreto reforzado

El concreto que vaya a ser empleado para la construcción de las cajas debe tener una resistencia a la compresión de 28 MPa.

El espesor de los muros de concreto depende directamente de las dimensiones internas requeridas para la caja y de la ubicación de la misma (andén, zona verde o vía). En las normas de EPM RS3-001 a RS3-005, se presentan las dimensiones de las cajas y los espesores de los muros de concreto.



En la norma de EPM: NC-MN-OC07-01 Concretos, se establecen las especificaciones que debe cumplir el concreto en la construcción de las cajas.

Con respecto al acero de refuerzo, se deben seguir las indicaciones de las normas RS3-001 a RS3-005 en cuanto a los recubrimientos libres, diámetros de doblaje de las barras, longitudes de anclaje y de traslape, y todos los demás detalles de figuración aplicables.

En la norma de EPM: NC-MN-OC07-07, se establecen las especificaciones técnicas que debe cumplir el acero de refuerzo para la construcción de las cajas.

4.4.1.2 Cajas conformadas por bloques de concreto

Las dimensiones nominales de los bloques de concreto que se usen para las cajas deben ser de 0,40 m x 0,20 m x 0,15 m. La colocación de los bloques en las diferentes hiladas debe ejecutarse con la “traba” que figura en los esquemas de las normas RS3-001 a RS3-0006. El mortero de pega debe tener una

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 22 de 28

relación 1:4.

Durante la construcción de los muros de las cajas y a medida que el mortero de pega y el relleno de los bloques vaya fraguando, se deben rellenar los contornos de la caja con arenilla apisonada.

4.4.1.3 Material de lleno y filtro de las cajas

Durante la construcción de los muros de las cajas y a medida que el mortero de pega y el relleno de los bloques vaya fraguando, se deben rellenar los contornos de la caja con arenilla apisonada.

Los llenos al respaldo de los muros, se deben ejecutar de manera tal que no se pongan en peligro la integridad y la estabilidad de la estructura, esto quiere decir que si los muros son de concreto, se debe permitir que dicho material fragüe y alcance una resistencia adecuada antes de realizar los llenos; y si los muros son en bloque, se debe esperar el fraguado del mortero de pega y del relleno de los bloques, antes de realizar la compactación del material perimetral.

Los llenos laterales de la caja se deben realizar con material de préstamo o material seleccionado de la excavación, compactados por métodos manuales o mecánicos. En la norma RS0-002 se presentan los criterios que se deben tener en cuenta en la realización de este tipo de llenos.

Los materiales del lleno deben extenderse en capas horizontales y espesor uniforme de que permita obtener el grado de compactación adecuado.



Se debe proveer a la caja en el fondo de la misma de una capa de material granular filtrante con un espesor aproximado de 0,10m. El filtro debe ser un material granular, conformado por cascajo suelto, no meteorizado, libre de bolsas de arcilla, partículas orgánicas, escombros u otros.

4.4.2 Prueba del rodillo

La prueba del rodillo debe realizarse entre 2 cajas o cámaras, y consiste en pasar un pescante al cual se le amarra una manila, seguidamente a la manila se le amarra un rodillo del diámetro interno del ducto y se tira de éste hasta pasar entre cajas o cámaras. El rodillo puede ser metálico o en caucho.

4.4.3 Tipos de cajas



A continuación, se presentan los diferentes tipos de cajas que se usan en las redes eléctricas subterráneas, y adicionalmente se muestra la norma respectiva en la que se dan los detalles constructivos de cada una de ellas:

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0		
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 23 de 28

GRUPO 2	
CAJAS PARA LA RED DE DISTRIBUCION	
RS3-001	Caja de unión para Alumbrado Público
RS3-002	Caja de unión para la Red de Distribución Eléctrica.
RS3-003	Caja de Distribución en andén.
RS3-004	Caja de distribución para instalación en vías y zonas de tráfico vehicular.
RS3-005	Caja para salida de circuitos a 13.2 kV.
RS3-006	Caja para salida de circuitos a 44 kV.

4.4.4 Acometida

- a) De cada caja podrán tomarse el número de acometidas estipulado en la Tabla 5 *Uso de cajas para la red de distribución*, que alimentarán igual número de viviendas o inmuebles, todas ubicadas adyacentes a la caja. Las viviendas ubicadas al frente de éstas y separadas por una vía de cualquier especificación, exigirán construcción de canalización perpendicular al eje de la vía y caja a ambos lados de dicha vía, con las mismas especificaciones iniciales.
- b) Toda acometida subterránea, que sale de la caja hacia el usuario de servicio, se canalizará en tubería de 1" PVC tipo II grado I alto impacto, para los edificios de propiedad horizontal o condominios y, en general, para las unidades inmobiliarias cerradas, el diámetro de la tubería o ducto se calculará con base en la cantidad y calibre de los conductores utilizados, siempre teniendo en cuenta un área libre no inferior al 60% del ducto.
- c) La tubería no deberá tener más de dos (2) curvas en todo su trayecto. La profundidad mínima será 0,60 m. respecto a la rasante del terreno.
- d) La distancia mínima entre el piso de la caja y la parte inferior del ducto o banco de ductos será de 0,20 m.

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 24 de 28

4.5 CÁMARAS

Se deben construir cámaras como máximo cada 80 m en línea recta, en los cambios de dirección o de pendiente contraria, en las transiciones de tipos de cables, en cruce de vías, en las conexiones de cargas o equipos, en las transiciones aéreas-subterráneas y en las derivaciones, siempre y cuando no existan causas debidamente justificadas que exijan una distancia superior, las cuales quedarán asentadas en las memorias de cálculo.

Se distinguen 4 tipos de cámaras para las redes subterráneas de media tensión.

4.5.1 Cámaras de paso o inspección

Son cámaras que deben ser construidas donde el alineamiento cambia de dirección o pendiente, o máximo cada 80 m en línea recta, respetando el valor mínimo de pendiente, salvo exigencias que obliguen a una mayor distancia (cruce de avenidas), las cuales deben quedar asentadas en las memorias de cálculo.

Para la correcta utilización de las cámaras se sugiere guiarse por medio de la siguiente tabla:

Tabla 6. Uso de cámaras de paso o inspección



Total ductos de la canalización	Cámara de paso (2 accesos)	Cámara cambios de dirección a 90° (3 accesos)	Cámara de cangrejos (4 accesos)
2 a 4	RS3-007	RS2-003	RS2-005
6 a 9	RS2-001		
>9	RS2-002	RS2-004	RS2-006

Nota:

La norma RS3-007: CAJA MT DE PASO O INSPECCION, se considera adecuada su utilización como cámara de paso o inspección.

4.5.2 Cámaras de empalme o derivación

Son aquellas que se deben construir para sitios donde se pueden efectuar empalmes premoldeados de entrada y salida, en derivación. Esta cámara tiene la particularidad de tener un lado recto el cual se utiliza como soporte para la correcta instalación de los barrajes para las acometidas necesarias. Aquel lado recto se debe disponer hacia el paramento de la edificación, esto con el fin de proveer unas condiciones óptimas de operación a la hora de hacer accionamientos de los equipos por medio de

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 25 de 28

pértigas.

Se disponen de dos normas para la cámara de derivación dos acometidas, las cuales son:

Cámara de derivación de 2 acometidas, tipo 1	RS3-008
Cámara de derivación de 2 acometidas, tipo 2	RS2-007

4.5.3 Cámaras para equipos

Son aquellas donde se instalan equipos de maniobra y transformadores subterráneos. En la siguiente tabla se presenta el código de la norma de construcción para dicha cámara:

Cámara para transformador sumergible	RS2-008
--------------------------------------	---------

4.5.4 Cámaras especiales



Estas cámaras se realizan mediante un diseño especial y son utilizadas para más de un transformador o equipo, o dada la imposibilidad en campo de obtener el espacio necesario para la instalación de una cámara con las dimensiones y configuración geométrica definida, se especifican tres normas para salvar dichas eventualidades, en donde se estipulan unos criterios básicos de orden civil conservando los lineamientos de las normas de construcción para las cámaras regulares.

4.5.5 Otras consideraciones

- Las cámaras de equipo y las cámaras especiales deben ser ubicadas fuera de áreas de circulación vehicular.
- No se admiten en ningún caso contactos entre las instalaciones de ductos o de protecciones metálicas de otros servicios, como tubos de agua, combustible, gas, etc.
- Se recomienda evitar acercamientos a menos de 30 cm y colocar los dispositivos necesarios de aislamiento físico y eléctrico con ductos de otros servicios.
- Se deben conectar a tierra todas las piezas metálicas.
- Las cámaras de paso, inspección y empalme se deben ubicar preferiblemente en andenes o zonas verdes.

Adicionalmente, todas las cámaras enunciadas deben tener las siguientes características:

- Fácil acceso para efectos de inspección y mantenimiento.
- Desagüe adecuado al tipo de cámara y tipo de terreno.
- Tapas resistentes al paso regular de peatones y/o vehículos según el caso.

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0		
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR		
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 26 de 28

- Una separación mínima de 0,60 m. entre el piso de la cámara y la pared inferior del ducto más bajo.
- El material de construcción de cámaras debe ser tal que satisfaga pruebas de resistencia mecánica en todos los casos.
- Las cámaras de equipo y especiales tendrán la ventilación adecuada.
- Si en el terreno se tienen problemas con el nivel freático, se exigirá el fondo de concreto con sifón para desagüe de 6".
- Todas las cámaras deberán llevar ménsulas y/o bandejas portacables para trabajo pesado con el fin de sostener el cable o los elementos premoldeados.

4.5.6 Desagüe de las cámaras

Se debe construir un pozo de infiltración al interior de la caja (en ningún caso se debe construir un pozo de inundación o de achique), su geometría debe ser como se indique en la norma de construcción respectiva, al cual se le debe proveer una capa de material granular filtrante, conformado por cascajo suelto, no meteorizado, libre de bolsas de arcilla, partículas orgánicas, escombros u otros; además el tamaño máximo del material no debe exceder una tercera parte del espesor de la capa. Adicionalmente, la superficie del material granular debe quedar al mismo nivel de la losa de piso, para evitar accidentes del personal de operación y mantenimiento.

4.6 TAPAS



Las tapas para cajas y cámaras, se distinguen por su tipología de uso, tapas para instalación en zonas verdes y andenes, tapas para zonas de tráfico vehicular y se incursiona con una normalización para el uso de tapas de material polimérico.

Existen en total 6 tipos de tapas para la infraestructura de la red subterránea, las cuales son asociadas con el tipo de caja/cámara a la cual servirán.



Generalmente todas las cámaras están diseñadas para su operación con un ingreso tipo MH (Man hole), a excepción de la cámara/caja de derivación la cual posee una tapa metálica que permite una operación exterior por medio del uso de pértigas.

Para las tapas de la caja/cámara de derivación, y para las rejas para las cámaras de transformador y switch, se exigirá la galvanización de todos los elementos constitutivos. Propendiendo por una mayor vida útil.

Para consultar con más detalle las estructuras típicas de canalización para los diversos niveles de tensión se recomienda consultar el grupo 4 de normas subterráneas almacenado en la página web de las Empresas Públicas de Medellín, el cual queda definido de la siguiente manera:

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 27 de 28

GRUPO 4	
TAPAS PARA CAJAS Y CÁMARAS	
RS4-001	Tapas para cajas RS3-001, RS3-002, RS3-003, RS3-005 Y RS3-006 (zona verde o anden)
RS4-002	Tapa para cajas RS3-004, RS3-005 Y RS3-006 (tráfico vehicular)
RS4-003	Tapa circular (MH) para cámara.
RS4-004	Tapa para cámara de derivación.
RS4-005	Rejas para ventilación en cámaras de energía.
RS4-006	Realce de cuello en cámaras de energía.
RS4-007	Norma para la construcción y operación de tapas en material compuesto para cámaras.
RS4-008	Tapas en material compuesto para cámaras subterráneas.

ENERGÍA	REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	RS0-002	REV. 0
	INFORMACIÓN GENERAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: JAAR
		APROBÓ: LFAG	FECHA: 26/04/2018
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 28 de 28