

**PROTOCOLO PARA EL DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE REDES  
TELEMÁTICAS E INSTALACIONES EN EL ESPACIO PÚBLICO DEL SECTOR  
DE CHAPINERO BOGOTÁ**

**NATALIA JULIETH GÓMEZ MORENO  
FABIAN LEONARDO GERENA PÁEZ**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTA DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
BOGOTÁ  
2020**

**PROTOCOLO PARA EL DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE REDES  
TELEMÁTICAS E INSTALACIONES EN EL ESPACIO PÚBLICO DEL SECTOR  
DE CHAPINERO BOGOTÁ**

**Natalia Julieth Gómez Moreno**

**Fabian Leonardo Gerena Páez**

**Trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil**

**Docente asesor**

**Ingeniero Javier Valencia Sierra**

**Universidad Católica de Colombia**

**Faculta de Ingeniería**

**Programa de Ingeniería civil**

**Proyecto de investigación**

**Bogotá**

**2020**



La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución 2.5 Colombia (CC BY 2.5)**  
Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/co/>

#### Usted es libre de:

- Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas
- hacer un uso comercial de esta obra



#### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Bogotá, 20, Enero, 2021**

## **Agradecimientos**

Expresamos nuestra gratitud a la Universidad Católica de Colombia por su orientación en formar profesionales íntegros, también queremos agradecer a nuestro docente asesor el Ingeniero Javier Valencia quien con sus conocimientos y apoyo nos guio para alcanzar los resultados, por ultimo a todos los docentes por brindarnos las herramientas para llevar a cabo esta investigación.

## **Dedicatoria**

*Dedicado a mi novia Natalia Gómez como mi mayor motivación en mi vida, fue el ingrediente perfecto para poder lograr alcanzar esta victoria, el poder haber culminado esta tesis con éxito y poder disfrutar del privilegio de ser agradecido, ser grato con esa persona que se preocupó por mí en cada momento y que siempre quiso lo mejor para mí.*

*Te agradezco por tantas ayudas y tantos aportes no solo para el desarrollo de mi tesis sino también para mi vida.*

*A mis papas y hermanos quienes estuvieron en constante apoyo tanto económico como emocional. A mi compañero y novio sin él no hubiese podido llevar a cabo este trabajo investigativo, por estar siempre a mi lado enviándome buena energía amor e ideas.*

## Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. ESTADO DEL ARTE.....	14
3. ANTECEDENTES.....	15
4. JUSTIFICACIÓN.....	16
5. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
6. MARCO DE REFERENCIA .....	19
6.1 MARCO NORMATIVO .....	19
6.2 MARCO CONCEPTUAL .....	23
6.3 MARCO POBLACIONAL.....	24
6.4 MARCO GEOGRÁFICO.....	26
7. OBJETIVOS.....	27
7.1 OBJETIVO GENERAL .....	27
7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
8. ALCANCE .....	28
9. LIMITACIONES.....	29
10. METODOLOGÍA.....	30
10.1 METODOLOGÍA GENERAL .....	30
10.2 METODOLOGÍA ESPECÍFICA.....	31
11. NORMATIVA .....	32
12. PROYECTOS Y PROTOCOLOS CONSTRUCTIVOS EXISTENTES.....	35
12.1 PROYECTOS INTERNACIONALES .....	35
12.2 PROTOCOLOS INTERNACIONALES.....	38
12.3 PROTOCOLOS LOCALES .....	42
12.3.1 Infraestructura pasiva.....	42
12.3.2 Procedimiento constructivo – UNE.....	43
12.3.3 Procedimiento constructivo – EPM.....	44
12.4 PROYECTOS DE SUBTERRANIZACIÓN LOCALES.....	45
13. PROPUESTA DE PROTOCOLO.....	47
13.1 DEFINICIONES TÉCNICAS .....	47
13.2 REPLANTEO Y DISEÑO .....	48

13.3	ORDEN DE TRABAJO.....	50
13.4	PRELIMINARES DE LA OBRA.....	50
13.4.1	Señalización.....	50
13.4.2	Canalizaciones.....	52
13.4.3	Localización.....	53
13.4.4	Ubicación.....	53
13.5	GENERALIDADES.....	54
13.6	CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES SEGÚN EL TIPO DE MATERIAL .	55
13.7	ESPECIFICACIONES PARA DUCTOS.....	56
13.8	OBRAS PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA EXCAVACIÓN .....	57
13.9	PUESTA DE DUCTOS Y TUBOS.....	58
13.9.1	Colocación del ducto en PVC .....	58
13.9.2	Colocación tritubo.....	59
13.9.3	Colocación del subducto.....	59
13.9.4	Colocación de hierro galvanizado.....	60
13.9.5	Colocación de ductos en canalizaciones de acometida.....	60
13.10	RELLENOS EN ZONAS URBANAS.....	60
13.11	RE-PAVIMENTACIONES EN ZONAS URBANAS.....	61
13.12	TIPO DE PERFORACIONES .....	62
13.12.1	Perforación Horizontal.....	62
13.12.2	Perforación Dirigida.....	65
13.13	EQUIPO DE CORTE .....	67
13.14	NORMAS DE SEGURIDAD.....	68
13.15	RELLENOS ESTRUCTURALES.....	69
13.15.1	Perfiles para la canalización de ductos.....	70
13.16	ACABADOS Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS .....	72
13.17	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS .....	72
13.17.1	Distancia entre cámaras.....	72
13.17.2	Tipos de cámaras.....	72
13.17.3	Construcción de cámaras.....	76
13.17.4	Reforma de cámaras.....	77
13.18	ACEPTACIÓN DE LA OBRA.....	78



14.	COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA .....	79
14.1	COMPARTIR INFRAESTRUCTURA EN LA LOCALIDAD DE CHAPINERO.....	81
15.	PROPUESTA DE NORMA PARA ESTANDARIZAR PROTOCOLO CONSTRUCTIVO EN REDES TELEMÁTICAS .....	84
15.1	DIAGNOSTICO NORMATIVO .....	84
15.2	PROPUESTA SOBRE NORMATIVIDAD .....	84
16.	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	86
17.	COMPARATIVO TÉCNICO .....	87
18.	COMPARATIVO ECONÓMICO.....	90
19.	RECOMENDACIONES .....	92
20.	CONCLUSIONES.....	93
21.	BIBLIOGRAFÍA .....	95
22.	ANEXOS.....	99

## Imágenes

Imagen 1 Carrera 15 con calle 90, barrio chico norte .....	17
Imagen 2 Mapa estratificación chapinero Bogotá .....	24
Imagen 3 Indicadores demográficos.....	25
Imagen 4 Localización chapinero Bogotá.....	26
Imagen 5 Metodología general .....	30
Imagen 6 Normas existentes .....	32
Imagen 7 Zanja abierta .....	35
Imagen 8 Corte de pavimento.....	36
Imagen 9 Vista de la red de infraestructura subterránea .....	37
Imagen 10 Tres cables de alimentación separados, expuestos a través de una excavación hidráulica .....	41
Imagen 11 Norma para redes subterráneas canalización de redes de energía baja tensión .....	44
Imagen 12 Plano postes y cajas, calle 63 .....	45
Imagen 13 Canalización, calle 63.....	46
Imagen 14 Plano canalización Telmex.....	49
Imagen 15 Perforación horizontal .....	62
Imagen 16 Puesta de tubería.....	64
Imagen 17 Perforación dirigida .....	65
Imagen 18 Cortadora de piso a gasolina.....	67
Imagen 19 Cortadora de piso con disco.....	67
Imagen 20 Perfiles tipo perforación .....	70
Imagen 21 Perfiles tipo excavación y armario.....	71

## Tablas

Tabla 1 Infraestructura pasiva .....	42
Tabla 2 Normas para el procedimiento de construcción de canalizaciones para redes de telecomunicaciones.....	43
Tabla 3 Cámara tipo F1 .....	73
Tabla 4 Cámara tipo 2F1 .....	73
Tabla 5 Cámara 0.50 x 0.50 metros .....	74
Tabla 6 Cámara Codensa sencilla.....	74
Tabla 7 Cámara Codensa doble .....	75
Tabla 8 Cámara Codensa vehicular .....	75
Tabla 9 Restricciones a la Compartición de Infraestructura en Colombia .....	80
Tabla 10 Resumen de las experiencias internacionales respecto a la fijación de precios de compartición.....	81
Tabla 11 Fórmulas para definir el rango de tarifa de remuneración por compartición de infraestructura .....	82
Tabla 12 Comparativo técnico .....	87
Tabla 13 Comparativo económico.....	90
Tabla 14 Presupuesto Proyecto Mérida .....	90
Tabla 15 Valor anual máximo de la remuneración por compartición de infraestructura eléctrica para la prestación de servicios de telecomunicaciones (2013 - 2019) .....	91

## **Anexos**

Manual técnico para el desarrollo constructivo de redes telemáticas e instalaciones en el espacio público del sector de Chapinero Bogotá .....	102
--	-----

## Glosario

**Adyacente:** Situado en la inmediación o proximidad de algo.

**Erráticas:** Liquido que se mueve sin rumbo fijo o sin asentarse en un lugar

**Apiques:** Excavaciones realizadas mediante métodos manuales, que permiten la observación directa del terreno a cierta profundidad.

**Asentamiento:** Lugar que ocupa cada pieza o cada material en una posición.

**Base:** Recta que se mide sobre el terreno y de la cual se parte en las operaciones geodésicas y topográficas.

**Subbase:** Es la capa de material agregado colocada en la subrasante, en la que se encuentra la capa del curso base.

**Bifurcaciones:** Desarrollo de un proyecto, tomando como base un que ya existe o a la ramificación de un proyecto madre en varios proyectos que son independientes entre sí.

**Compactación:** Aumento de la densidad del material que compone un terreno.

**Compartición:** Compartir elementos estructurales.

**Demolición:** Destrucción de un edificio u otra construcción.

**Desencofrado:** Desmantelamiento del encofrado que contiene el hormigón y que se realiza una vez que este haya endurecido.

**Emboquillado:** Preparar la entrada del tubo.

**Empalmes:** Juntar dos maderos, sogas, tubos u otras cosas, acoplándolas o entrelazándolas.

**Escariador:** Permite eliminar la porción de materia que sobresale en los bordes del tubo después de cortarlo.

**Formaleta:** Armazón de madera con que se construye una viga o cualquier pieza de cemento.

**Guijarros:** Piedra pequeña y redondeada a causa de la erosión que se encuentra generalmente a orillas de ríos y arroyos.

**Monoducto:** Tuberías polietileno de alta densidad (HDPE).

**Mortero:** Mezcla de diversos materiales, como cal o cemento, arena y agua, que se usa en la construcción para fijar ladrillos y cubrir paredes.

**Opacidad:** Falta de claridad o transparencia.

**Perforación:** Agujero que deja en un cuerpo algo que lo penetra o atraviesa.

**Polietileno:** El polietileno se emplea, entre otros usos, en la fabricación de envases, tuberías y recubrimientos de cable.

**Poste:** Elemento en madera o concreto, columna colocada verticalmente para servir de apoyo o de señal.

**Ducto:** Conducto, canal, tubería.

**Proctor Modificado:** Ensayo de control de calidad de la compactación de un terreno.

**Reflectiva:** Superficie lisa: Devolver la luz, el calor, el sonido o un cuerpo elástico

**Reglamento:** Conjunto ordenado de reglas o preceptos dictados por la autoridad competente para la ejecución de una ley, para el funcionamiento de una corporación, de un servicio o de cualquier actividad.

**Servidumbre:** Adquisición en materia de servicios públicos domiciliarios.

**Subterranizar:** Canalización de cable utilizado en las telecomunicaciones, conectándolo por ductos y cámaras en el subsuelo.

**Tritubo:** Recubrimiento que protege conductos telemáticos y eléctricos.

**Zanja:** Excavación larga y estrecha que se hace en la tierra con diversos fines, como echar los cimientos de un edificio y colocar tuberías

## 1. INTRODUCCIÓN

Es momento de generar cambios importantes para Colombia, la generación de profesionales de este siglo cuenta con mejores herramientas para realizar investigaciones que alcancen niveles elevados del conocimiento, pero aún no se logran avances históricos, se podría decir que es por falta de inspiración. En el año 1850 nació Federico Villarreal “El Newton del Perú”<sup>1</sup>, quien tuvo grandes aportes a la ciencia latinoamericana, realizó descubrimientos matemáticos, geográficos, sismológicos, físicos, astronómicos y lingüísticos, lo relevante de esto es la capacidad que tuvo para generar evolución y ampliar su campo de estudio siendo ingeniero civil.

Actualmente la mayoría de los países y sobre todo las grandes potencias del mundo se encuentran en un avance metodológico donde se busca construir ciudades inteligentes y amigables con el planeta, un ejemplo claro de esto son las ciudades de Luxemburgo o Dubái con capacidad de visualizar y analizar datos de manera masiva con múltiples aplicaciones tecnológicas de la industria, la economía, movilidad, medio ambiente, gobierno y seguridad, Colombia sin importar que sea un país en desarrollo, debe avanzar en esta nueva propuesta de mejora y esto conlleva a una gran oportunidad para los encargados de construir y organizar el espacio público que requiere de tiempo, que no es un proceso fácil y sencillo cuando se habla de una ciudad como Bogotá donde se cuenta con aproximadamente 8.000.000 habitantes y actualmente crece de manera exponencial, en el cual la mayoría del espacio público está diseñado sin pensar en equipo y en beneficio de todos, es de vital importancia crear un orden no solo para implementar belleza urbanística, sino para garantizar seguridad a los habitantes, el problema de esto es

---

<sup>1</sup>Basadre Jorge. Newton y El polinomio de Villareal. En: Ingeniería e ingeniería el blog de la ingeniería [en línea]. (20 feb., 2016). Disponible en: < <https://ingenieriaeingenieria.wordpress.com/2016/02/20/newton-y-el-polinomio-de-villareal/>> [citado en 13 de noviembre de 2020]

el cómo se haría, que es necesario para esto, cuáles son los beneficios, cuáles son los costos, y si realmente vale la pena.

Lo anterior hace referencia al actual documento el cual pretende plasmar una investigación detallada sobre la actualidad del sector de ingeniería civil y las telecomunicaciones involucrando la forma como está contemplada la revolución constructiva de una Bogotá inteligente (amigable con el medio ambiente y cómoda para sus habitantes); Se profundiza en el sector de chapinero, el cableado de Tecnologías de la Información y la Comunicación (T.I.C.), su construcción e instalación así como su correcta funcionalidad y esto necesariamente implica hablar de costos versus beneficios.



## 2. ESTADO DEL ARTE

“Los efectos del uso de las telecomunicaciones no solo benefician a los usuarios individualmente considerados y a los operadores, sino que benefician a la sociedad y la economía en general y; que un cierto nivel de organización en el desarrollo de la instalación de infraestructura es necesario para que esos beneficios se cumplan, por lo que las empresas están comprometidas con su cumplimiento”<sup>2</sup>.

La instalación de redes genera afectaciones de alto impacto en el espacio público pues la red de elementos físicos es necesaria de acuerdo con los requerimientos constructivos actuales.

El estado en el que se encuentra las redes de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (T.I.C.), hacen necesario la instalación de elementos físicos de malla, donde en gran medida depende de la proximidad, cobertura o ubicación del usuario, deben ser instaladas dentro del espacio urbano de las ciudades. La intervención abarca temas relacionados con la mimetización de infraestructura, su subterranización y en general todo lo que integra la definición de principios generales de mediación sobre el espacio público.

---

<sup>2</sup> Andrew, TN y D. Petkov. The need for a Systems thinking approach to the planning of rural telecommunications infrastructure. En: Political de telecommunications. Nashville, Tennessee. 2003. 27 p.

### 3. ANTECEDENTES

Durante los últimos años en Bogotá se discute sobre la conveniencia de subterranizar el cableado actual (aéreo). Dentro de esta discusión se tratan temas como la seguridad de la ciudad de Bogotá, su estética y se une el impacto financiero.

En el país y para la ciudad de Bogotá se han creado un conjunto de normas donde su objetivo es incentivar la estandarización de prácticas de instalación y construcción de tendido de cableado, buscando salvaguardar a las personas y los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el mal uso. Las resoluciones expedidas para tal fin son organizadas e implementadas por cada departamento del territorio nacional dependiendo de su planeación y necesidad en particular, por supuesto las normas que adoptan diseños técnicos pretenden mejorar la estética en cuanto a los cables de energía y transmisión de datos.

El Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T.) vigente establece que proveedores de servicios con infraestructura, como las de energía y telecomunicaciones, deben tener un 35% del total de sus redes subterráneas antes del 2019, pero no hay certeza del avance en dicho aspecto.

La Alcaldía de Bogotá presentó a principios de 2019 para su aprobación al Concejo donde se buscaba que en doce años el 60% de las redes eléctricas de la ciudad estén bajo tierra, con un valor aproximado de 4 billones de pesos, inversión que luego sería cobrada a los usuarios, previa autorización de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (C.R.E.G.).

Hoy en Bogotá existen alrededor de 550.000 postes ya ubicados, Codensa es propietaria de 400.000 y tiene en alquiler más del 50% a empresas de televisión y telecomunicaciones. Entre tanto Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá (E.T.B.), propietaria de otros 111.613 postes, afirma que no los alquila, porque no es su negocio.

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

Según cifras del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, en 2018 se registraron más de 75 muertes por mal uso de las redes eléctricas.

Para las empresas prestadoras de servicio telemático como Comcel en el último año presentaron más de 420 rupturas de cableado por manipulación de terceros en el cable aéreo, incendios en cámaras subterráneas y fallas por irregularidades en el cumplimiento de la normativa.

Localidades como Teusaquillo, Chapinero, Barrios Unidos, Engativá, Usaquén, entre otras, tienen en diferentes puntos cables que cuelgan sin la altura debida para garantizar la seguridad de los transeúntes.

La carrera 15 con calle 90 es uno de los primeros sectores intervenidos en la subterranización del cableado eléctrico y telemático, teniendo en cuenta que la alcaldía de Bogotá y las empresas prestadoras del servicio decidieron adoptar esta medida en sectores donde su impacto turístico y comercial sea mayor.

Imagen 1 Carrera 15 con calle 90, barrió chico norte



Fuente: Google Maps 2020.

Podemos observar en la Imagen 1 la mejora visual que se presenta después de realizar la intervención. Pero actualmente sectores con espacios más reducidos, mayor aglomeración de personas y con fallas recurrentes, como el sector de chapinero que no cuentan con estos avances constructivos.

## 5. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La distribución de cables de televisión y comunicaciones instaladas en Bogotá para el servicio del sector doméstico y empresarial ha crecido de manera significativa en los últimos años, generando un deterioro importante en el paisaje de la ciudad (problemas de contaminación visual) y seguridad en la población, además se ha presentado múltiples fallas en la prestación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (T.I.C.), ya que el cableado al estar expuesto corre riesgos de ruptura por cualquier factor externo.

Es necesario plantear una solución para disminuir los altos costos que representan la reparación y atención de dichas fallas, tanto a los proveedores del servicio como a los ciudadanos del común, actualmente se busca subterranizar el cableado por medio de conductos, pero esto implica una alta inversión por parte del gobierno y las empresas directamente afectadas.

Existe la posibilidad que simultáneamente las empresas sigan un protocolo en la instalación subterránea del cableado, que ayude a disminuir considerablemente los costos e implicaría menos invasión en el espacio público garantizando la solución a dicho inconveniente.

¿Cuál es el proceso más eficiente, económico y seguro que mejore el paisaje urbanístico, beneficie la ciudad y este acorde con el Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T.)?

## 6. MARCO DE REFERENCIA

### 6.1 MARCO NORMATIVO

De acuerdo con las referencias establecidas por los diferentes entes gubernamentales del país, su objetivo es determinar condiciones técnicas y constructivas para instalar las redes en espacio público.

La Ley 388 de 1997 “Ley de Desarrollo Territorial”<sup>3</sup>, se expide con el fin de permitir establecer que todos los municipios del territorio nacional desarrollen los Planes de Ordenamiento Territorial (P.O.T.), adicional permite garantizar el buen uso del suelo. En la Ley 555 del 2000 del Congreso de la República tiene como objeto establecer cuáles serán los reglamentos y principios ante la jurisdicción, para las entidades encargadas en la prestación de servicios de telecomunicaciones.

Ley 680 de 2001, promueve las sociedades con empresas extranjeras que no superen el 40% del total del capital de la empresa encargada de prestar los servicios de televisión.

El plan de desarrollo decretado por la Ley 1151 de 2007, permite un crecimiento económico de la sociedad de manera justa y con los medios necesarios e idóneos para tal fin.

Ley 1341 de 2009, es la encargada de la investigación, promoción, fomento y desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (T.I.C.), donde se involucran tanto los sectores públicos como privados.

Es importante mencionar la Ley 142 de 1994, que se aplica en todos los servicios públicos que llegan a los hogares legales como son acueducto, alcantarillado, gas luz y en la actualidad los servicios que mantiene comunicados a los colombianos.

---

<sup>3</sup> Congreso de Colombia. Ley 388 de 1997: Ley de Desarrollo Territorial. Bogotá: 1997. Capítulo 2, Artículo 5 Conceptos. p 2

La Ley 1421 de 1993, establece independencia de la ciudad de Bogotá y Cundinamarca, con respecto a gestionar sus propios intereses, siguiendo los lineamientos constitucionales y legales vigentes.

Decreto 2150 de 1995, reglamenta la libre competencia y la libertad económica, donde se dictamina que nadie podrá exigir estudios previos, sin autorización.

Para el caso de las personas encargadas de realizar el trabajo del tendido de cableado y exposición a los campos electromagnéticos, los cobija el Decreto 195 de 2005.

El Decreto 1469 de 2010 expedido por la Presidencia de la República, dictamina las licencias necesarias para construir en el espacio público, así como el papel que cumple el gobierno en una intervención.

El Artículo 30 de la Ley 143 del 11 de julio de 1994 (Ley Eléctrica), permite a las empresas eléctricas propietarias de redes de distribución, prestar el servicio de servidumbre para telecomunicaciones. Se entiende por telecomunicaciones la emisión, transmisión o recepción de signos, señales, imágenes, sonidos o informaciones de todas clases por hilo y medios ópticos.

La Resolución 011 de enero de 2013 expedida por la Secretaria Distrital de Planeación, tiene objeto adoptar las normas técnicas y urbanísticas para redes aéreas, subterráneas y portería de servicios públicos domiciliarios y las tecnologías de la información y las telecomunicaciones.

Artículo 2 de la Ley 1341 de 2009, establece que el estado debe promover el despliegue y uso de la infraestructura telemática. Se determinará que las entidades nacionales y territoriales están obligadas a tomar las medidas adecuadas, para facilitar el progreso y garantías que prevengan el uso correcto del patrimonio público.

El artículo 311 de la constitución política de Colombia, delega en los municipios la autoridad de definir el desarrollo de su territorio y establecer el uso adecuado del suelo en pro de mejorar la calidad de vida de la ciudad y asegurar el desarrollo.

En su momento, el artículo 55 de la Ley 1450 de 2011, por medio del cual se adoptó el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014, previó la accesibilidad a los servicios

de Tecnologías de la Información y la Comunicación (T.I.C.), como un derecho de los ciudadanos que debe ser protegido por las Entidades del Estado.

En el “Instructivo de operación para la utilización de postes y ductos de energía para redes de telecomunicaciones”<sup>4</sup>, se defiende las condiciones técnicas que deben cumplir las empresas telemáticas en el uso de las redes, se determina los lineamientos generales para acceder a la infraestructura (postes y ductos), el procedimiento para viabilidad de los proyectos telemáticos. En este instructivo se basan las instalaciones y supervisiones en la ciudad de Bogotá, pero es una norma propia de la empresa para el uso de adecuado y técnico sobre la servidumbre pactada en un contrato.

El gobierno de Colombia público el “Código de buenas prácticas para el despliegue de redes de comunicación”<sup>5</sup>, que busca definir las normativas adoptadas en los campos electromagnéticos y expresa los inconvenientes mínimos identificados en el despliegue de redes de comunicaciones, como la diferencia en las normas adoptadas por cada territorio generando barreras teóricas en los aspectos técnicos, afectado de esta manera la prestación de servicio.

Tomando como ejemplo la “Propuesta técnica-normativa para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones”<sup>6</sup>, muestra soluciones alternativas a los diversos temas con la instalación y uso de infraestructura para los servicios telemáticos. Alineado los procesos regulatorios y coordinando las políticas existentes en el territorio nacional.

En el “Análisis del Espacio Público”<sup>7</sup>, se propone que los espacios públicos sean sostenibles y aporten en aspectos sociales, económicos y ambientales, determinado el adecuado uso del suelo.

---

<sup>4</sup> ENEL CODENSA. Instructivo de operación no. 1719: Instructivo de operación para la utilización de postes y ductos de energía para redes de telecomunicaciones. Ed 1. Bogotá: 2018. 19 p.

<sup>5</sup> Comisión de Regulación de Comunicaciones. Código de buenas prácticas para el despliegue de redes de comunicación. Ed 1. Bogotá: agosto 2016. 80 p.

<sup>6</sup> Empresas Públicas de Medellín. Propuesta técnica-normativa para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones. Ed 1. Medellín: diciembre 2011. 179 p.

<sup>7</sup> Alcaldía Mayor de Bogotá. Política distrital del espacio público: Análisis del Espacio Público. Bogotá: 2018. 81 p.



En la revista “La necesidad de un enfoque del pensamiento sistemático para la planificación de la infraestructura rural de telecomunicaciones” título original “The need for a Systems thinking approach to the planning of rural telecommunications infrastructure”<sup>8</sup>, determina la importancia de todo el sistema en las telecomunicaciones y su complejidad, teniendo en cuenta una necesidad de identificar la problemática en el despliegue de la infraestructura. El autor enfatiza sobre los territorios rurales, por su importancia en la conectividad y el diseño temprano de las redes.

Teniendo en cuenta la importancia de alto costo que requiere actualmente estos tipos de proyectos, el autor Johannes M. Bauer en su artículo para revista SSRN Electronic Journal del 2009, expresa la importancia en muchos países de focalizar los apoyos a una mejor inversión e innovación de redes y servicios de comunicación avanzada, además el valor de instrumentos reglamentarios para estabilizar todos los aspectos técnicos.

---

<sup>8</sup> Andrew, TN y D. Petkov. The need for a Systems thinking approach to the planning of rural telecommunications infrastructure. En: Political de telecommunications. Nashville, Tennessee. 2003. 27 p.

## **6.2 MARCO CONCEPTUAL**

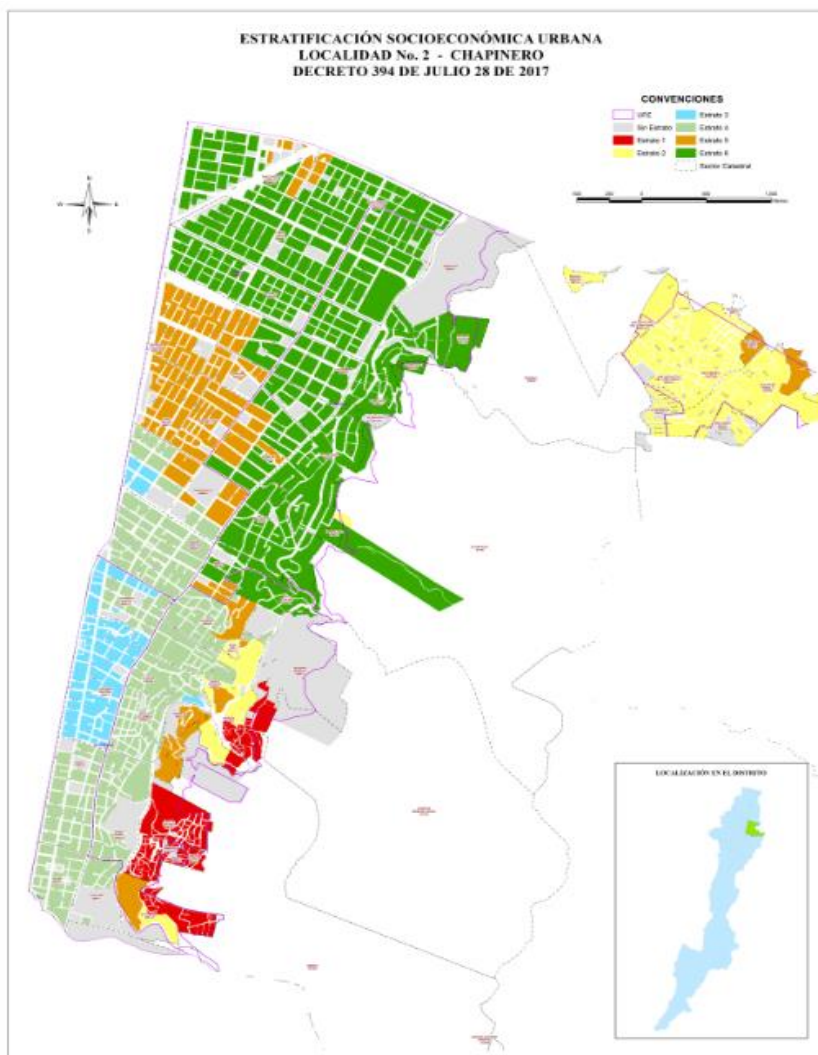
Las normas tienen como objetivo el reconocimiento de las capacidades constitucionales y entes territoriales garantizando en la protección de la propiedad pública y de la utilidad general. La Ley impone a las Entidades tanto del orden nacional como municipal promover, coordinar y ejecutar planes, programas y proyectos, inclinados a garantizar el acceso y uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a toda la población, para lo cual deberán incentivar el avance de la infraestructura y aplicaciones, así como la ubicación estratégica de instalaciones y construcciones del servicio que permitan a los habitantes acceder a las tecnológicas que los beneficien, en especial aquellos considerados vulnerables y de zonas marginadas del país.

Se entiende que gran parte de la normativa existente tiene el fin de facilitar la prestación del servicio público y determinar su adecuado uso. Se debe permitir utilizar la infraestructura o generar planes de acción para crearla en conjunto y asegurar que sea técnicamente viable y económicamente factible.

### 6.3 MARCO POBLACIONAL

Para la localidad de chapinero en Bogotá la estratificación se divide entre los estratos 3, 4, 5 y 6, donde los más recurrentes son los estratos 3 y 6, cabe recalcar que el estrato 6 es el nivel más alto que tiene la ciudad y el estrato 1 el más bajo, como se muestra en la siguiente Imagen 2.

Imagen 2 Mapa estratificación chapinero Bogotá



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, Gestión de estudios estratégicos de estratificación por localidad-2017

La cantidad de habitantes en el sector es de aproximadamente 125.750 en un censo realizado en el año 2019, se dividen en 82.300 entre edades de 19 a 59 años siendo la más grande, teniendo en cuenta que es la población que más usa Tecnología, en la siguiente imagen se evidencia los indicadores demográficos.

Imagen 3 Indicadores demográficos

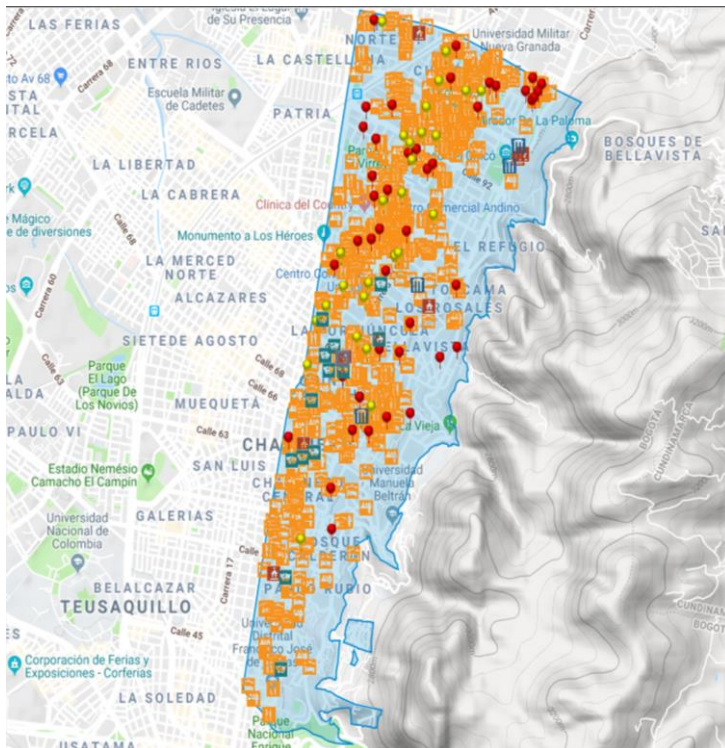


Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, boletín local de número de habitantes de chapinero 2017

## 6.4 MARCO GEOGRÁFICO

La localidad de chapinero en la ciudad de Bogotá tiene una extensión total de 3.898,96 hectáreas, cuenta con un área rural de 2.664,25 hectáreas, el cual conforma el 68% del total del sector, el restante corresponde al área urbana, limita al sur con la localidad de Santa fe donde se ubica el río Arzobispo, al norte con la calle 100 y la vía la Calera, el occidente la localidad de Barrios Unidos y Teusaquillo donde se ubica la avenida Caracas, en el oriente las estaciones del Pan de Azúcar, el cerro de la Moya, paramo de Cruz Verde y la piedra de la Ballena, así se conforma el sector separándolo de Choachí y la Calera, lo que significa que se encuentra ubicado en el centro-oriental de la ciudad de Bogotá siendo la localidad número dos, como se muestra en la siguiente Imagen 4.

Imagen 4 Localización chapinero Bogotá



Fuente: Sistema de información turística de Bogotá, mapa de chapinero Bogotá 2019

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1 OBJETIVO GENERAL**

Crear un protocolo para el desarrollo constructivo de redes telemáticas e instalaciones en el espacio público del sector de chapinero Bogotá.

### **7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar los alcances constructivos en la subterranización de cableado de los operadores que ofrecen el servicio, conjunto con los documentos como normas técnicas, leyes y decretos actuales.
- Determinar un proceso o protocolo que coordine a los operadores y entidades del estado en el sector de chapinero Bogotá, para el cumplimiento de estándares generales en las técnicas de construcción de infraestructura en redes.
- Proponer un modelo para alinear los procesos de regulación en los diversos temas relacionados a la construcción e instalación de cableado subterráneo.

## **8. ALCANCE**

Este proyecto se desarrollará para la localidad de chapinero en la ciudad de Bogotá con el fin de elaborar un protocolo constructivo de subterranización de cableado telemático, estudiando los planos existentes de las redes instaladas de forma subterránea, análisis de normas vigentes obtenidas por los operadores encargados del manejo de estas, investigar el estado del tendido del cableado y sus impactos actuales, de acuerdo a la información obtenida validar un método constructivo eficiente económico y seguro que genere bajo impacto ambiental que optimice el espacio público y que beneficie a la sociedad.

## 9. LIMITACIONES

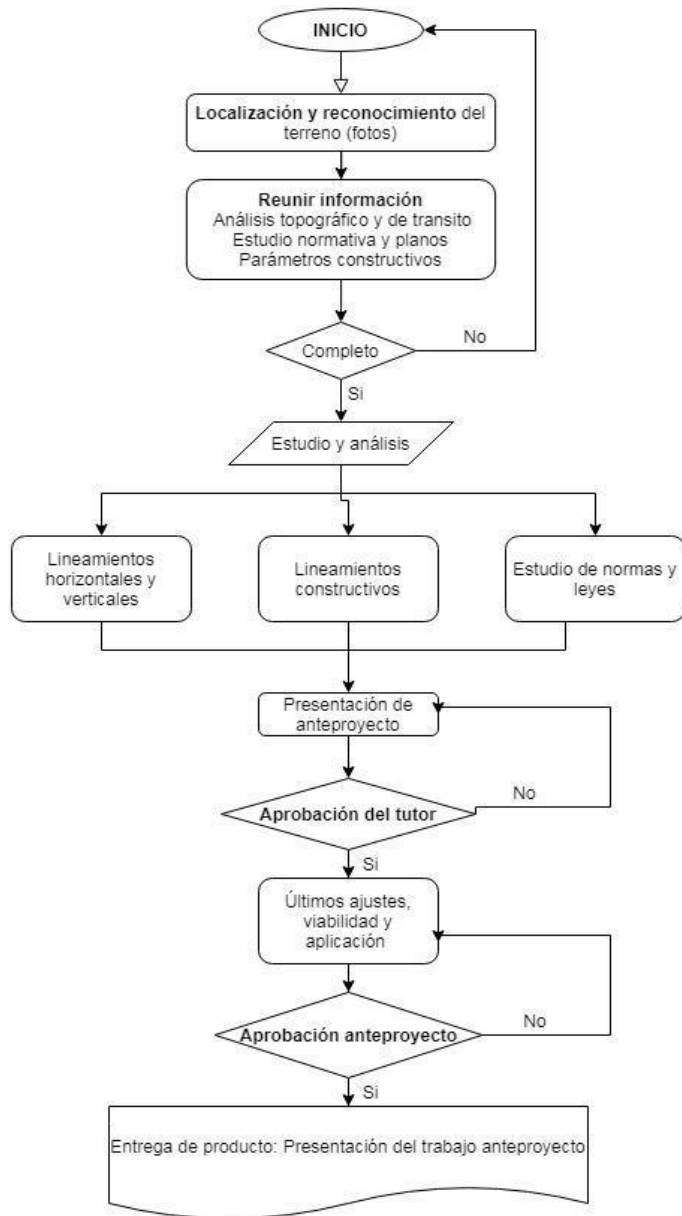
- Diferencia en las normas técnicas y protocolos para la instalación de infraestructura subterránea de redes en Colombia; Ya que cada entidad tiene sus propias reglas en la construcción y tendido del cableado.
- Al momento de estudiar los planos de las redes subterráneas como lo son servicios públicos de agua potable y alcantarillado, gas y otros, no estén todas las redes existentes al ser un sector muy antiguo y poco intervenido.
- El presupuesto para esta investigación, ya que depende de la factibilidad con lo que se encuentren los datos necesarios.
- Al ser este método investigativo implementado por los operadores que prestan estos servicios, se deben realizar las consultas respectivas para solicitar permisos de intervención del espacio público y organizar a todas las entidades encargadas.
- El acceso a la información como planos, estudios, documentos entre otros que no se encuentren digitalizados, así como visitas técnicas, por motivo de la pandemia que se vive en la actualidad la movilización está restringida, ya que decretaron cuarentena obligatoria.



## 10. METODOLOGÍA

### 10.1 METODOLOGÍA GENERAL

Imagen 5 Metodología general



Fuente. Los Autores

## **10.2 METODOLOGÍA ESPECÍFICA**

### **Fase I**

En la primera fase del proyecto se realiza una visita técnica donde se dejan evidencias fotográficas, identificando las redes críticas del sector de chapinero Bogotá.

### **Fase II**

Para la segunda fase, una vez identificando los límites de sector de estudio se reúne toda la información sobre planos existentes, normas vigentes, que operadores prestan los servicios, cuáles son las principales vías de acceso, se identifica el estado actual de los andenes que se van a intervenir.

### **Fase III**

Para cumplir esta etapa es necesario reunir toda la información mencionada anteriormente, ya que con esto se comienza el estudio y el análisis de la información encontrada con el fin de identificar hallazgos significativos o relevantes para realizar el protocolo constructivo propuesto en este trabajo.

### **Fase IV**

Por último, se organiza la información encontrada para ser presentada a las personas encargadas de la evaluación del proyecto, si están de acuerdo se realiza la última revisión y se procede a publicar y divulgar el protocolo constructivo acorde a lo estudiado.

## 11. NORMATIVA

El “código de buenas prácticas para el despliegue de infraestructura de redes de comunicaciones”<sup>9</sup> se crea por medio de tres entidades pertenecientes al Gobierno Nacional las cuales son: Agencia Nacional del Espectro (A.N.E.), Comisión de Regulación de Comunicaciones (C.R.C.) y Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Min.T.I.C.), reuniendo todas las reglamentaciones donde se pretende garantizar un acceso a internet en todo el país, y de este modo realizar un documento técnico de apoyo para la construcción de postes o canales subterráneos en los diferentes municipios, de esta manera garantizar que llegue el servicio de forma responsable y segura a toda la comunidad del territorio nacional.

Imagen 6 Normas existentes

NORMA	SIN NORMA		CON NORMA				
Barrera	Potestativo del ente territorial	Aval / Socialización Comunidad	Distancia Mínima	Aislamiento	Prohibición por uso del suelo	Procedimiento	Plazos de Intervención

Fuente: Código de buenas prácticas para el despliegue de infraestructura de redes de comunicaciones, agosto 2016.

En la Imagen anterior se evidencia el estudio realizado por el equipo de profesionales encargados en realizar este código donde clasifican los posibles inconvenientes por los cuales el internet no llegue a toda Colombia como se tiene pensado, algunos de estos son:

<sup>9</sup> Comisión de Regulación de Comunicaciones. Código de buenas prácticas para el despliegue de redes de comunicación. Ed 1. Bogotá: agosto 2016. 80 p.

La norma exige una distancia mínima entre estaciones de telecomunicaciones o infraestructura, pero esta no tiene en cuenta la norma que regula los campos magnéticos.

Solicitan obras adicionales a la instalación, como cercados, cerramientos, entre otros y allí no se tiene en cuenta el impacto que dichas construcciones puedan causar.

No es posible construir este tipo de infraestructura en espacio público de interés cultural, patrimonial o que sea nombrado como conservación.

No se cuenta con una norma que controle a los entes territoriales a manejar de manera estándar la construcción de postes o canales subterráneos, adicionalmente hace falta direccionar este tipo de decisiones a una socialización con la comunidad quien sería la encargada de opinar y entregar aportes a dichas propuestas, por el contrario si existen normas donde se enfocan la distancia mínima, el aislamiento, el uso adecuado del suelo, el procedimiento constructivo y los tiempos establecidos.

Codensa en el “Instructivo de operación para la utilización de Postes y Ductos de Energía para Redes de Telecomunicaciones”<sup>10</sup>, crea los lineamientos necesarios para la utilización de la infraestructura (postes o ductos) propia, allí se describe la forma adecuada de instalar cables aéreos así como las restricciones para uso adecuado de los postes, en esta se señala que no es posible realizar algún tipo de perforación a los postes, tampoco se permite dejar reserva de cable en el poste, en las esquinas de las calles no está permitido colocar cables en diagonal, se deben distribuir en la misma línea que el cableado eléctrico, entre otros.

Para la instalación de infraestructura por ductos Codensa notifica que no está permitido el uso de cámaras de alumbrado público, para cableado de telecomunicaciones, los arrendatarios o empresas encargadas de prestar estos servicios solo pueden usar del banco de ductos un solo ducto, en caso de necesitar

---

<sup>10</sup> ENEL CODENSA. Instructivo de operación no. 1719: Instructivo de operación para la utilización de postes y ductos de energía para redes de telecomunicaciones. Ed 1. Bogotá: 2018. 19 p.

más, es necesario enviar una petición para que sea evaluada su factibilidad, en las cámaras de inspección se permitirá que se derive o empalme una sola vez, si el arrendatario necesita una cámara al lado de un porte no está permitido que se construya a una distancia mayor de 0.6 metros, solo está permitido el uso de 25 milímetros de ocupación por ducto, etc.

De acuerdo a lo anterior la Comisión de Regulación de Comunicaciones (C.R.C.) para el año 2011 evaluó el desarrollo del plan regulatorio “Utilización de infraestructura y redes de otros servicios en la prestación de servicios de telecomunicaciones”<sup>11</sup>. Con el fin de definir de manera clara y concisa los parámetros que pueden ser utilizados o no en las construcciones de redes de otros servicios como son las telecomunicaciones, buscando así beneficios en costos y mayor cubrimiento junto con disposición normativa expresado en el artículo 22 de la Ley 1341 de 2009.

---

<sup>11</sup> Comisión de Regulación de Comunicaciones – República de Colombia. Ley del Plan de Desarrollo: Utilización de infraestructura y redes de otros servicios en la prestación de servicios de telecomunicaciones. Bogotá. Abril de 2010. p 9

## 12.PROYECTOS Y PROTOCOLOS CONSTRUCTIVOS EXISTENTES

### 12.1 PROYECTOS INTERNACIONALES

En el año 2019 en el barrio Coronación ubicado en la capital del País Vasco (Vitoria), empieza la eliminación del cableado agrupado en las fachadas de las casas y construcción de zanjas en las aceras, esto con el propósito de incluir esta zona en el proyecto Europeo de rehabilitación “SmartEnCity”<sup>12</sup>, se realizó una inversión de 185.696,82 Euros, los encargados de dicho proyecto fueron Construcciones Arana, estos trabajos se efectuaron por fases y no se abrieron más de una zanja por fase para evitar mayores congestiones, como se evidencia en las imágenes

Imagen 7 Zanja abierta



Fuente: <https://nortexpres.com/eliminan-redes-electricas-grapadas-a-fachadas-en-vitoria/>

---

<sup>12</sup> Norte Expres. Eliminan redes eléctricas grapadas a fachadas en Vitoria [en línea]. (27 ago., 2019). Disponible en: < <https://nortexpres.com/eliminan-redes-electricas-grapadas-a-fachadas-en-vitoria/> > [citado en 13 de noviembre de 2020]

Imagen 8 Corte de pavimento



Fuente: <https://nortexpres.com/eliminan-redes-electricas-grapadas-a-fachadas-e-n-vitoria/>

### **12.1.1 Realidad aumentada de Noruega**

Para el caso de noruega, donde llega a tener el 90% de sus redes subterráneas, esto es dado por sus condiciones climáticas.

Dentro de su sistema principal para realizar el despliegue de cableado es usado el método por zanjas, pero para un país donde la red de infraestructura urbana crece continuamente, junto con la baja profundidad de la red de elementos resultan en frecuentes daños causados por los contratistas durante trabajos de excavación o rehabilitación.

Noruega está implementando prototipos de ubicación geoespacial utilizando datos vectoriales para identificar elementos de infraestructura subterránea, creando una red en la nube para ser consultada por realidad aumentada.

*“Durante la demostración, presentaremos la plataforma DataGraft y la aplicación de realidad aumentada SIM. El escenario de uso demostrará cómo transformar las infraestructuras urbanas en bruto. Mostrando cómo se pueden aplicar los datos publicados para la visualización en tiempo real usando Realidad Aumentada con SIM. Sosteniendo el iPad frente a una calle. Los usuarios de la aplicación pueden ver claramente la red de infraestructura en una ubicación física determinada y recuperar información relevante sobre los elementos. La información podría ser la profundidad de un elemento, el propietario del elemento, así como la edad y el material del elemento”<sup>13</sup>*

Imagen 9 Vista de la red de infraestructura subterránea



Fuente: Dina Sukhobok, Interacting with Subterranean Infrastructure Linked Data using Augmented Reality: SINTEF, Forskningsveien 1a, 0373 Oslo, Norway, 2016. p 3

---

<sup>13</sup> Roman, Dumitru, et al. DataGraft: Simplifying Open Data Publishing. ESWC (Satellite Events) 2016: 101-106.



## 12.2 PROTOCOLOS INTERNACIONALES

Respecto a las experiencias internacionales en cuanto a la regulación sobre uso de infraestructura compartida entre operadores del sector de Tecnologías de Información y Comunicación (T.I.C.) y diferentes entidades.

Las razones que motivan este tipo de agrupaciones o acuerdos obedecen fundamentalmente a temas de disminución de costos en virtud de ineficiencias en que un operador puede incurrir al duplicar infraestructuras ya desplegadas por otro. La entrada de competidores en los mercados de telecomunicaciones ha generado la proliferación de líneas de postes aéreas y zanjas en vías de muchos países. En virtud de ello, la reducción del impacto ambiental y de los inconvenientes al público constituye beneficios adicionales al compartir las construcciones.

Para el caso de Argentina por ejemplo la empresa Marlew, realiza el tendido de cable subterráneo dependiendo de varios factores uno es el lugar de ubicación, donde se pueden instalar bandejas, ductos o enterrados, otros factores importantes es el peso y el largo del cable, según la empresa infiere que todos en el proceso constructivo tienen algo en común para desarrollar el cable, adicionalmente los reglamentos definen:

- Profundidad del tendido para la disipación del calor, la seguridad de los animales y las personas, Método y material para realizar una cama de arena debajo y sobre el cable extendido.
- Capa de ladrillos en cerámica para evitar el daño del cable en caso de alguna excavación del terreno.
- Cubrir con tierra para estabilizar el lugar excavado.
- Se deben realizar mantenimientos constantes, la mayoría del cableado tiene una vida útil de 20 años, si es elaborado e instalado de forma correcta.

Para el caso de País Vasco en Europa los requisitos técnicos en la construcción de infraestructura usada para cableado telemático ya sea una obra de reparación o una

obra nueva, primero deben estar aprobadas por el Gobierno Vasco, Diputaciones Forales y los Ayuntamientos (municipios) afectados, cualquier tipo de intervención al espacio público debe tener en cuenta el siguiente pliego de normas:

- Especificaciones técnicas para la instalación de cable de fibra óptica
- Normas UNE del Instituto Español de Normalización.
- Normas DIN.
- Normas Tecnológicas de Edificación (N.T.E.)
- Normas Básicas de la Edificación (N.B.E.-A.E.)
- Instrucción de Hormigón Estructural (E.H.E.)
- Instrucción para la Recepción de Cementos (R.C.-97)
- Técnicas Generales para las obras de carreteras y puentes.

Las canalizaciones deben seguir estas normas estandarizadas:

- Serán construidas al pasar fuera de la calzada y del borde de la vía.
- Para la canalización bajo el borde vial o la calzada la profundidad mínima que se debe usar es de 800 milímetros, en caso contrario que la canalización sea fuera del borde vial o de la calzada es importante tener en cuenta las instalaciones cercanas y el drenaje de la carretera, ya que no se pueden ver afectados tomando como profundidad mínima 600 milímetros.
- Es obligatorio reponer todos los elementos del espacio público que se afectaron por la intervención.
- En caso tal que los conductos ya existentes se encuentren averiados se deben realizar catas dependiendo de las características de los conductos.

Las cajas deben estar construidas con hormigón y dimensiones adecuadas al fin de resistir la presión del suelo y el tráfico en caso de haberlo. La tapa será de fundición y deben ser calculadas para soportar el tráfico, pero es preferible evitar la instalación de cajas en calzadas.

Una observación adicional es la puesta de los conductos y las cajas dependerán de las características del terreno, pero siempre debe estar autorizado por parte Departamento de Interior del Gobierno Vasco.

Una vez terminada la instalación se debe entregar un registro fotográfico que permita la ubicación e identificación del cableado instalado, además se debe incluir los planos en formato digital como en papel y un documento detallando el desarrollo total de la obra.

### **Protocolo de excavación de Australia para construir zanjas**

- Planifique al menos dos días hábiles antes de que comience su trabajo, para asegurarse de tener la información correcta que necesita para llevar a cabo un proyecto seguro.
- Baches: La espeleología (excavación manual) es un método para ayudar a establecer la ubicación exacta de toda la infraestructura subterránea.
- Proteger: La protección y el soporte de la infraestructura expuesta es responsabilidad del excavador. Siempre levante barreras de seguridad en áreas de riesgo para proteger las redes subterráneas.
- Proceda: Solo cuando haya planeado y puesto las medidas de protección en su lugar.

Se recomienda excavar en paralelo a la red para minimizar el riesgo de daños. " Se debe tener en cuenta la dirección del cable, de modo que cuando se cave en trayectoria al tendido la herramienta (pala) no haga daño."<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Ben Minutoli, How to avoid doing millions of dollars in damage to underground assets [en línea]. Minutoli; 2016: Disponible en < <https://www.ipwea.org/blogs/intouch/2016/01/13/how-you-can-protect-underground-assets-when-excavating> > [consultado 14 noviembre 2020]

Se recomienda realizar reconocimiento del sub suelo con equipos especializados para identificar y realizar un mapa virtual de la zona, este método debe ser utilizado en zonas pavimentadas o baldosas en concreto, para evitar sobrecostos en fallas al momento de excavar.

Imagen 10 Tres cables de alimentación separados, expuestos a través de una excavación hidráulica



Fuente:<https://www.ipwea.org/blogs/intouch/2016/01/13/how-you-can-protect-underground-assets-when-excavating>

En la imagen 10 se puede ver un ensayo realizado con una excavación manual, logrando identificar cables susceptibles a posibles daños si se realiza en malas prácticas.

## 12.3 PROTOCOLOS LOCALES

### 12.3.1 Infraestructura pasiva

Antes de profundizar en los procesos y proyectos constructivos Es importante determinar los elementos civiles no electrónicos, la Comisión Regulación de Comunicaciones (C.R.C.), establece como pasivos los elementos de red intermodales descritos en la Tabla 3.

Tabla 1 Infraestructura pasiva

#	INFRAESTRUCTURA PASIVA
1	Conductos
2	Separadores
3	Recintos
4	Generadores
5	Equipos de aire acondicionado
6	Equipos electrógenos
7	Baterías
8	Alimentación eléctrica
9	Locales técnicos
10	Servidumbres de paso, conductos y postes

Fuente: UIT. Tendencias en las reformas de Telecomunicaciones 2008 - Seis grados de compartición

La compartición de los elementos pasivos se puede realizar de forma eficiente siendo infraestructura de características generales que puede ser normalizada para ser intervenidas por terceros.

Las disposiciones mundiales en torno a la compartición de infraestructura del sector de telecomunicaciones, acreditan que algunos entes reguladores autorizan la compartición de infraestructura pasiva.

## 12.3.2 Procedimiento constructivo – UNE

Tabla 2 Normas para el procedimiento de construcción de canalizaciones para redes de telecomunicaciones.

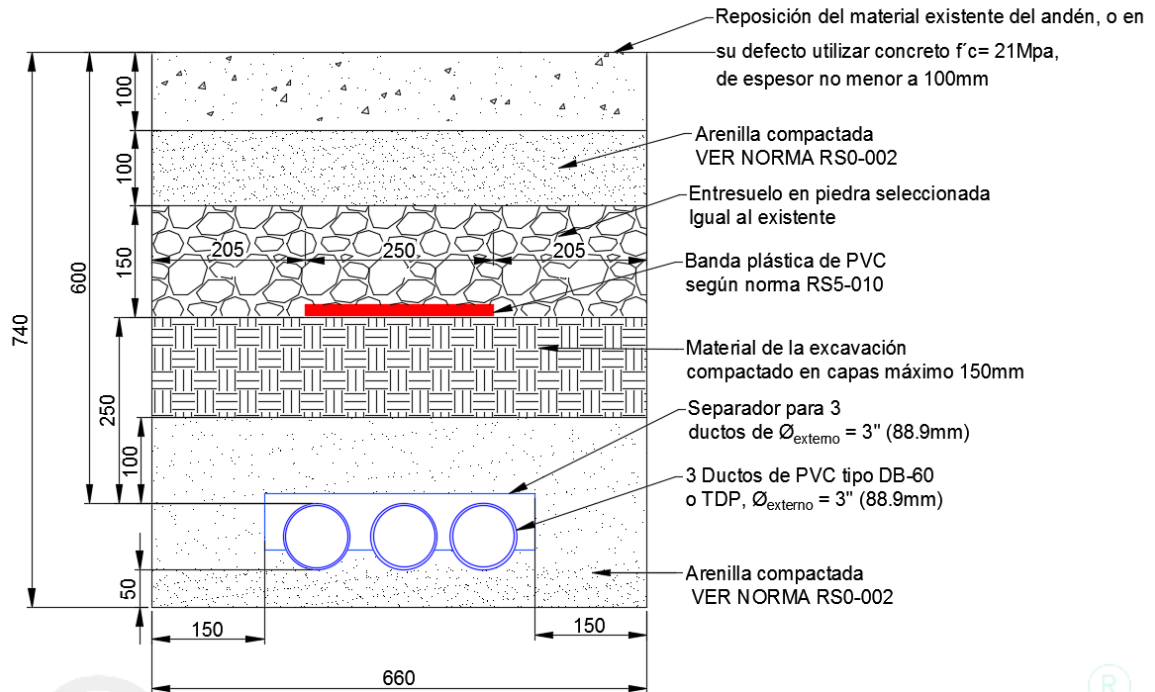
CANALIZACIONES PARA REDES DE TELECOMUNICACIONES	
Ítem	Observación
<b>1. LOCALIZACIÓN</b>	Ubicar a una distancia mínima entre paredes de zanja de 0.50 metros. Por ningún motivo se construirán canalizaciones sobre otras redes de servicios como: Vía pública, andenes, zonas verdes y zonas con canalización de energía y de otros operadores
<b>2. LEVANTAMIENTO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y REFERENCIACIÓN PARA LA INFRAESTRUCTURA DE CANALIZACIONES</b>	El contratista deberá utilizar personal experto (topógrafo con licencia para ejercer su profesión) y equipos de precisión.
<b>3. EXCAVACIONES Y LLENOS ESTRUCTURALES</b>	Tendrá paredes rectas y ortogonales con respecto de la rasante de la canalización, la cual debe estar seca, nivelada, libre de rocas y en la que se instalará una capa inicial de arenilla de 0.05 metros para proteger los conductos. <b>LLENOS ESTRUCTURALES</b> El contenido de humedad ideal y una compactación de 100% para Bases y 95% para Sub-bases o arenilla de los obtenidos en el ensayo del Próctor Modificado.
<b>4. DEMOLICIONES</b>	Trabajos de preparación y protección. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones o demoliciones de los andenes.</li> <li>• Retirada de los materiales de derribo.</li> </ul>
<b>5. MONTAJE DE CONDUCTOS</b>	<b>ENSAYOS</b> Para comprobar si los materiales son de la calidad especificada, deben realizarse los ensayos correspondientes sobre muestras representativas utilizados en la construcción. <b>CONDUCTOS</b> Condulín Conductos de PVC Conductos de acero galvanizado
<b>6. COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA</b>	Estará categorizado en tres etapas: 1. Nivelación 2. Alineamiento 3. Instalación
<b>7. AMPLIACIÓN Y REPARACIÓN DE CANALIZACIONES</b>	Ampliación de canalizaciones Reparación de canalizaciones
<b>8. ACEPTACIÓN DE LOS CONDUCTOS COLOCADOS</b>	Prueba del rodillo Acabado y terminación de las obras
<b>9. CÁMARAS, CÁRCAMOS, CAJAS Y TAPAS</b>	Construcción de cámaras, Localización del proyecto, Demolición de piso existente, Excavaciones y Construcción de losa inferior y superior La losa inferior de la cámara se construirá en concreto cuya resistencia a la compresión es de $f'c = 245\text{kg/cm}^2$ (3500 psi) y con un espesor de diez centímetros (10 cm). Muros de concreto, Relleno lateral <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arenilla.</li> <li>• Suelo-cemento.</li> <li>• Con el mismo mortero de pega de los bloques.</li> <li>• Impermeabilización</li> </ul>

Fuente. Los Autores

### 12.3.3 Procedimiento constructivo – EPM

Imagen 11 Norma para redes subterráneas canalización de redes de energía baja tensión

ESQUEMA 3 – ANDEN



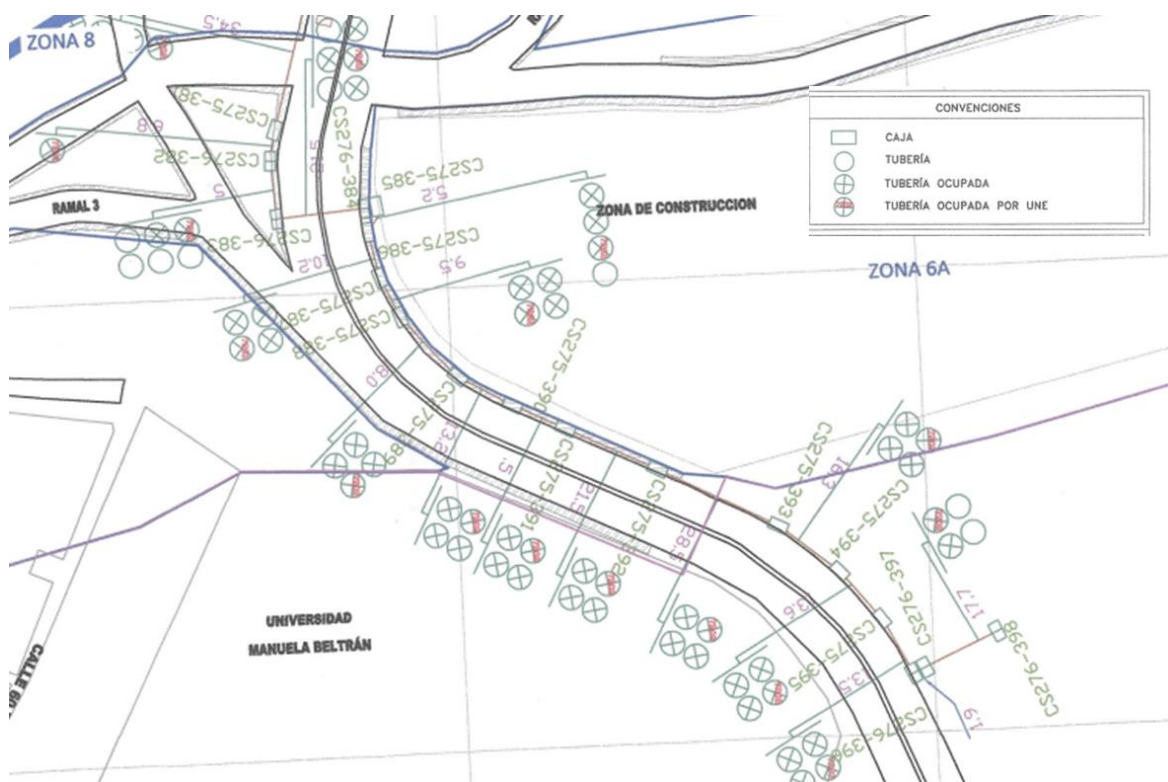
Fuente “Norma para redes subterráneas canalización de redes de energía baja tensión” – Empresas públicas de Medellín 2018.

## 12.4 PROYECTOS DE SUBTERRANIZACIÓN LOCALES

Para el año 2014 se forma el contrato que buscaba mejorar el espacio público en el intercambiador vial de la Calle 63 por Avenida Circunvalar en Bogotá.

Como proceso constructivo y teniendo en cuenta las características y limitaciones en conocer las redes existentes, los estudios se profundizaron en realizar el levantamiento topográfico para cada red de servicio público y operadores de Tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Imagen 12 Plano postes y cajas, calle 63



Fuente <http://hdl.handle.net/123456789/111453> - Instituto de desarrollo urbano IDU Levantamiento de redes existentes U.N.E

En la imagen 12 de los planos se detalla la localización de todos los postes y cajas utilizadas por cada operador, también la existencia de redes de servicios públicos.



Antes de la instalación de los conductos se debe verificar, en las etapas de diseño y construcción, que en el alineamiento de la canalización proyectada entre cámaras y cajas no existan válvulas, hidrantes, postes, sumideros, cámaras y ductos de otras empresas de servicios públicos que impidan la construcción de la canalización.

Imagen 13 Canalización, calle 63



Fuente Google Earth “Proyecto intercambiador vial de la Calle 63 por Avenida Circunvalar en Bogotá. Terminado”

En la Imagen 13 se observa el resultado del proyecto de subterranización en el intercambiador vial de la Calle 63 por Avenida Circunvalar en Bogotá.

## 13. PROPUESTA DE PROTOCOLO

### 13.1 DEFINICIONES TÉCNICAS

**Canalización:** Conjunto de obras civiles que permiten efectuar las instalaciones subterráneas con ductos y cámaras, para el tendido de cables que harán parte de las redes de expansión, interconexión de nodos y acometidas a clientes.

**Zanjas:** Son las labores de corte, rotura, excavación, remoción, cargue, evacuación y transporte de escombros, instalación de ductería y relleno, con los diferentes materiales requeridos según las licencias de excavación y las normas técnicas.

**Re-pavimentación:** Es la actividad que agrupa las labores de resane, recuperación o reposición de la zona excavada. Regido exclusivamente por las especificaciones de la licencia de excavación y las normas técnicas.

**Ductería:** Se refiere al suministro de tubería PVC, TDP (ducto de telefonía y eléctrico) y polietileno, curvas, uniones, tapones, limpiadores, soldadores, monoducto y tritubo.

**Cámaras:** O también conocidas como cajas, sus dimensiones están determinadas por el tipo de cámara a usar, se utilizan para almacenar empalmes de cables de telecomunicaciones ya sea de cobre, fibra óptica y eléctricos, por lo general para ocultarlos de la vista.

**Obras adicionales:** Son las obras que no forman parte directa de la ejecución de los trabajos, pero su falta ocasiona retrasos e inconvenientes en el desarrollo de los mismos.

**Tendidos:** Es el desarrollo de los trabajos encaminados a la instalación de cables de fibra óptica, coaxial, y cobre destinado a suplir las necesidades o requerimientos del cliente, su instalación tanto aérea, canalizada y mural deberá ser desarrollada por personal capacitado.

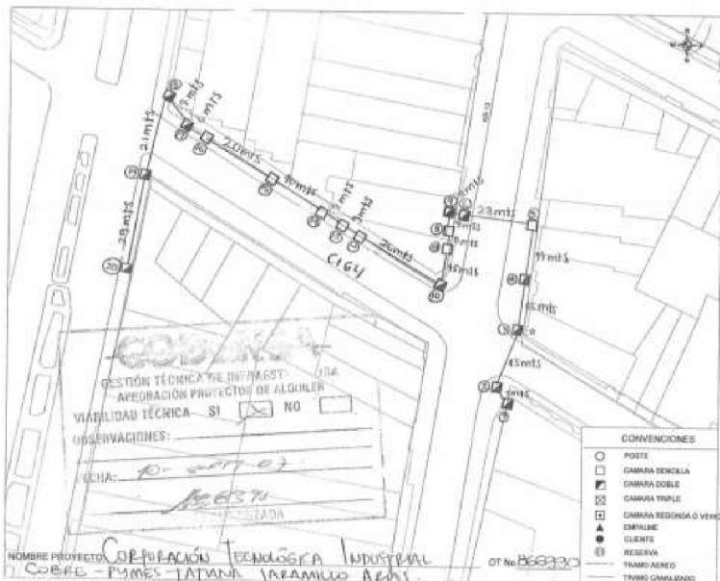
## 13.2 REPLANTEO Y DISEÑO

En esta actividad el constructor e interventor realizan una visita al sitio donde se desarrollará la obra y se procederá a dar inicio a los siguientes pasos:

- a) Suministro de planos, se efectuará un levantamiento previo de la ruta.
- b) Visita al terreno donde se desarrollarán los trabajos de construcción, identificando del punto donde debe concluir la red de acceso.
- c) Localización de la posible ruta para realizar la obra y así atender el requerimiento o necesidad.
- d) Levantamiento en el terreno de la ruta para determinar las posibles variaciones a que haya lugar y para coordinar los trabajos a realizar.
- e) El interventor debe retroalimentar el área de diseño cualquier cambio en la planeación de la red inicial, garantizando la autorización del responsable del proyecto con la definición de la obra a efectuar, el constructor realizará los respectivos diseños y planos.
- f) El ejecutor de la obra debe garantizar la veracidad de la información que venga consignada en los soportes entregados de los trabajos ejecutados.

La impresión del plano debe ir en el formato con convenciones con el tamaño adecuado es decir, que cubra todo el replanteo, que no queden haciendo falta tramos de infraestructura, para poder dibujar de manera clara. (ver Imagen 14).

Imagen 14 Plano canalización Telmex



Fuente. Telmex proyecto “tecnología industrial”

### El plano realizado debe contener:

- Cámaras, postes, tramos aéreos y canalizados según convenciones del rótulo.
- Ubicar la infraestructura ajustándose a la forma de la cartografía, en el costado correspondiente, separador, vía y quiebres que tenga el terreno.
- Se debe dibujar los tramos para que se note el recorrido exacto.
- Las distancias deben estar todas en el plano, en terreno se debe medir de eje a eje de cámara a cámara.
- Si encuentra en terreno que un tipo de cámara es diferente a la que se encuentra en el levantamiento inicial se debe informar para corregirlo.
- Informar si la infraestructura es nueva o existente, o si existe doble infraestructura.
- El número de marquilla del cable, esto con el fin de facilitar los mantenimientos y dejar actualizada la red.

- h) Indicar la entrada del operador o punto de acceso con la dirección exacta y completa.
- i) El digital se debe enviar al Interventor para dicha aprobación y la fecha de entrega son 3 días después de realizado el replanteo.

### **13.3 ORDEN DE TRABAJO**

Ninguna ejecución de proyecto o diseño de expansiones de red se llevara a cabo si dicho proyecto o solicitud no tiene su respectivo número de orden de trabajo. Después de obtener las debidas autorizaciones por parte de las entidades gubernamentales, empresas de servicios públicos o privados con las cuales se tiene convenios.

### **13.4 PRELIMINARES DE LA OBRA**

En este ítem se hace énfasis en las normas y leyes generadas por el gobierno nacional o en su defecto por cada uno de los municipios, para el manejo ambiental y seguridad de los habitantes.

#### **13.4.1 Señalización**

- Antes de empezar se debe tener en el sitio la señalización adecuada para la obra a efectuar, de acuerdo con las normas establecidas para el tipo de labor y el impacto que va a generar.
- En caso de no ser así el interventor de la obra estará en obligación de comunicarle al constructor el deber y las obligaciones que se tiene con respecto a la señalización.
- El constructor debe solicitar los permisos pertinentes para la intervención del espacio público, de esta manera se debe cumplir con las condiciones

adecuadas para el tránsito peatonal, el tránsito vehicular y el tránsito de maquinaria así como el cargue y descargue de escombros, como:

#### **A. Vallas informativas**

Allí se debe consignar todo lo relacionado con la obra en ejecución, es decir qué tipo de obra se va a realizar, quien es la entidad encargada con el nombre y logo respectivamente, esta valla debe ser reflectiva de 1.20 x 0.60 metros y debe haber mínimo 4 cada 60 metros de canalización y una si la canalización es menor a 30 metros.

#### **B. Vallas preventiva vehicular**

Deben estar fabricadas en polietileno de 2.50 metros de largo y 0.80 metros de alto en color negro y rojo fluorescente, se colocan a lo largo de las canalizaciones y la relación son tres vallas por cada 80 metros de obra.

#### **C. Vallas preventivas peatonales**

Las vallas deben ser puestas sobre los andenes en circulación peatonal y en los lugares visibles que determine la interventoría en relación tres unidades por cada 80 metros de obra, las dimensiones son de 2 metros de largo y 0.50 metros de alto.

#### **D. Señales reglamentarias**

Se colocan en las esquinas señales que indiquen control de tránsito tales como: desvíos, reducción de carriles, vía cerrada y hombre en la vía, entre otras. Dichas señales deben cumplir con las normas establecidas por el ministerio de tránsito y transporte.

#### **E. Cinta plástica para señalización**

Se instalará por medio de señalizadores viales tubulares plásticos, se ubica alrededor de la excavación y en las cámaras encerrando toda la obra, las modificaciones se harán dependiendo de lo que indique el interventor, la cinta es plástica con colores amarillo y negro a rayas transversales con un ancho mínimo de 10 centímetros y un calibre de 8.

#### **F. Tabiques laterales en madera**

Se colocan a ambos lados de la canalización formando corrales con el fin de aislar lo mayor posible la obra de las actividades cotidianas en ese espacio público, son

construidos en tablón y cercos de un metro de longitud por 1.30 metros de altura, con refuerzos para que sean estables y se pintan de colores fluorescentes.

#### **G. Conos reflectivos**

Son de uso obligatorio en todas las obras de construcción, son de color naranja con una cinta reflectiva de color gris en la parte superior, para este tipo de obra se usan de dos tamaños uno de 30 centímetros para el caso de canalización y uno de 70 centímetros para el caso de las cámaras, se usan tantos como sean necesarios.

#### **H. Cerramientos para cámaras**

Para el caso de requerir maniobras por ejemplo de empalmes que se requiera dejar cámaras destapadas por determinado tiempo, serán de tipo telefónico de 1.2 metros de alto por un metro de ancho pintado fluorescentemente.

#### **I. Señalización nocturna**

En el caso que se requiera todo la señalización debe estar debidamente iluminada con luz fija o intermitente, que guie tanto a vehículos como a peatones, teniendo en cuenta la norma exigida por el ministerio de tránsito y transporte.

#### **J. Señalización tubular**

Son necesarias para la delimitación de las áreas de trabajo durante la construcción de la canalización, cerramientos de obras, delimitación de vía o senderos en obras asegurando las áreas peligrosas de trabajo, son de uso obligatorio cuando se realice cualquier intervención a la infraestructura en espacio público.

### **13.4.2 Canalizaciones**

El objetivo de construir infraestructura subterránea canalización es ofrecer seguridad, proteger las redes de daños y mejorar la calidad de vida de las personas. Es importante proteger las estructuras adyacentes con los respectivos estudios de suelos para conocer las cimentaciones y evitar hundimientos.

Estará contemplada por ductos y cámaras conectadas entre sí y se ejecutarán por debajo del nivel de espacio público que permiten el tendido de redes y la protección de estas.

### **13.4.3 Localización**

Para localizar el eje de los ductos se examinarán las características topográficas de la localidad. No se debe instalar ductos sobre el mismo eje de las siguientes tuberías:

- Acueducto
- Alcantarillado
- Empresa Eléctrica
- Gas
- Semaforización

El constructor de manera previa debe investigar los requerimientos que soliciten las entidades que emiten las licencias o autorizaciones de excavación a nivel local y las recomendaciones de las demás empresas de servicios públicos o entidades nacionales de carácter público o privado.

De no poder obtener planos de ductos existentes se debe realizar levantamiento preliminar para conocer el estado del proyecto a intervenir.

### **13.4.4 Ubicación**

Se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a) Evitar generar curvas en los trazados y ubicación de las canalizaciones.
- b) El relleno mínimo de la canalización será fijo por las características propias del suelo, de la disposición de la calzada y andenes.
- c) La distancia desde el nivel del andén hasta donde se va a construir la zanja dependerá de las exigencias de las licencias o autorizaciones de excavación que emita la entidad de la localidad.
- d) La construcción en lugares o zona de conservación histórica debe ser siempre subterránea y debe cumplir con las normas mínimas de construcción que exige la localidad.
- e) La construcción deberá ser realizada en la zona del andén, si se requiere bajar a calzada vehicular será con autorización y supervisión.



- f) Solo se autorizará los cruces perpendiculares al eje vial de las calzadas vehiculares en las bocacalles, esquinas o intersecciones viales.
- g) No se permitirá los cortes transversales en zonas de andenes o cruces de vías, debe prevalecer a lo largo de la construcción la uniformidad en los cortes para la realización de las zanjas.

### **13.5 GENERALIDADES**

Antes de iniciar se hará una revisión visual de las condiciones existentes en sitio que pudieran afectar el desarrollo de las obras, y se desarrollará una exploración para localizar eventuales servicios subterráneos existentes.

Siempre que se ejecuten excavaciones se debe cumplir en lo siguiente:

- a) No colocar sobre la calzada tierra o material derivado de la excavación en forma que obstaculice el tráfico vehicular.
- b) Evitar la afectación de tuberías de acueducto, alcantarillado, energía, gas y otros servicios públicos.
- c) Las zanjas que se intervienen diariamente deben estar totalmente tapadas al finalizar el día.
- d) Evitar tener destapados más de 400 metros consecutivos de excavación.
- e) Los escombros formados se deben recoger al finalizar el día de trabajo.
- f) La profundidad mínima de la instalación de ductos será 0.65 metros excluyendo el recorrido por vías el cual será mínimo a 0,80 metros cota clave, el ancho mínimo de las zanjas para la instalación de tubería será de 0.30 metros.
- g) No se construirá canalizaciones sobre los mismos ejes de las tuberías de acueducto, alcantarillado, gas y energía y a una distancia libre mínima de 20 centímetros, entre el borde de la zanja y la red de servicios existentes más próxima.

- h) Se debe tener en cuenta que estas instalaciones podrán tener protección de concreto y por lo tanto sus separaciones podrán ser inferiores.
- i) En lo posible, las cámaras no se construirán, cerca de postes, árboles y jardines ubicados en andenes.
- j) Para la construcción de canalizaciones en andenes recién reparados o de losas inferiores a 1 metro, se debe regir a las especificaciones o normas del ente regulador encargado del anterior proyecto.
- k) Si se producen daños sobre las instalaciones de servicio público o privado; El constructor procederá por su cuenta a su reparación inmediata y deberán reconstruirse de acuerdo a las normas establecidas por el propietario.

### **13.6 CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES SEGÚN EL TIPO DE MATERIAL**

Cuando las excavaciones de obras civiles pasivas para telecomunicaciones se ejecuten en forma manual, se clasificará como roca el material que cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- Su volumen exceda de 0,0630 metros cúbicos.
- Que tenga un peso superior a 130 kilogramos.

Que la dureza y textura sean tales que se requiera el uso de un método para fracturar la roca.

Cuando las excavaciones de las obras civiles se ejecuten, se clasificará el material extraído como roca según la NEGC 107.2 (Excavaciones o cortes en roca) y los procesos de excavación se ajustarán a lo contemplado en dicha norma.

## 13.7 ESPECIFICACIONES PARA DUCTOS

### Conductos

El conducto es el material del espacio cilíndrico por donde se conducen los cables de telecomunicaciones, a continuación se describen algunos de los materiales normalizados por las empresas para la protección de los cables.

- Conductos de PVC
- Tipos DB (liso) y TDP (corrugado de doble pared)
- Monotubo y tritubo rígido y flexible

Debe ser homogéneo a través de la pared y uniforme en color, opacidad y densidad. La superficie externa de la tubería debe ser lisa y la superficie interna debe traer estrías uniformes sin resaltes.

Las uniones y accesorios para los tipos de tubería de telecomunicaciones son únicamente los estipulados por el fabricante, en el caso del PEAD (polietileno de alta densidad) se pueden usar los accesorios existentes en el mercado actual exclusivamente para ductos de telecomunicaciones.

Las características técnicas mínimas requeridas para la tubería de polietileno que se autoriza para esta aplicación, son las regidas por la norma europea EN 155WII 72 o su equivalente. NTC 4908, NTC 5320 y NTC 4452. Para el almacenamiento, embalaje y transporte de tubería de polietileno se tomarán las siguientes precauciones:

- Evitar las cargas puntuales.
- Evitar la exposición prolongada a los rayos solares.
- Evitar los arrastres.
- Protegerlos de elementos químicos como grasas, aceites y suciedades.
- Transportarse a la obra en porta carretes en caso de longitudes superiores a 100 metros.
- Evitar las cargas sobre el tubo superiores a 40 kilogramos puntuales.

Los empalmes de tritubo o monoducto deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Tracción máxima de 240 kilogramos.
- Presión interna con agua a 100 PSI 1 hora mínimo.
- Diámetro externo máximo 62 milímetros.

Existen dos métodos para unir Tuberías de Polietileno, estos son:

- Termo fusión.
- Electro fusión.

### **13.8 OBRAS PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA EXCAVACIÓN**

Después de la autorización de las entidades encargadas para la ejecución de la obra, se debe tener totalmente limpio el terreno que se va a intervenir, es decir raíces, troncos, maleza o descapotar si es necesario, para el proceso de corte en el pavimento en caso de vías o andenes se usa cortadoras de asfalto o de concreto dependiendo del tipo de pavimento y se deben seguir las siguientes labores:

- Se debe realizar un sondeo inicial cavando una zanja perpendicular al eje de intervención cada 50 metros y la longitud debe ser igual al ancho de excavación, la profundidad debe ser superior a los 0.2 metros, esto con el fin de inspeccionar el terreno para identificar posibles obstáculos como, tuberías o redes.
- Para el corte o demolición del pavimento se debe hacer con cuidado evitando daños a otras infraestructuras aleatorias o cercanas existentes.
- El corte se debe hacer únicamente con herramientas especiales, es decir evitar el uso de herramientas manuales como martillo, esto con el fin de mantener la geometría exacta de la canalización.
- Para el caso de los cruces en calles o avenidas, se deberán realizar cortes paralelos a una separación de 30 centímetros y una profundidad de 5 centímetros, serán rectas y perpendiculares al bordillo.

- Para el caso de perfilación de andenes el disco de corte deberá efectuar ranuras mínimo de 3 centímetros de profundidad recta y paralela al bordillo, se puede aprovechar las juntas adyacentes al área así se evita doble perfilación.
- Se debe tener en cuenta el tipo de terreno que va a ser excavado ya sea rocoso o normal.
- Se debe colocar entibado y apuntalamiento de zanjas en caso que la profundidad sea igual o superior a los 2 metros, cuando exista la posibilidad de derrumbes por lluvias o inestabilidad del terreno, en terrenos muy húmedos, se usa apuntalamiento cuando el entibado es en madera si es metálico no es necesario.

### **13.9 PUESTA DE DUCTOS Y TUBOS**

Se debe considerar en los diseños previos los desniveles del terreno, ya que los conductos no permiten curvas verticales.

- La tubería debe estar completamente limpia.
- Cuando se tenga la rasante totalmente nivelada y libre de algún tipo de escombros, se coloca arena como relleno de 5 centímetros de espesor como mínimo, esta permitirá la instalación de la tubería.
- Después de colocada la tubería necesaria de todos los operadores que requieran en la zona, con las profundidades, capas y espesores, se procede a rellenar y nivelar con arcilla.
- La profundidad mínima para los ductos es de 0.65 metros, excepto para vías donde es necesario una profundidad de 0.80 metros.

#### **13.9.1 Colocación del ducto en PVC**

Primero y como se indicó anteriormente la nivelación del terreno y la base adecuada es muy importante, así mismo la instalación de la tubería debe estar nivelada así

todo el tramo será un apoyo completo al tubo, evitando alguna obstrucción cuando pasen los cables de instalación.

Segundo se realiza un alineamiento de todos los tubos al tiempo de esta forma se mantiene la separación, para darle estabilidad se pueden poner estacas en zigzag de forma provisional o permanente.

En caso de algún imprevisto es decir que se encuentre algún tipo de tubería ya instalada, con el interventor se deben poner de acuerdo para realizar una construcción triangular o tipo colmena.

Tercero para la unión de los tubos de PVC se realizará con un ensamble espigo campana, garantizando que en el extremo donde va el espigo se ajuste perfectamente a la campana del otro. Se debe limpiar y aplicar soldadura de PVC.

Cuarto en los extremos de las tuberías es decir cuando lleguen a las cámaras o cajas se deben cortar perpendicularmente al eje del tubo para realizar el emboquillado del tubo.

Quinto inmediatamente después de la puesta de los ductos se debe recubrir con arena que sobrepase la cota clave de cada fila de ductos, así se evita contacto entre ellos y el espesor regular de instalación.

### **13.9.2 Colocación tritubo**

En todos los sitios donde se tienda el tritubo, en calzadas, bermas, andenes, zonas laterales a carreteras; el tritubo debe quedar embebido en arena, el fondo de la zanja debe estar liso, libre de piedras, perfectamente apisonado y uniforme, cubierto con una capa de arena de río o arena lavada de peña que luego lo cubrirá según el tipo de canalización a efectuar.

### **13.9.3 Colocación del subducto**

Para tender los cables de fibra óptica por canalizaciones nuevas o existentes (de concreto o PVC) donde se exija subductar el ducto escogido con ductos flexibles de polietileno de alta densidad (puede ser un monoducto o un tritubo de membrana flexible) para que genere menos fricción.

El grupo de subductos debe ser terminado en la llegada de las cámaras, con un sistema de brida, que impida que estos se desplacen o giren dentro del ducto.

#### **13.9.4 Colocación de hierro galvanizado**

Se empleará ductería de hierro galvanizado cuando se requiera una gran resistencia mecánica: Cruce de ríos, cañadas, desagües, descoles de alcantarillas, acometidas internas. Su utilización será siempre en múltiplos de 3 metros, para evitar desperdicios.

#### **13.9.5 Colocación de ductos en canalizaciones de acometida**

Se instalará para ductos de menor diámetro y la construcción es simple porque los cables que llevan son de menor capacidad, debe ser de fácil ubicación, lo más corto posible, están en las zanjas de la canalización desviándolas a 90 grados y los trazados deben ser paralelos a las edificaciones, con tubería de 3 pulgadas.

### **13.10 RELLENOS EN ZONAS URBANAS**

Una vez instalados los ductos de PVC o Polietileno, embebidos en arena, como se mencionó anteriormente, y alcanzado el espesor de arena requerida se rellenará con el recebo, base granular o subbase granular del tamaño máximo de partículas de 1 pulgada, compactado en capas aproximadas de 15 centímetros, hasta que se cumpla el nivel requerido; luego se procederá a la respectiva re-pavimentación.

En el intermedio del relleno de acuerdo a cada tipo de zanja se instalará una cinta de señalización o demarcación de color amarillo y de 10 centímetros de ancho, en la cual lleva la inscripción de precaución y peligro, esto con el fin de alertar la existencia de la tubería en la proximidad, si se realizan canalizaciones posteriores.

### **13.11 RE-PAVIMENTACIONES EN ZONAS URBANAS**

La reparación de pavimentos deberá soportar el tráfico automotor sin que se produzcan roturas ni hundimientos posteriores.

Para la reparación de pavimentos rígidos, se usará concreto de 3.000 o 6.000 PSI con acelerante de fragua según el tipo de canalización efectuada, el vaciado se hará sin obstáculos entre juntas de dilatación. La superficie de la placa deberá quedar al mismo nivel de la rasante existente.

A cada placa en calzada o andén, se le volverá a dejar la dilatación que tenía con respecto a la placa adyacente, se debe conservar la estética del acabado. Una vez fraguado el concreto, se realiza corte de la junta a dilatar con una profundidad aproximada de 2 centímetros en la cual se instala en conjunto el sellador de tira cilíndrica y luego con un sellante de poliuretano auto-nivelante.

Los andenes contruidos con elementos tales como baldosas, tableta, ladrillo o adoquín, después de reparados deben conservar, la estética y las mismas condiciones que presentaban antes de la intervención.

En general estos elementos proveerán del andén o calzada existente y deberán reponerse los que hayan resultado inservibles en el proceso de corte de las zanjas, correspondiendo al constructor por su cuenta y riesgo la reposición.

Se debe presentar la especificación técnica y el diseño de las mezclas a instalar (Asfáltica, concreto y mortero), estas deben ser emitidas por la respectiva planta generadora. Para concreto y mortero el diseño de mezcla debe contener materiales y cantidades usados y si se requiere algún aditivo indicar tipo y especificación de aplicación en caso de asfalto el diseño de mezcla debe indicar la temperatura que salió de planta y temperatura de aplicación.



## 13.12 TIPO DE PERFORACIONES.

Este capítulo está dedicado a evaluar alternativas de perforación con el fin de proveer métodos según el estudio, presupuesto y tipo de subterranización.

### 13.12.1 Perforación Horizontal

Imagen 15 Perforación horizontal



Fuente artículo publicado en la Revista Obras Urbanas número 50 Proyecto de instalación de Fibra Óptica

La perforación horizontal (ver Imagen 15) está dentro de la tecnología sin zanja se ha desarrollado para la instalación de todo tipo de servicios: En este caso líneas de telecomunicaciones, sin la necesidad de realizar grandes excavaciones.

Entre las ventajas encontramos:

1. La perforación horizontal evita abrir zanjas.
2. Es amigable al ambiente y al paisaje, ya que se requiere de muy poco espacio para acomodar la maquinaria que se necesita.
3. Se evita la reposición de carpeta asfáltica, concretos y morteros.
4. Durante la ejecución de los trabajos en comparación al método tradicional tanto la generación de ruido como el polvo y escombros en zonas de trabajo es mucho menor.
5. Puede utilizarse en casi todos los terrenos con ventajas de limpieza y seguridad sin obstruir el tráfico vehicular y peatonal.

Desventajas

1. Es para un determinado tipo de suelos como sueltos (no cohesionados), cohesionados tipo arcilla gruesa fina o arena/guijarros con arcilla, orgánicos y suelos con piedras menores a 60 milímetros de diámetro.
2. Requiere personal capacitado para implementar la maquinaria requerida (Maquinaria utilizada actualmente: Gundomat 55N).
3. Se debe realizar estudios de suelo detallados para conocer el subsuelo a trabajar.

Imagen 16 Puesta de tubería



Fuente <https://perforacioneseingenieria.com/images/perforacioneseingenieria-project6.jpg>

Este método consiste en la apertura de apiques de lanzamiento y recepción de un elemento que realiza la perforación, la distancia entre estos dos apiques no superará los 30 metros y la profundidad de instalación de los ductos será la determinada y especificada por las Normas Técnicas de Construcción de la localidad y no será inferior a 1 metro, para la perforación se utiliza un perforador accionado por un compresor con capacidad de 4 metros cúbicos por minuto a 120 PSI de presión como se observa en la Imagen 16.

### 13.12.2 Perforación Dirigida

Imagen 17 Perforación dirigida



Fuente <http://www.terratunnel.com/Perforaci%C3%B3n%20Horizontal.php>

Este método de perforación es usado en sitios de longitudes grandes como ejemplo avenidas, pasos de arroyos o ríos, cruces Ferroviarios, etc.

El método consiste como primer paso en una perforación piloto, cuando la cabeza perforadora ha alcanzado su objetivo, es remplazado por un escariador, el cual en su regreso amplía la perforación piloto al diámetro deseado introduciendo la tubería a instalar.

La profundidad de instalación de los ductos será la determinada y especificada por las normas técnicas de construcción de la localidad y no será inferior a 1 metro. Una

vez realizada la perforación horizontal se procede a la instalación de la tubería de polietileno (PE) para telecomunicaciones.

Antes de realizar algún corte al pavimento o andén se deberá hacer el corte al lado y lado del trazado, con la finalidad de no ocasionar daños a la losa o estructura adyacente. En los sitios donde existan adoquines, no se requerirá el uso de la cortadora, y estos no deberán ser rotos ni averiados.

El corte hecho con la máquina deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- La superficie del corte debe quedar recta.
- El corte se hará en líneas rectas.
- Se utilizará maquinaria especializada de corte y rotura como martillos neumáticos, cortadoras eléctricas, sierras mecánicas, etc.

Para realizar este tipo de trabajo se debe contar con previa autorización de la interventoría, en horarios diurnos, que no afecten la tranquilidad de las zonas residenciales.



### 13.13 EQUIPO DE CORTE

El constructor encargado de la obra debe contar con el equipo de corte adecuado ya sea manual o eléctrico que funciona para corte de calzadas, pavimentos, zonas duras, entre otros, estos son algunos ejemplos de equipos a utilizar:

*Cortadora de piso a gasolina:* Esta sirve para realizar cortes en diferentes tipos de superficies, se usa especialmente para concreto, asfalto y mármol (ver Imagen 18).

Imagen 18 Cortadora de piso a gasolina



Fuente <https://dimacro.com.co/producto/cortadora-de-piso/>

*Cortadora de piso con disco:* Es usada para cortar concreto o asfalto pero de manera plana es decir no es apta para realizar cortes con curvas (ver Imagen 19)

Imagen 19 Cortadora de piso con disco



Fuente [http://pemco.com.pa/docs/Q480-90%20\(Manual%20de%20Operacion\).pdf](http://pemco.com.pa/docs/Q480-90%20(Manual%20de%20Operacion).pdf)

### **13.14 NORMAS DE SEGURIDAD**

Se debe garantizar todas las normas de seguridad al momento de realizar cualquier tipo de trabajo sea excavación, corte de pavimento, además debe proveer a sus operarios de los elementos de protección personal, la instalación de colombinas, cintas de señalización, señales preventivas de la compañía, las cuales deben permanecer en la ejecución de la totalidad de la obra, estas señales se instalaran a lo largo de la excavación y en las intersecciones de las vías, en horas nocturnas se instalaran señales luminosas.

Al realizarse excavaciones se debe evitar en lo posible depositar material sobrante sobre los andenes, antejardines o calzadas, que perjudiquen la libre movilización de peatones y vehículos. El material que sobre de las excavaciones deberá ser retirado conforme avanza la obra, dejando en sitio solo el material que vaya a servir como relleno de dicha excavación.

Si al momento de realizar las obras se causaran daños sobre infraestructura eléctrica, gas, agua, alcantarillado y otros servicios públicos se debe informar a las entidades respectivas y bajo ningún motivo debe hacerse reparación alguna, excepto si se tiene previa autorización de la entidad afectada; Estas labores serán ejecutadas y entregadas bajo las normas de las empresas propietarias.

### **13.15 RELLENOS ESTRUCTURALES**

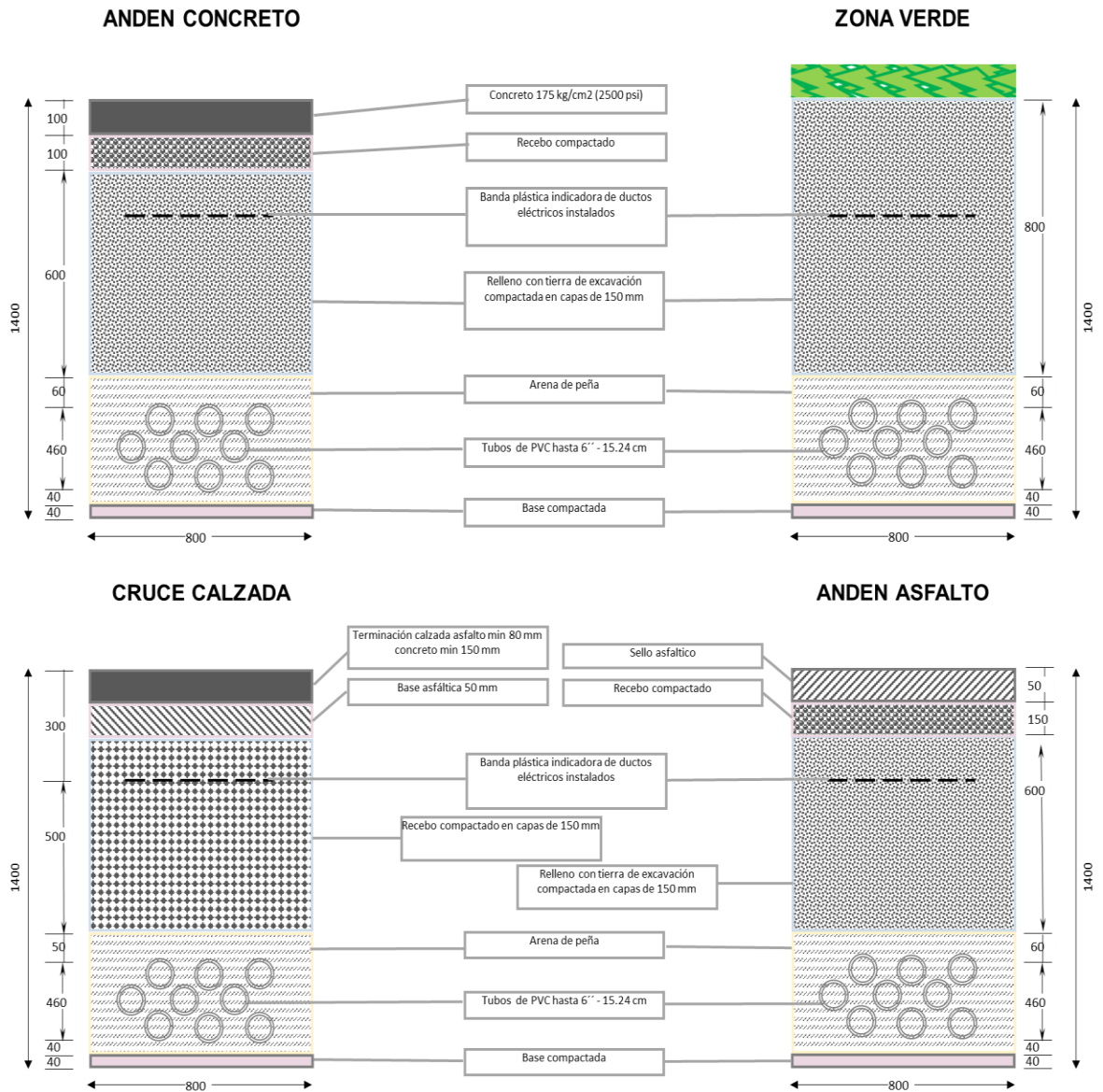
Para lograr una correcta compactación se dará a cada capa de material la humedad adecuada y la compactación se suspenderá cuando esta no presente más reducción de volumen. Se mantendrán estrictos controles de calidad para asegurar el contenido de humedad ideal y el número de repeticiones que garanticen una compactación de 95% para Bases y 95% para Sub-bases o arenilla de los obtenidos en el ensayo del Proctor Modificado.

Podrá utilizarse para el relleno los materiales que considere de la interventoría y previos análisis de laboratorio, presenten propiedades físicas y mecánicas apropiadas para lograr una compactación que garantice la resistencia adecuada y el mínimo asentamiento.



### 13.15.1 Perfiles para la canalización de ductos

Imagen 20 Perfiles tipo perforación

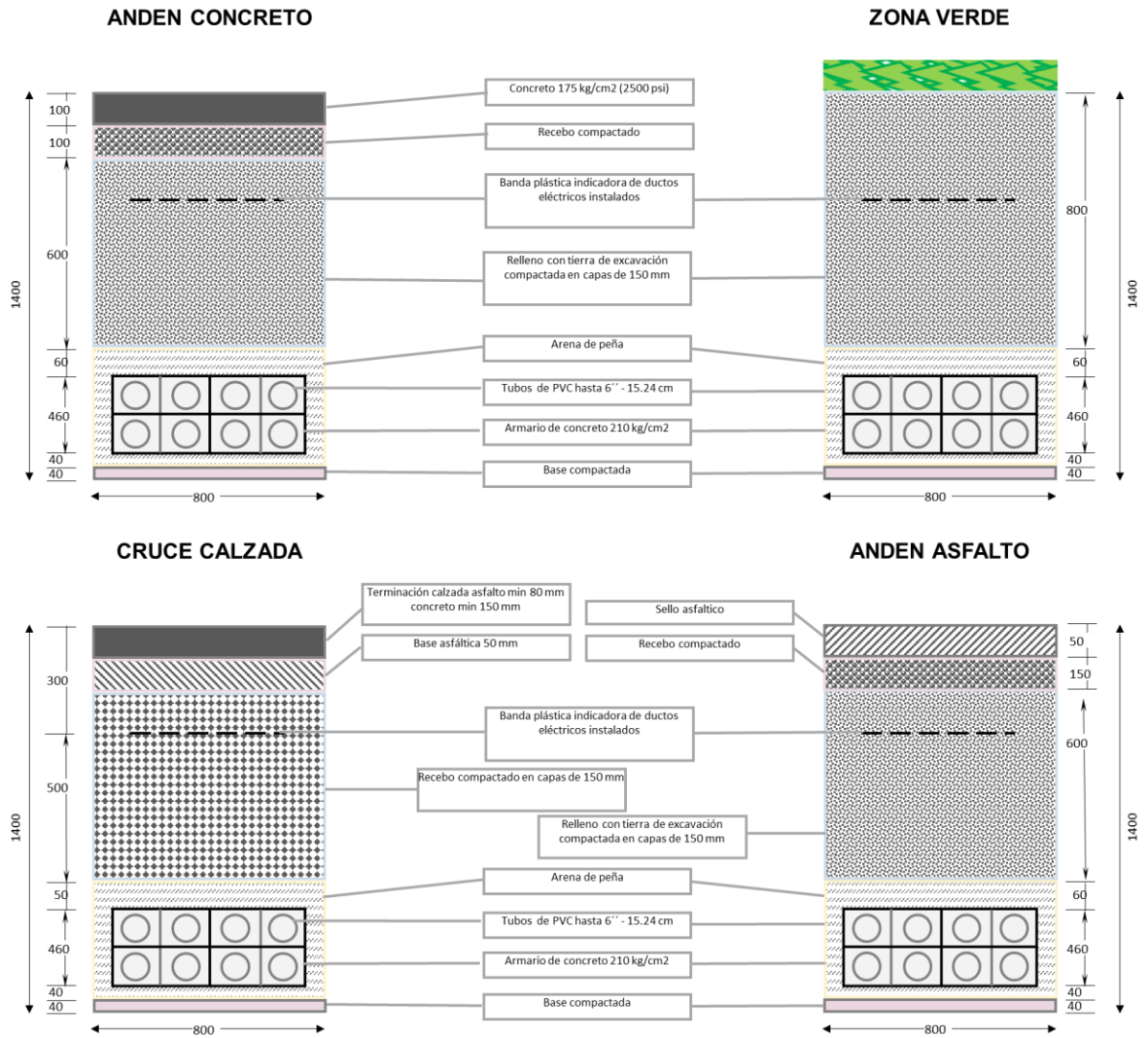


Fuente. Los Autores

**Notas:**

- Dimisiones en milímetros
- Las dimisiones están sujetas al diámetro de la tubería y los criterios de diseño y normas para la construcción e instalación

Imagen 21 Perfiles tipo excavación y armario



Fuente. Los Autores

**Notas:**

- Dimensiones en milímetros
- Las dimensiones están sujetas al diámetro de la tubería y los criterios de diseño y normas para la construcción e instalación
- El diseño de la cámara está determinado por el constructor y necesidad.

## **13.16 ACABADOS Y TERMINACIÓN DE LAS OBRAS**

Se debe tener la aprobación del interventor quien será el encargado de validar y garantizar la calidad de la ejecución, la obra se dará por terminada cuando se esté totalmente limpio el lugar o los lugares afectados por canalizaciones o cámaras, además los trabajos de rellenos, pavimentación y afirmados estén completamente terminados, así como la construcción de las cajas o cámaras deben estar revisados todos los conductos y ductos, para asegurarse que todo esté correcto.

## **13.17 CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS**

Para la construcción de las cámaras se debe contar con el espacio adecuado, ya que deben albergar todo el cableado de todos los operadores así como los ductos. Preferencialmente las cámaras se ubicarán en las esquinas sobre el andén con el fin de no realizar modificaciones o ampliaciones, bifurcaciones de cables entre otros, que no signifique la reubicación de alguna cámara debido al mal diseño de la red.

### **13.17.1 Distancia entre cámaras**

Depende de la ruta trazada para la instalación de los ductos, tipo y diámetro de los cables a ser tendidos, la pendiente del terreno, longitud de las calles y obstáculos urbanísticos que obligan a realizar cambios de dirección.

### **13.17.2 Tipos de cámaras**

Se deben construir cámaras con tapa desmontable, cubriendo toda la superficie y lo suficientemente resistente, las dimensiones van de acuerdo al diseño y los ductos a instalar, allí se pueden guardar o almacenar empalmes, cable extra, entre otros. No es recomendable construir las cámaras en zonas de circulación vehicular y al frente de edificios o viviendas, en caso de ser necesario se debe consultar con el interventor del proyecto su factibilidad.

Tabla 3 Cámara tipo F1

<b>CÁMARA TIPO F1</b>	
<b>Dimensiones: 0.60 x 0.75 metros distancia entre bordes internos</b>	
<b>Las especificaciones de la cámara son:</b>	
<b>1</b>	Placa piso en concreto de 2500 PSI (con caja de drenaje) o Filtro en grava se escogerá la base de la cámara de acuerdo al nivel freático encontrado.
<b>2</b>	Muros en mampostería de 12 x 24 x 6 centímetros, con mortero de pega 1:5 y recubrimiento en pañete mezcla 1:5 con un espesor mínimo de 2 centímetros, ancho total de muro 15 centímetros aproximadamente.
<b>3</b>	Anillo perimetral superior en concreto de 3000 PSI cuyas dimensiones son ancho: 15 centímetros, espesor: 10 centímetros, sobre recebo perimetral compactado.
<b>4</b>	Marco en ángulo de 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" con sus respectivos puntos de anclaje al concreto perimetral.
<b>5</b>	Tapas: 1 Unidad en platina de 2 1/4" x 1/4" fundida en Concreto de 3000 PSI
<b>6</b>	Profundidad: 1 metro

Fuente. Los Autores

Tabla 4 Cámara tipo 2F1

<b>CÁMARA TIPO 2F1</b>	
<b>Dimensiones: 1.20 x 0.75 metros, distancia entre bordes internos</b>	
<b>1</b>	Placa piso en concreto de 2500 PSI (con caja de drenaje) o Filtro en grava se escogerá la base de la cámara de acuerdo al nivel freático encontrado.
<b>2</b>	Muros en mampostería de 12 x 24 x 6 centímetros, con mortero de pega 1:5 y recubrimiento en pañete mezcla 1:5 con un espesor mínimo de 2 centímetros, ancho total de muro 15 centímetros aproximadamente.
<b>3</b>	Anillo perimetral superior en concreto de 3000 PSI cuyas dimensiones son ancho: 15 centímetros, espesor: 10 centímetros, sobre recebo perimetral compactado.
<b>4</b>	Marco en ángulo de 2 1/2" x 2 1/2" x 1/14" con sus respectivos puntos de anclaje al concreto perimetral.
<b>5</b>	Tapas: 2 Unidades en platina de 2 1/4" x 1/4", El concreto a usar debe ser de 3000 PSI.
<b>6</b>	Profundidad: 1 metro.

Fuente. Los Autores

Tabla 5 Cámara 0.50 x 0.50 metros

<b>CAMARA 0.50 X 0.50 METROS</b>	
<b>Las especificaciones de la cámara son:</b>	
<b>1</b>	Placa piso en concreto de 2500 PSI (con caja de drenaje) o Filtro en grava se escogerá la base de la cámara de acuerdo al nivel freático encontrado.
<b>2</b>	Muros en mampostería de 12 x 24 x 6 centímetros, con mortero de pega 1:5 y recubrimiento en pañete mezcla 1:5 con un espesor mínimo de 2 centímetros, ancho total de muro 15 centímetros aproximadamente.
<b>3</b>	Anillo perimetral superior en concreto de 3000 PSI cuyas dimensiones son ancho: 15 centímetros, Espesor: 10 centímetros, sobre recebo perimetral compactado.
<b>4</b>	Marco en ángulo de 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" con sus respectivos puntos de anclaje al concreto perimetral.
<b>5</b>	Tapas: 1 Unidad en platina de 2 1/4" x 1/4" fundida en Concreto de 3000 PSI
<b>6</b>	Profundidad Libre: 0.6 metros.

Fuente. Los Autores

Tabla 6 Cámara Codensa sencilla

<b>CAMARA CODENSA SENCILLA:</b>	
<b>Especificaciones Técnicas Norma Codensa CS-275</b>	
<b>1</b>	Base en recebo compactado.
<b>2</b>	Placa piso en concreto de 1:3:6 (con caja de drenaje) o Filtro en grava se escogerá la base de la cámara de acuerdo al nivel freático encontrado.
<b>3</b>	Muros en mampostería 12 x 24 x 6, con mortero de pega 1:5 y recubrimiento en pañete mezcla 1:5 con un espesor mínimo de 2 centímetros. Ancho de muro 15 centímetros aproximadamente.
<b>4</b>	Anillo perimetral superior en concreto de 2500 PSI cuyas dimensiones son ancho: 10 centímetro, espesor: 15 centímetro, sobre recebo perimetral compactado.
<b>5</b>	Marco en ángulo de 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16".
<b>6</b>	Tapas: 1 Unidad en platina de 2 1/4" x 3/16" y concreto de 4000 PSI
<b>7</b>	Desagüe 1 1/2" a 2 1/2"
<b>8</b>	Dimensiones: 0.69 x 1.19 metros, bordes internos.
<b>9</b>	Profundidad: 1.320 metros

Fuente. Los Autores

Tabla 7 Cámara Codensa doble

<b>CAMARA CODENSA DOBLE</b>	
<b>Especificaciones Técnicas Norma Codensa CS-276</b>	
<b>1</b>	Base en recebo compactado.
<b>2</b>	Placa piso en concreto de 1:3:6 (con caja de drenaje) o Filtro en grava se escogerá la base de la cámara de acuerdo al nivel freático encontrado
<b>3</b>	Muros en mampostería 12 x 24 x 6, con mortero de pega 1:5 y recubrimiento en pañete mezcla 1:5 con un espesor mínimo de 2 centímetros. Ancho de muro 15 centímetros aproximadamente.
<b>4</b>	Anillo perimetral superior en concreto de 2500 PSI cuyas dimensiones son ancho: 10 centímetros, espesor: 15 centímetros, sobre recebo perimetral compactado.
<b>5</b>	Marco en ángulo de 2 1/2" x 2 1/2" x 3/16".
<b>6</b>	Tapas: 2 unidades en platina de 2 1/4" x 3/16" y concreto de 4000 PSI
<b>7</b>	Desagüe 1 1/2" a 2 1/2"
<b>8</b>	Profundidad: 1.32 metros
<b>9</b>	Dimensiones: 1.49 x 1.19 metros, bordes internos.

Fuente. Los Autores

Tabla 8 Cámara Codensa vehicular

<b>CAMARA CODENSA VEHICULAR:</b>	
<b>Especificaciones Técnicas Norma Codensa CS-280</b>	
<b>1</b>	Base en recebo compactado.
<b>2</b>	Placa piso en concreto de 1:3:6 (con caja de drenaje) o Filtro en grava se escogerá la base de la cámara de acuerdo al nivel freático encontrado.
<b>3</b>	Muros doble en mampostería 12 x 24 x 6, con mortero de pega 1:5 y recubrimiento en pañete mezcla 1:5 impermeabilizado con un espesor mínimo de 2 centímetros. Ancho de muro 25 centímetros aproximadamente.
<b>4</b>	Tapas en ferro-concreto y/o hierro fundido
<b>5</b>	Placa superior en concreto de 3000 PSI
<b>6</b>	Desagüe 1 1/2" a 2 1/2"
<b>7</b>	Profundidad: 1.80 metros.
<b>8</b>	Dimensiones: 1.50 x 1.50 metros, bordes internos.

Fuente. Los Autores

### **13.17.3 Construcción de cámaras**

Una vez ubicada la cámara se demolerá el acabado del piso existente utilizando una cortadora de concreto.

A medida que avance la excavación se deben ejecutar retiros parciales de escombros y material sobrante en forma tal, que cuando se terminen los bordes superiores de los muros para el apoyo de la losa superior, no queden escombros.

- **Placa inferior**

Debe construirse en concreto con resistencia a la compresión de 3000 PSI, tendrá una pendiente del 5% hacia el sumidero ubicado en el centro para que el agua se acumule en el desagüe, para suelos arenosos se debe hacer una plataforma de apoyo.

- **Muros**

Serán en ladrillo sobre la losa inferior de la cámara, con dimensiones de 0,06 x 0.12 x 0.24 metros y se instalarán sobre el ancho de 0.12 metros, se pegan con mortero de arena y cemento.

- **Relleno lateral**

Puede ser con material seleccionado o recebo compactado y se coloca a medida que se va construyendo el muro lateral.

- **Placa superior**

Construidos y rematados la totalidad de los muros en ladrillo, recortados los ductos a ras de muro, instalados los adaptadores terminales de campana y emboquillados los ductos se procederá a construir la formaleta y la figuración del hierro de refuerzo de la losa superior. La formaleta se impregnará con ACPM para evitar la adherencia del concreto durante el desencofrado.

La losa superior de las cámaras localizadas en vía o andén se construirán en concreto con una resistencia de 3000 PSI y espesor de 20 centímetros, sobre dicha placa se construye el acabado de piso previsto en el diseño del pavimento o del andén intervenido.

El refuerzo de la placa superior estará constituido por varillas de 5/8 de pulgada, espaciadas a 15 centímetros. La armadura principal estará constituida por varillas

de 5/8 de pulgada espaciadas 15 centímetros, aplica para cámaras vehiculares Norma Codensa CS-280.

- Acero de refuerzo

Para el suministro, transporte, figuración, despiece y colocación del acero de refuerzo deberán observarse las normas contenidas en las NR-10, NTC: 161 y 2289; ANS/AWS D 1.4 en lo que al acero de refuerzo se refiere.

Cuando se requiera utilizar la malla electro-soldada esta deberá cumplir con las normas NR-10 y las NTC 1925 y 2310.

- Impermeabilización

Cuando las cámaras por razón de su ubicación, se localicen en la vecindad de una edificación, en zonas húmedas y muy permeables o en aquellas donde los estratos impermeables estén sometidos a la influencia de aguas erráticas o infiltraciones esporádicas, se impermeabilizarán las paredes interiores utilizando morteros especiales adicionados con un impermeabilizante químico en las cantidades y formas que estipule la casa fabricante.

#### **13.17.4 Reforma de cámaras**

Es una actividad muy frecuente en la construcción de canalizaciones la demolición de cámaras existentes que tienen cables y empalmes en servicio, para convertirlas a otro tipo, como tal se requiere de especial atención dado el elevado costo de reparación y los perjuicios ocasionados en caso de daño.

Por lo tanto, antes de proceder a la demolición de las cámaras se deben proteger los cables y los empalmes, mediante un tablado tipo formaleta, construido por debajo de la bóveda para que soporte los escombros resultantes de la demolición de la misma.



### **13.18 ACEPTACIÓN DE LA OBRA**

Para dar por finalizada la obra se debe presentar los siguientes documentos:

- Planos de la obra ejecutada en medio magnético y físico
- Los formatos de los archivos pueden ser en Word, Excel o Acrobat Reader, incluyendo las pruebas de los equipos de medición (calibración), formatos diligenciados sobre la disposición final de los escombros autorizados.
- Documentos donde sea presentada la calidad de los materiales utilizados para la ejecución de la obra.
- Pruebas de laboratorio de suelos.
- Carteras donde se especifique que tipo de cableado se ha instalado, cuanto metraje, que tipo de ducto fue usado, como están marcados los cables, que operadores hacen parte de la canalización.
- Documento de aceptación de la obra por parte del interventor.
- Recomendaciones y observaciones generales, citar los puntos que el constructor considere como críticos, donde tuvo mayor dificultad constructiva.
- Informes fotográficos del antes, durante y después de la obra.
- Firma del acta de entrega de la obra.

## 14. COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURA

Respecto al acceso y uso de la infraestructura en beneficio del sector, en particular, la Ley 1341 de 2009 estableció que uno de los fines que busca el Estado en la intervención del sector Tecnologías de la Información y la Comunicación (T.I.C.) es el de “ofrecer las garantías para el despliegue y el uso eficiente de la infraestructura y la igualdad de oportunidades en el acceso a los recursos escasos con el objeto de buscar la expansión, y cobertura para zonas de difícil acceso, en especial beneficiando a poblaciones vulnerables”<sup>15</sup>. En ese sentido, la misma Ley determinó que tanto las entidades del orden nacional, incluyendo la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (C.R.C.), como aquéllas de orden territorial estaban obligadas a adoptar todas las medidas necesarias para facilitar y garantizar el desarrollo de la infraestructura requerida.

El uso compartido de la infraestructura en Colombia se viene desarrollando y actualizando por la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (C.R.C.). Pero los operadores de telecomunicaciones han presentado restricciones para adoptar estas nuevas metodologías, dentro de las principales limitaciones está (ver Tabla 9).

---

<sup>15</sup> Senado de la Republica. Ley 1341 de 2009. Artículo 4to. Numeral 6. Bogotá : 2009. 34 p.

Tabla 9 Restricciones a la Compartición de Infraestructura en Colombia

<b>Jurídicas</b>	Obtener derechos de vías y servidumbres
	Propiedad privada
	Falta normatividad legal y regulación en los sectores de la construcción
	limitaciones por planes de ordenamiento territorial, relacionados con temas ambientales, estéticos, de conservación de zonas históricas y uso del espacio público
<b>Técnicas</b>	Aspectos de seguridad y de calidad para los servicios propios y prestados
	incremento de los riesgos sobre la operación
	Dificulta en el mantenimiento y diferencia de normativas privadas
<b>Económicas</b>	Normalizar criterios para derivar los costos de compartición y construcción de infraestructura (subterranización)

Fuente: Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (C.R.C.). Revisión de las condiciones de compartición de infraestructuras y redes de otros servicios en la prestación de servicios de telecomunicaciones bajo un esquema de costos eficientes. Página 17. 2019.

Dentro del modelo para estimar el costo y definir los criterios de compartición de ductos esta:

*“Inversión mensual de ductería (\$ / ducto / mes): El modelo desarrollado desagrega los costos de ductería dependiendo del número de ductos en cada canalización, la relación entre cámaras y cajas de paso, el tipo de red (eléctrica y telefónica), entre las más importantes”<sup>16</sup>.*

Actualmente en Bogotá el sector económico donde se comparte infraestructura es el energético, pero su primer mecanismo de utilización son los postes eléctricos y como segunda alternativa se encuentra los ductos.

El análisis realizado para diferentes países respecto a los costos de la compartición se tiene como resumen (ver Tabla 12).

<sup>16</sup> Comisión de Regulación de Telecomunicaciones. Revisión de las condiciones de compartición de infraestructuras y redes de otros servicios en la prestación de servicios de telecomunicaciones bajo un esquema de costos eficientes. Bogotá : 2019. p 32.

Tabla 10 Resumen de las experiencias internacionales respecto a la fijación de precios de compartición

País	Otorgar acceso a la infraestructura	Tarifa tope	Regulación de aspectos técnicos
Perú	Si	Sí. Se determinaron unas fórmulas tarifarias para servicios asociados	No
Chile	Si		No
Brasil	Si		Sí. Se determinó que los operadores de telecomunicaciones deben seguir el plan de ocupación de infraestructura
México	Si		Sí. Se definen condiciones en relación con el espacio de instalación de redes de telecomunicaciones
Argentina	Si		Propuesta en proceso de aprobación. Fórmulas determinadas para establecer la capacidad excedente de la infraestructura pasiva
Portugal	Si		No
España	Si		No

Fuente: Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (C.R.C.). Revisión de las condiciones de compartición de infraestructuras y redes de otros servicios en la prestación de servicios de telecomunicaciones bajo un esquema de costos eficientes. p 70.

#### 14.1 COMPARTIR INFRAESTRUCTURA EN LA LOCALIDAD DE CHAPINERO

En caso de infraestructura subterránea ya existente es recomendable realizar un modelo de alquiler, así determinar el costo total que debe pagar cada operador del servicio al propietario como se muestra en la Tabla 13, esto con el fin de evitar que se realicen obras innecesarias al duplicar canalizaciones.

Tabla 11 Fórmulas para definir el rango de tarifa de remuneración por compartición de infraestructura

Componente	Criterios	Formulación
<b>Costo de propiedad</b>	Cálculo en términos de costo anual equivalente con base en el costo de reposición a nuevo de acuerdo con la metodología de la Resolución CREG 097 de 2008. Tasa de retorno reconocida o regulada del sector eléctrico.	$Vr_i = I_i * \left[ \frac{Tdm}{1 - (1 + Tdm)^{-V_i}} \right]$ <p>Donde:</p> <p><math>Vr_i</math>: valor mensual de la inversión  <math>I_i</math>: valor de la inversión de la infraestructura a compartir a costos actuales de reposición (con base en los activos utilizados para conformar las Unidades Constructivas de que tratan las Resoluciones CREG 097 de 2008 y 011 de 2009)  <math>Tdm</math>: tasa de descuento del sector eléctrico  <math>V_i</math>: vida útil del activo</p>
<b>Costos de administración, operación y mantenimiento</b>	Se utiliza el porcentaje de AOM de la Resolución CREG 097 de 2008 sobre el costo de propiedad calculado con el valor de la infraestructura a costos de reposición a nuevo de acuerdo con la metodología de la Resolución CREG 097 de 2008.	$AOM = P\% * I_i$ <p>Donde:</p> <p><math>AOM</math>: valor mensual por administración, operación y mantenimiento aplicado a la infraestructura incluyendo los costos incrementales generados por la compartición  <math>P\%</math>: porcentaje reconocido por administración, operación y mantenimiento según el sector del propietario  <math>I_i</math>: valor de la recuperación de la inversión.</p>
<b>Criterio de distribución de costos</b>	En relación con el costo de propiedad y los costos de administración, operación y mantenimiento, en principio la distribución se haría en función del uso que cada empresa que comparte haga de la infraestructura	$Fd_{Vr_i-AOM} = Ue/Uo$ <p>Donde:</p> <p><math>Fd_{Vr_i-AOM}</math> factor de distribución de costos de propiedad y costos de administración, operación y mantenimiento.  <math>Ue</math>: Unidades de desagregación técnica en unidades de longitud, área u otra</p>

Continuidad tabla 11.

Componente	Criterios	Formulación
		aplicable a cada caso. <i>Uo</i> : Capacidad efectiva del elemento en unidades de longitud, área u otra aplicable a cada caso.
<b>Límite superior de rango de fijación de tarifa</b>	Se integran los conceptos de costos totalmente distribuidos más los costos incrementales de la compartición	$Tar_{comp,max} = (Vr_i + AOM) * \left(\frac{Ue}{Uo}\right)$ <p>Donde:  <i>Tar<sub>Comp,max</sub></i>: tarifa máxima por compartición de infraestructura  <i>Vr<sub>i</sub></i>: valor de la recuperación de la inversión.  <i>AOM</i>: valor por administración, operación y mantenimiento aplicado a la infraestructura incluyendo los costos incrementales que genera la compartición.  <i>Ue</i>: Unidades de desagregación técnica en unidades de longitud, área u otra aplicable a cada caso.  <i>Uo</i>: Capacidad efectiva del elemento en unidades de longitud, área u otra aplicable a cada caso.</p>

Fuente Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (C.R.C.). 2012.

Para poder llevar a cabo la canalización (obra nueva) en todo el sector de chapinero sin que este trabajo resulte demasiado costoso, es necesario que dichos trabajos se realicen de manera compartida, es decir que todos los operadores de servicios de telecomunicaciones tengan un acuerdo en donde contraten un constructor que realice la obra y los gastos sean divididos por partes iguales, de esta manera todos pueden tener acceso las veces que sea necesario para realizar alguna reparación o adicionar un cable y no es necesario realizar un pago por razón de arrendamiento.

Lo anterior significa que el costo a pagar será por única vez y una inversión que a largo plazo resulta beneficiosas para las empresas involucradas, teniendo en cuenta que se está ahorrando un cobro mensual o anual (dependiendo como lo maneje el propietario) por el arriendo de la infraestructura.

## **15. PROPUESTA DE NORMA PARA ESTANDARIZAR PROTOCOLO CONSTRUCTIVO EN REDES TELEMÁTICAS**

### **15.1 DIAGNOSTICO NORMATIVO**

Existen barreras para la instalación de infraestructura subterránea que involucra autoridades nacionales y territoriales, ya que cada una contempla especificaciones diferentes en dichos aspectos.

Las normas actuales son una guía técnica y no de carácter reglamentario de uso obligatorio, como es el caso del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) que recurre en sanciones penales a profesionales que incurran en faltas a dicha reglamentación, esto ha generado que los operadores no se expandan a la necesidad actual y se continúen deteriorando el ambiente y los recursos creando brechas entre ciudades o municipios.

### **15.2 PROPUESTA SOBRE NORMATIVIDAD**

Construir y divulgar un Reglamento Nacional encargado de regular las condiciones y obligaciones para la implementación y expansión de las telecomunicaciones, dicha reglamentación podría contener inicialmente los siguientes capítulos:

- A. Políticas y definiciones sobre implementaciones de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (T.I.C.):
  - Definir todos los criterios a tener en cuenta sobre el Reglamento Nacional, aclarando las definiciones que se deben tener para la implementación y construcción de redes de telecomunicaciones.
- B. Competencia territorial y autoridad regulatoria:
  - Capacidad y limitación que debe llegar a tener cada autoridad, especificando criterios del uso del suelo.

- C. Obligaciones del gobierno nacional y empresarial:
  - La administración vigente debe cumplir con deberes y velar por el cumplimiento de dicha norma.
- D. Normas de uso del suelo:
  - Delimitar el poder de cada ciudad, con el fin de sincronizar todas las necesidades de implementación y construcción de redes de telecomunicaciones.
- E. Requisitos técnicos de las instalaciones:
  - Manual técnico para el desarrollo constructivo de redes telemáticas e instalaciones en el espacio público Nacional.
- F. Estudio de compartición de infraestructura:
  - Modelos de compartición para construcciones nuevas o de alquiler de infraestructura ya ubicada en el sector.
- G. Certificados y licencias:
  - Estudios obligatorios como ambientales y sociales para asegurar el desarrollo adecuado de los proyectos y certificación de equipos y personal.
- H. Evaluación estructural:
  - Diseños estructurales alienados con las normas en su respectivo campo (vías, estructuras y eléctricos).
- I. Diseños requeridos:
  - Estudio de suelos
  - Estudio de cimentación
  - Diseños de cámaras y zanjas
  - Estudio perforaciones alternas
  - Evaluación de cargas
  - Requisitos de planos
  - Levantamientos topográficos y del sub suelo.



## 16. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Durante el estudio de las diferentes alternativas para desarrollar proyectos de infraestructura civil en instalación de redes telemáticas, se encontraron varias diferencias como económicas y técnicas que pueden llegar a definir el modelo para futuros propósitos.

- I. Técnicamente el proceso de instalación tipo poste puede llegar a ser más práctico y rápido, pero presenta deficiencia en el cumplimiento de la norma, también genera un deterioro visual y problemas de seguridad en la red y el espacio público.
- II. Para el caso del procedimiento tipo zanja, se presentan diferentes métodos de perforación y construcción, los cuales puede ser analizados para las condiciones de cada sector y proyecto, así:
  - a. En el caso del método de perforación horizontal evita crea excavaciones abiertas y se puede utilizar en diferentes terrenos.
  - b. Para el método de perforación dirigida se requiere maquinaria pesada y es utilizado para proyectos con longitudes grandes.
  - c. La perforación por el método de micro zanjas es técnicamente más rápida y económica, pero se debe modificar capas asfálticas ya construidas.
- III. Teniendo en cuenta el estado desactualizado de redes subterráneas de Bogotá y en el sector de chapinero, se debe tener en cuenta alternativas de localización moderna que permitan identificar las redes de servicios públicos y telemáticos para poder definir el mejor método de excavación e instalación.
  - a. Geolocalización por equipos con tecnología tipo radar puede llegar a ser una alternativa fundamental para crear mapas de una ciudad, evitando sobre coste y optimización en los tiempos.

## 17.COMPARATIVO TÉCNICO

Tabla 12 Comparativo técnico

Poste	Canalización
1. Concreto reforzado, circulares compactos, vibrados o centrifugados, con carga mínima de rotura 510 kilogramos sobre centímetro cuadrado y las longitudes pueden ser de 8, 9, 10, 12, 14, 18 metros.	1. Replanteo y diseño de la red de canalización, con planos claros de los datos necesarios para la construcción.
2. Deben cumplir con la norma Icontec NTC1329.	2. No se deben instalar ductos en los mismos ejes de las tuberías de acueductos, alcantarillado, gas, empresas eléctricas y semaforización,
3. Pueden variar según las exigencias del trabajo a desarrollar pero tanto los postes vibrados como centrifugados deben tener mas mismas características geométricas y estructurales.	3. El corte se debe hacer únicamente con herramientas especiales, es decir evitar el uso de herramientas manuales como martillo, esto con el fin de mantener la geometría exacta de la canalización
4. Los postes en concreto deben tener un superficie lisa, no se aceptan si presentan fisuras, grietas, desprendimiento de concreto y cualquier imperfección que pueda afectar la estabilidad del mismo.	5. Instalación de los tubos en PVC, debe realizarse de manera ordenada con la separación exacta para evitar posibles daño una vez se instale el cableado.
5. Se deben ubicar en puntos estratégicos que no afecte el paso vehicular o peatonal.	5. La construcción deberá ser realizada en la zona del andén, si se requiere bajar a calzada vehicular será con autorización y supervisión.
6. Los hoyos que sostienen deben tener el diámetro adecuado, la profundidad es 1/10 de la altura del poste mas 0,6 metros.	6. La profundidad mínima de la instalación de ductos será 0.65 metros excluyendo el recorrido por vías el cual será mínimo a 0,80 metros cota clave. El ancho mínimo de las zanjas para la instalación de tubería será de 0.30 metros.
7. Se debe tener encuentra la estabilidad del terreno, dependiendo de esto la profundidad puede aumentar.	7. Para realizar las perforaciones se debe tener en cuenta el tipo de terreno y la estabilidad del mismo, así como en los cortes del pavimento.
8. El relleno de los hoyos una vez hincado los postes, es con el mismo material de excavación.	8. El relleno de la canalización se debe hacer con recebo, bese granular o subbase granular de máximo 1" compactado a 15 centímetros.
9. Deben colocarse bien rectos.	9. Una vez terminada la obra el lugar debe dejar en las mismas condiciones iniciales.

Fuente. Los Autores

La Tabla 13 se realiza un comparativo técnico constructivo entre la fabricación e instalación de un poste y la obra de una canalización, esto con el fin de evidenciar las ventajas y desventajas de cada uno.

### Ventajas de los postes

- Los postes son prefabricados y se llevan al lugar de la obra para ser instalados, esto quiere decir que la duración del cerramiento del lugar donde se ubica es muy corto lo que evita congestiones.
- Cuentan con una norma estandarizada para su fabricación.
- Al ser un sistema constructivo antiguo existe una gran variedad de empresas que se dedican a dichos trabajos.
- Requiere de poca maquinaria.
- No es necesario contar con gran cantidad de trabajadores.
- El mantenimiento es a mediano o largo plazo.

### Desventajas de los postes

- El traslado al lugar donde se va a ubicar es complejo y demorado.
- La instalación requiere de exactitud y se corren riesgos de ruptura o accidentes.
- Antes de ubicar un poste se debe evaluar bien el sitio de instalación, porque afecta la estética del lugar y también la cantidad de cableado a usar.
- Si el terreno cuenta con poca estabilidad es necesario realizar excavaciones más profundas para brindar la resistencia necesaria a la estructura.
- Existen postes de materiales diferentes al concreto, como madera o acero, los primeros son poco amigables con el medio ambiente y los segundos requieren de mantenimiento constante para evitar cualquier tipo de corrosión.
- Se corre riesgo por alguna eventualidad natural como temblores, inundaciones o lluvias eléctricas.
- Es una construcción inestable en la medida en que tiene poca resistencia.

### Ventajas de canalización

- Es un trabajo estético y amigable con el medio ambiente.
- Es seguro para las personas.
- Se ajusta a una visión de ciudad moderna y ordenada.
- Al no exponer el cableado este corre menos riesgo de daños.
- No se requiere de excavaciones muy profundas.
- La estabilidad del terreno no es un impedimento para su ejecución.
- Se requiere poco mantenimiento.
- Poca probabilidad de incendios.
- Ubicación metódica en el cableado instalado.
- En caso de alguna eventualidad natural como temblores es menor el riesgo de afectaciones.
- El proceso constructivo no requiere de mayor exactitud.
- Facilitan la ampliación de la red de telecomunicaciones.
- La instalación del cableado resulta más sencilla, porque se ubica todo en la misma canalización.
- En el caso donde se vaya a realizar una obra vial, simultáneamente se puede aprovechar para efectuar la subterranización del cableado lo que disminuye costos y tiempo de ejecución.

### Desventajas de canalización

- Ser requiere mayor cantidad de trabajadores y maquinaria especializada.
- El tiempo de la obra es largo, lo que afecta el tránsito peatonal y vehicular.
- Es necesario realizar un buen diseño y estudios preliminares.
- Como no se cuenta con planos de las redes subterráneas de chapinero Bogotá, se corre el riesgo de realizar la excavación y generar rupturas en los ductos de servicios como agua y gas natural.

## 18.COMPARATIVO ECONÓMICO

Tabla 13 Comparativo económico

Costo poste		Canalización
1. Materiales	\$ 852,770.10	1. Según estudios realizados por Codensa la inversión requerida para subterranizar el 60% del cableado aéreo de Bogotá esta por el valor de 4 billones de pesos
2. Equipo	\$ 212,126.25	
3. Mano de obra	\$ 90,084.21	
4. Herramienta menor	\$ 40,499.61	
<b>5. Total costo directo</b>	<b>\$ 1,195,480.17</b>	
Para el 2019 se contaba con 965,000 postes en Bogotá el cual 48,250 están ubicados en el sector de chapinero. Teniendo en cuenta el costo promedio por poste, se estima que el valor de los postes en el sector es de 57 Mil millones de pesos		

Fuente. Los Autores

Tabla 14 Presupuesto Proyecto Mérida

Presupuesto Resumen	Valor	Unidad
Total partida de obra civil	\$ 71,039	€
Total partida de elementos pasivos y electrónicos de red	\$ 51,228	€
Total partida de seguridad y salud	\$ 3,041	€
Total gestión de residuos	\$ 2,431	€
Total Estudios ambientales y de suelos	\$ 3,410	€
<b>Importe total de ejecución</b>	<b>\$ 131,149</b>	€
13% de gastos generales	\$ 16,606	€
6% beneficio industrial	\$ 7,664	€
<b>Total de gastos</b>	<b>\$ 24,270</b>	€
<b>Subtotal sin impuestos</b>	<b>\$ 155,419</b>	€
Impuestos 21%	\$ 32,638	€
<b>Importe total de ejecución de la obra</b>	<b>\$ 188,057</b>	€
<b>Importe total de ejecución de la obra</b>	<b>\$ 809,209,228</b>	COP

Fuente. Modificado por Los Autores Puede ser consultado en <https://docplayer.es/17547456-Proyecto-tecnico-para-el-despliegue-de-fibra-optica-en-los-edificios-publicos-de-la-ciudad-de-merida-presupuesto-pag.html>

En la tabla 15 se presenta el costo del proyecto técnico para el despliegue de fibra óptica en los edificios públicos de la ciudad de Mérida (México) para conectar en promedio 1 kilómetro.

Dentro del comparativo económico (ver Tabla 14) para el sector de chapinero es válido tener en cuenta que actualmente de 48.250 postes instalados su costo promedio es de \$57.900.000.000 y subterranizar los 250 kilómetros de red telemática del sector costaría \$178.200.000.000. Es claro que se debería realizar una inversión mayor al 200% en comparación con la instalación de postes eléctricos.

Tabla 15 Valor anual máximo de la remuneración por compartición de infraestructura eléctrica para la prestación de servicios de telecomunicaciones (2013 - 2019)

Elemento	Valor Tope de compartición* (\$/unidad) - 2013	Valor Tope de compartición* (\$/unidad) - 2019**
<b>Espacio en poste de 8 m</b>	32.466	38.973
<b>Espacio en poste de 10 m</b>	36.523	43.843
<b>Espacio en poste de 12 m</b>	40.581	48.715
<b>Espacio en poste de 14 m</b>	63.200	75.867
<b>Torres de redes de STR 115kV</b>	1.087.482	1.305.447
<b>Torres de redes de STN con voltaje inferior a 230 kV</b>	994.421	1.193.734
<b>Torres de redes de STN con voltaje superior a 230 kV</b>	1.486.043	1.783.892
<b>Ducto</b>	6.284	7.544

Fuente: Resolución Comisión de Regulación de Comunicaciones (C.R.C.) 5283 de 2017.

Dentro de los beneficios de instalar por método de ducto es el costo de compartición que promueve la Comisión de Regulación de Comunicaciones (C.R.C.). Los factores de daño bajan, mayor rendimiento en la red, versatilidad, seguridad, velocidad, funcionalidad máxima y capacidad de ampliación.

## 19.RECOMENDACIONES

- Reglamentar en una sola norma el proceso administrativo y constructivo de implementación en redes telemáticas.
- Acordar con todos los operadores la norma de compartición buscando optimización en los costos y mejor servicio al usuario final.
- Realizar estudios detallados del estado y ubicación de las redes de servicios públicos y telemáticos subterráneos en Chapinero Bogotá.
- Adoptar nuevas tecnologías en excavación y perforación con el fin de implementar más proyectos en Bogotá
- Realizar estudios de nuevas alternativas de identificación tipo radar para crear un mapa de redes subterráneas en sectores como Chapinero Bogotá.
- El gobierno nacional debería invertir y promover avances en zonas con mayor impacto social, donde sé que requiere mejor conectividad y presencia continua de los servicios de la información y la comunicación.
- Las condiciones actuales (Pandemia) han demostrado la necesidad de conectividad sin intermitencia en diferentes lugares, la adaptación a la nueva normalidad del país implica mejorar el servicio en cuanto a calidad y cobertura en las redes de telecomunicaciones.
- El sistema de subterranización a nivel constructivo requiere mayor tiempo de ejecución, pero a mediano y largo plazo es la mejor alternativa porque permite un sistema de cableado ordenado y seguro para el sector.
- Controlar la elaboración e implementación de proyectos nuevos (tipo poste) para evitar doble inversion.
- Incluir dentro de las normas locales algunos procesos internacionales para adelantar el desarrollo constructivo buscando siempre las mejores prácticas.
- La norma que se recomienda en esta investigación debería ser elaborada en conjunto con todos los sectores involucrados para una mejor adaptación e implementación.

## 20. CONCLUSIONES

Con respecto a los objetivos planteados inicialmente para este trabajo investigativo, se cumplieron tanto el general como los específicos y adicional es posible concluir:

- Tanto en el sector de chapinero como en todo el territorio nacional hace falta un organismo de control, que se encargue de evaluar, dirigir y vigilar a todas las entidades presentadoras de los servicios de telecomunicaciones, en cuanto al manejo que se le da al espacio público, por esta razón actualmente se presentan los accidentes, fallas y problemas de contaminación visual.
- Se requiere construir una norma reglamentaria a nivel nacional que promueva el avance de proyectos constructivos en redes telemáticas y penalice a las entidades que no se ajusten a dichos requerimientos.
- Bogotá presenta falencias para obtener información de planos, provocando atrasos en la ejecución de proyectos de subterranización.
- Los costos de subterranización del cableado telemático son evidentemente mayores a los costos de instalación por poste, pero estos costos se pueden ver beneficiados a largo plazo, ya que se deben hacer menos reparaciones en el cableado y ocurren menos accidentes tanto peatonales como automovilísticos.
- El sector de chapinero por su topografía y aglomeración de personas, está dentro de las zonas con mayor intermitencia en la red de telecomunicaciones, ubicándose en primer lugar para la ejecución de proyectos de subterranización.
- A nivel internacional se cuenta con un avance significativo en comparación a Colombia en temas de despliegue de infraestructura, con tecnologías de localización de redes telemáticas y servicios públicos.
- El costo de subterranización puede igualar a la construcción tipo poste en sectores específicos y con métodos alternativos como perforación dirigida, micro zanjas o perforación horizontal.



- Existen diferentes códigos enfocados en procesos constructivos, pero están divididos por cada sector y empresa, provocando diferencias importantes al momento de desarrollar este tipo de proyectos.
- Según el análisis el mejor método de subterranización para el sector de chapinero es perforación horizontal siempre y cuando se realicen estudios de identificación de redes existentes en el suelo, sin importar que sea manual o por tecnología de radar.
- En el caso del sector de chapinero que tiene presencia de todos los servicios públicos y todas las empresas de telecomunicaciones, se debe acordar métodos de compartición y construcción en conjunto.
- Se debe realizar acuerdos concretos para aceptar y promover la compartición de infraestructura. con el fin de mitigar los costos de implementación.
- En el anexo “manual técnico para el desarrollo constructivo de redes telemáticas e instalaciones en el espacio público del sector de Chapinero Bogotá”, se crea criterios generales que se pueden tener en cuenta en futuros reglamentos.
- Por parte de la investigación y el desarrollo del trabajo investigativo cabe resaltar que el documento abarca la mayoría de los temas vistos en el transcurso del pregrado como ingenieros civiles, lo que puede demostrar la capacidad y conocimientos adquiridos.

## 21. BIBLIOGRAFÍA

### Documentos:

Grupo Enel-Codensa (2018). "Instructivo de operación para la utilización de Postes y Ductos de Energía para Redes de Telecomunicaciones". Bogotá Colombia

Comisión de regulación de comunicaciones de la república de Colombia (2016), "Código de buenas prácticas para el despliegue de redes de comunicación". Colombia

Gandour Consultores y Empresas Públicas de Medellín EPM (2011) "Propuesta técnica-normativa para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones". Colombia

AETIC (2005) "Código de Buenas Prácticas Para la Instalación de Infraestructura de Telefonía Móvil". España.

Grupo de Estudio y Análisis del Espacio Público (2018). "Política Distrital de espacio público (PDEP)". Colombia

Andrew, T.N y Petkov, D. (2003) "The need for a Systems thinking approach to the planning of rural telecommunications infrastructure". Telecommunications Policy, 27.

Bauer, J. (2010) "Regularion, Public Policy, and Investment in Communications Infrastructure". Telecommunications Policy, 34.

Hudson, H. E. (1984). When telephones reach the village: The role of telecommunications in rural development. New Jersey: Ablex Publishing Corporation.

HERRIZAINGO SAILA y DEPARTAMENTO DE INTERIOR GOBIERNO VASCO (2016) "Especificaciones técnicas para la instalación de cable de fibra óptica". País Vasco, 49.

Telecom Regulatory Authority of India (2011) "Recommendations on Telecommunications Infrastructure Policy". New Delhi.

## **Legislación y normativa**

República de Colombia, Congreso de la República: Ley 388 de 1997 “Ley de Desarrollo Territorial”.

República de Colombia, Congreso de la República: Ley 555 de 2000 “Regulación en la prestación de los Servicios de Comunicación Personal (PCS)”

República de Colombia, Congreso de la República: Ley 680 de 2001 reforma de las Leyes 14 de 1991, 182 de 1995, 335 de 1996 “Se autoriza la inversión extranjera en sociedades concesionarias”

República de Colombia, Congreso de la República: Ley 1151 de 2007 “Plan Nacional de Desarrollo”

República de Colombia, Congreso de la República: Ley 1341 de 2009. “La investigación, el fomento, la promoción y el desarrollo de las Tecnologías de la información y las comunicaciones”

República de Colombia, Congreso de la República: Ley 142 de 1994 “Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”

República de Colombia, Congreso de la República: Ley 1421 de 1993 "Por el cual se dicta el régimen especial para el Distrito Capital de Santa Fe de Bogotá”

República de Colombia, Congreso de la República: Ley 1450 de 2011. “Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: Prosperidad Democrática”

República de Colombia, Congreso de la República: Ley 143 de 1994. “Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética”

## **Decretos nacionales:**

República de Colombia, Presidencia de la República: Decreto Ley 2150 de 1995 “Por el cual se suprimen y reforman regulaciones, procedimientos o trámites innecesarios existentes en la Administración Pública”

República de Colombia, Presidencia de la República: Decreto 195 de 2005 "Por el cual se adopta límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas y se dictan otras disposiciones"

República de Colombia, Presidencia de la República: Decreto 1469 de 2010 "Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se expiden otras disposiciones"

### **Otra normativa:**

República de Colombia, Departamento Administrativo de Planeación Distrital de Bogotá D.C.: Resolución 033 de 2001

República de Colombia, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.: Decreto Distrital 317 de 2006

República de Colombia, Secretaría Distrital de Movilidad: Resolución 011 de 2018. "Por la cual se definen las condiciones para la inscripción de los vehículos exceptuados por el artículo 4 del Decreto 575 de 2013"

### **Artículos Web:**

MARLEW Conductores Eléctricos. Procedimientos recomendados para la instalación de cables. En: Marlew Apéndice Técnico [en línea]. (2015). Disponible en:<[https://www.marlew.com.ar/apendice\\_tecnico/recomendaciones/procedimiento\\_sparalainstalaciondecable/](https://www.marlew.com.ar/apendice_tecnico/recomendaciones/procedimiento_sparalainstalaciondecable/)> [citado en 15 de noviembre de 2020]

Cerón John. Enterrar la maraña de cables costaría lo de dos troncales de TM. En: El Tiempo [en línea]. (26 ene., 2019). Disponible en:<<https://www.eltiempo.com/bogota/enterrar-la-marana-de-cables-en-bogota-costaria-lo-de-dos-troncales-de-tm-319476>> [citado en 15 de noviembre de 2020]

CYPE Ingenieros S.A. Generador de Precios Espacios urbanos Colombia. En: Software para Arquitectura, Ingeniería y construcción [en línea]. (2015). Disponible en:<[http://www.colombia.generadordeprecios.info/espacios\\_urbanos/Instalaciones/](http://www.colombia.generadordeprecios.info/espacios_urbanos/Instalaciones/)>

Urbanas/Lineas\_aereas/Apoyo\_de\_concreto.html> [citado en 15 de noviembre de 2020]

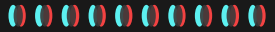
Norte Exprés. Eliminan redes eléctricas grapadas a fachadas en Vitoria. En: Norte Exprés [en línea]. (27 ago., 2019). Disponible en:<<https://nortexpres.com/eliminacion-redes-electricas-grapadas-a-fachadas-en-vitoria/>> [citado en 15 de noviembre de 2020]

Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. En: Real Academia Española [en línea]. (2020). Disponible en: < <https://dle.rae.es/>> [citado en 16 de noviembre de 2020]

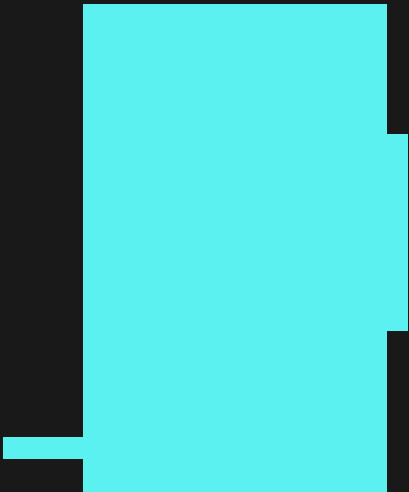
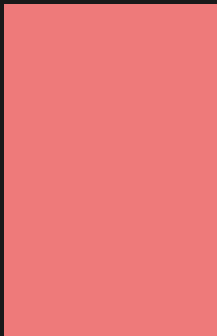
Oxford Languages. Oxford Dictionary. En: Oxford Languages [en línea]. (2020). Disponible en: <<https://languages.oup.com/dictionaries>> [citado en 16 de noviembre de 2020]

## **22. ANEXOS**

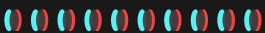
- 1. Manual técnico para el desarrollo constructivo de redes telemáticas e instalaciones en el espacio público del sector de Chapinero Bogotá**



# Manual técnico para el desarrollo constructivo de redes telemáticas e instalaciones en el espacio público del sector de Chapinero Bogotá



Universidad Católica de Colombia  
Proyecto de Grado para el Programa de Ingeniería Civil  
2020





# Manual técnico para el desarrollo constructivo de redes telemáticas e instalaciones en el espacio público del sector de Chapinero Bogotá

Elaborado:  
Natalia Julieth Gómez Moreno  
Fabian Leonardo Gerena Paez







# 01.

## Enfoque de la propuesta

- 1.1 Introducción
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Campo de aplicación

# 02.

## Compartir Infraestructura

- 2.1 Compartir infraestructura subterranizada

# 03.

## Subterranización de infraestructura

- 3.1 Subterranización de infraestructura
- 3.2 Técnicas de subterranización

# 04.

## Normatividad

- 4.1 Diagnostico normativo
- 4.2 Propuesta de Norma para estandarizar protocolo constructivo en redes telemáticas

# 05.

## Conclusiones

# 06.

## Bibliografía





# 01. Enfoque de la propuesta



# 1.1 INTRODUCCIÓN



Actualmente el despliegue Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (T.I.C.), es prioridad en la mayoría de países y sobretodo las grandes potencias donde se busca construir ciudades inteligentes y amigables con el planeta.

Colombia debe avanzar en esta nueva propuesta de mejora y esto conlleva a una gran oportunidad para los encargados de construir y organizar el espacio público que requiere de tiempo, no es un proceso fácil y sencillo cuando se habla de una ciudad como Bogotá donde se cuenta con aproximadamente 8.000.000 habitantes y actualmente crece de manera exponencial.

La mayoría del espacio público está diseñado sin pensar en equipo y en beneficio de todos, es de vital importancia crear un orden no solo para implementar belleza urbanística si no para garantizar seguridad a los habitantes, el problema de esto es ¿Cómo se haría?, ¿Qué es necesario para esto?, ¿Cuáles son los beneficios?, ¿Cuáles son los costos?, y ¿Realmente vale la pena?.



Fuente: Código de buenas practicas Ministerio de tecnologías de la información y la comunicación, "Cuidad conectada", 2016



# 1.2 OBJETIVOS



## Uno



Crear un protocolo para el desarrollo constructivo de redes telemáticas e instalaciones en el espacio público del sector de chapinero Bogotá.

1

## Dos



Investigar los alcances constructivos en la subterranización de cableado de los operadores que ofrecen el servicio, conjunto con los documentos como normas técnicas, leyes y decretos actuales.

2

## Tres



Determinar un proceso o protocolo que coordine a los operadores y entidades del estado en el sector de chapinero Bogotá, para el cumplimiento de estándares generales en las técnicas de construcción de infraestructura en redes.

3

## Cuatro



Proponer un modelo alternativo para alinear los procesos de regulación en los diversos temas relacionados en la construcción e instalación de cableado subterráneo.

4



# 1.3 CAMPO DE APLICACIÓN



“Los efectos del uso de las telecomunicaciones no solo benefician a los usuarios individualmente considerados y a los operadores, sino que benefician a la sociedad y la economía en general y; que un cierto nivel de organización en el desarrollo de la instalación de infraestructura es necesario para que esos beneficios se cumplan, por lo que las empresas están comprometidas con su cumplimiento” (Andrew, TN y D. Petkov. 2003).

Existe la posibilidad que simultáneamente las empresas sigan un protocolo en la instalación subterránea del cableado que ayude a disminuir considerablemente los costos e implicaría menos invasión en el espacio público garantizando la solución a dicho inconveniente.

Se busca que dentro del campo de las empresas operadoras de Tecnologías de la Información y la Comunicación (T.I.C.) y autoridades nacionales enfatizen en coordinar los diferentes mecanismos y coyunturas existentes en los temas de instalación de infraestructura, generando eficiencia en las normativas.



Fuente: Pixabay, Líneas de energía postes, 2020 y Alamy, cables vector, 2018.





## 02. Compartir Infraestructura



## 2.1 COMPARTIR INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA



- Respecto al acceso y uso de la infraestructura en beneficio del sector, en particular, la Ley 1341 de 2009 estableció que uno de los fines que busca el Estado en la intervención del sector Tecnologías de la Información y la Comunicación (T.I.C.) es el de “ofrecer las garantías para el despliegue y el uso eficiente de la infraestructura y la igualdad de oportunidades en el acceso a los recursos escasos con el objeto de buscar la expansión, y cobertura para zonas de difícil acceso, en especial beneficiando a poblaciones vulnerables”. En ese sentido, la misma Ley determinó que tanto las entidades del orden nacional, incluyendo la Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (C.R.C.), como aquéllas de orden territorial estaban obligadas a adoptar todas las medidas necesarias para facilitar y garantizar el desarrollo de la infraestructura requerida.

Pero los operadores de telecomunicaciones han presentado restricciones para adoptar estas nuevas metodologías, dentro de las principales limitaciones está (ver Tabla1).

<b>Jurídicas</b>	Obtener derechos de vías y servidumbres
	Propiedad privada
	Falta normatividad legal y regulación en los sectores de la construcción limitaciones por planes de ordenamiento territorial, relacionados con temas ambientales, estéticos, de conservación de zonas históricas y uso del espacio público
<b>Técnicas</b>	Aspectos de seguridad y de calidad para los servicios propios y prestados
	incremento de los riesgos sobre la operación
	Dificulta en el mantenimiento y diferencia de normativas privadas
<b>Económicas</b>	Normalizar criterios para derivar los costos de compartición y construcción de infraestructura (subterranización)

Fuente: Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (C.R.C.). 2019.



Fuente: GSMA Latin america, 2013



## 2.1 COMPARTIR INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA



Actualmente en Bogotá el sector económico donde se comparte infraestructura es el energético, pero su primer mecanismo de utilización son los postes eléctricos y como segunda alternativa se encuentra los ductos.

### Compartir infraestructura Chapinero.

Para poder llevar a cabo la canalización en todo el sector de chapinero sin que este trabajo resulte demasiado costoso, es necesario que esas obras se realicen de manera compartida, es decir que todos los operadores de dichos servicios tengan un común acuerdo en donde contraten un constructor que realice la obra y los gastos sean divididos por partes iguales, de esta manera todos

pueden tener acceso las veces que sea necesario para realizar alguna reparación o adicionar un cable.

En caso de infraestructura subterránea ya existente es recomendable realizar un modelo de alquiler, así determinar el costo total que debe pagar cada operador del servicio al propietario, esto con el fin de evitar que se realicen obras innecesarias al duplicar canalizaciones.

Todo lo anterior requiere de compromiso por parte de todos los sectores involucrados, tanto de los propietarios de infraestructura existente como operadores de telecomunicaciones y entidades distritales competentes.

País	Otorgar acceso a la infraestructura	Tarifa tope	Regulación de aspectos técnicos
Perú	Si	Sí. Se determinaron unas fórmulas tarifarias para servicios asociados	No
Chile	Si		No
Brasil	Si		Sí. Se determinó que los operadores de telecomunicaciones deben seguir el plan de ocupación de infraestructura
México	Si		Sí. Se definen condiciones en relación con el espacio de instalación de redes de telecomunicaciones
Argentina	Si		Propuesta en proceso de aprobación. Fórmulas determinadas para establecer la capacidad excedente de la infraestructura pasiva
Portugal	Si		No
España	Si		No

Fuente: Comisión de Regulación de Telecomunicaciones (C.R.C.), 2019







# 03. Subterranización de infraestructura





## Definiciones Técnicas

**A**

### Canalización

Conjunto de obras civiles que permiten efectuar las instalaciones subterráneas con ductos y cámaras, para el tendido de cables que harán parte de las redes de expansión, interconexión de nodos y acometidas a clientes.

**B**

### Zanjas

Son las labores de corte, rotura, excavación, remoción, cargue, evacuación y transporte de escombros, instalación de ductería y relleno, con los diferentes materiales requeridos según las licencias de excavación y las normas técnicas.

**C**

### Repavimentación

Es la actividad que agrupa las labores de resane, recuperación o reposición de la zona excavada. Regido exclusivamente por las especificaciones de la licencia de excavación y las normas técnicas.

**D**

### Ductería

Se refiere al suministro de tubería PVC, TDP (ducto de telefonía y eléctrico) y polietileno, curvas, uniones, tapones, limpiadores, soldadores, monoducto y tritubo.

**E**

### Cámaras

O también conocidas como cajas, sus dimensiones están determinadas por el tipo de cámara a usar, se utilizan para almacenar empalmes de cables de telecomunicaciones ya sea de cobre, fibra óptica y eléctricos, por lo general para ocultarlos de la vista.

**F**

### Tendidos

Es el desarrollo de los trabajos encaminados a la instalación de cables de fibra óptica, coaxial, y cobre destinado a suplir las necesidades o requerimientos del cliente, su instalación tanto aérea, canalizada y mural deberá ser desarrollada por personal capacitado.





## Protocolo constructivo

### 1 Replanteo y diseño

En esta actividad el constructor e interventor realizan una visita al sitio donde se desarrollará la obra y se procederá a dar inicio a los siguientes pasos:

- A. Suministro de planos, se efectuará un levantamiento previo de la ruta.
- B. Visita al terreno donde se desarrollarán los trabajos de construcción, identificando del punto donde debe concluir la red de acceso.
- C. Localización de la posible ruta para realizar la obra y así atender el requerimiento o necesidad.
- D. Levantamiento en el terreno de la ruta para determinar las posibles variaciones a que haya lugar y para coordinar los trabajos a realizar.
- E. El interventor debe retroalimentar el área de diseño cualquier cambio en la planeación de la red inicial, garantizando la autorización del responsable del proyecto

con la definición de la obra a efectuar, el constructor realizará los respectivos diseños y planos.

- F. El ejecutor de la obra debe garantizar la veracidad de la información que venga consignada en los soportes entregados de los trabajos ejecutados.

### Orden de trabajo

Ninguna ejecución de proyecto o diseño de expansiones de red se llevara a cabo si dicho proyecto o solicitud no tiene su respectivo número de orden de trabajo.

Después de obtener las debidas autorizaciones por parte de las entidades gubernamentales, empresas de servicios públicos o privados con las cuales se tiene convenios.



## 3.1. SUBTERRANIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA



### 3 Preliminares de la obra

En este ítem se hace énfasis en las normas y leyes generadas por el gobierno nacional o en su defecto por cada uno de los municipios, para el manejo ambiental y seguridad de los habitantes.

#### Señalización:

- Antes de empezar se debe tener en el sitio la señalización adecuada para la obra a efectuar, de acuerdo con las normas establecidas para el tipo de labor y el impacto que va a generar.
- En caso de no ser así el interventor de la obra estará en obligación de comunicarle al constructor el deber y las obligaciones que se tiene con respecto a la señalización.

- El constructor debe solicitar los permisos pertinentes para la intervención del espacio público, de esta manera se debe cumplir con las condiciones adecuadas para el tránsito peatonal, el tránsito vehicular y el tránsito de maquinaria así como el cargue y descargue de escombros, como:

- **Vallas informativas**
- **Vallas preventiva vehicular**
- **Vallas preventivas peatonales**
- **Señales reglamentarias**
- **Cinta plástica para señalización**
- **Tabiques laterales en madera**
- **Conos reflectivos**
- **Cerramientos para cámaras**
- **Señalización nocturna**
- **Señalización tubular**



## 3.1. SUBTERRANIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA



### Canalizaciones

El objetivo de construir infraestructura subterránea canalización es ofrecer seguridad, proteger las redes de daños y mejorar la calidad de vida de las personas. Es importante proteger las estructuras adyacentes con los respectivos estudios de suelos para conocer las cimentaciones y evitar hundimientos.

Estará contemplada por ductos y cámaras conectadas entre sí y se ejecutarán por debajo del nivel de espacio público que permiten el tendido de redes y la protección de estas.



### Localización

Para localizar el eje de los ductos se examinarán las características topográficas de la localidad. No se debe instalar ductos sobre el mismo eje de las siguientes tuberías:

- Acueducto
- Alcantarillado
- Empresa Eléctrica
- Gas
- Semaforización

El constructor de manera previa debe investigar los requerimientos que soliciten las entidades que emiten las licencias o autorizaciones de excavación a nivel local y las recomendaciones de las demás empresas de servicios públicos o entidades nacionales de carácter público o privado.

De no poder obtener planos de ductos existentes se debe realizar levantamiento preliminar para conocer el estado del proyecto a intervenir.



## 3.1. SUBTERRANIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA



### Ubicación

Se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a) Evitar generar curvas en los trazados y ubicación de las canalizaciones.
- b) El relleno mínimo de la canalización será fijo por las características propias del suelo, de la disposición de la calzada y andenes.
- c) La distancia desde el nivel del andén hasta donde se va a construir la zanja dependerá de las exigencias de las licencias o autorizaciones de excavación que emita la entidad de la localidad.
- d) La construcción en lugares o zona de conservación histórica debe ser siempre subterránea y debe cumplir con las normas mínimas de construcción que exige la localidad.
- e) La construcción deberá ser realizada en la zona del andén, si se requiere bajar a calzada vehicular será con autorización y supervisión.
- f) Solo se autorizará los cruces perpendiculares al eje vial de las calzadas vehiculares en las bocacalles, esquinas o intersecciones viales.

### Generalidades

Siempre que se ejecuten excavaciones se debe cumplir en lo siguiente:

- a) No colocar sobre la calzada tierra o material derivado de la excavación en forma que obstaculice el tráfico vehicular.
- b) Evitar la afectación de tuberías de acueducto, alcantarillado, energía, gas y otros servicios públicos.
- c) Las zanjas que se intervienen diariamente deben estar totalmente tapadas al finalizar el día.
- d) Evitar tener destapados más de 400 metros consecutivos de excavación.
- e) Los escombros formados se deben recoger al finalizar el día de trabajo.
- f) Si se producen daños sobre las instalaciones de servicio público o privado; El constructor procederá por su cuenta a su reparación inmediata y deberán reconstruirse de acuerdo a las normas establecidas por el propietario.



## 3.1. SUBTERRANIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA



### Clasificación de las excavaciones según el tipo de material

Cuando las excavaciones de obras civiles pasivas para telecomunicaciones se ejecuten en forma manual, se clasificará como roca el material que cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- Su volumen exceda de 0,0630 metros cúbicos.
- Que tenga un peso superior a 130 kilogramos.

Que la dureza y textura sean tales que se requiera el uso de un método para fracturar la roca.

Cuando las excavaciones de las obras civiles se ejecuten, se clasificará el material extraído como roca según la NEGC 107.2 (Excavaciones o cortes en roca) y los procesos de excavación se ajustarán a lo contemplado en dicha norma



### Especificaciones para ductos Conductos

El conducto es el material del espacio cilíndrico por donde se conducen los cables de telecomunicaciones, a continuación se describen algunos de los materiales normalizados por las empresas para la protección de los cables.

- Conductos de PVC
- Tipos DB (liso) y TDP (corrugado de doble pared)
- Monotubo y tritubo rígido y flexible

Debe ser homogéneo a través de la pared y uniforme en color, opacidad y densidad.

La superficie externa de la tubería debe ser lisa y la superficie interna debe traer estrías uniformes sin resaltes.

Las uniones y accesorios para los tipos de tubería de telecomunicaciones son únicamente los estipulados por el fabricante, en el caso del PEAD (polietileno de alta densidad) se pueden usar los accesorios existentes en el mercado actual exclusivamente para ductos de telecomunicaciones.

## 3.1. SUBTERRANIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA



### Obras previas a la ejecución de la excavación:

- 7
- Se debe realizar un sondeo inicial cavando una zanja perpendicular al eje de intervención cada 50 metros y la longitud debe ser igual al ancho de excavación, la profundidad debe ser superior a los 0.2 metros, esto con el fin de inspeccionar el terreno para identificar posibles obstáculos como, tuberías o redes.
  - Para el corte o demolición del pavimento se debe hacer con cuidado evitando daños a otras infraestructuras aleatorias o cercanas existentes.
  - El corte se debe hacer únicamente con herramientas especiales, es decir evitar el uso de herramientas manuales como martillo, esto con el fin de mantener la geometría exacta de la canalización.
  - Para el caso de los cruces en calles o avenidas, se deberán realizar cortes paralelos a una separación de 30 centímetros y una profundidad de 5

centímetros, serán rectas y perpendiculares al bordillo.

- Para el caso de perfilación de andenes el disco de corte deberá efectuar ranuras mínimo de 3 centímetros de profundidad recta y paralela al bordillo, se puede aprovechar las juntas adyacentes al área así se evita doble perfilación.
- Se debe tener en cuenta el tipo de terreno que va a ser excavado ya sea rocoso o normal.
- Se debe colocar entibado y apuntalamiento de zanjas en caso que la profundidad sea igual o superior a los 2 metros, cuando exista la posibilidad de derrumbes por lluvias o inestabilidad del terreno, en terrenos muy húmedos, se usa apuntalamiento cuando el entibado es en madera si es metálico no es necesario.







### Puesta de ductos y tubos

Se debe considerar en los diseños previos los desniveles del terreno, ya que los conductos no permiten curvas verticales.

- La tubería debe estar completamente limpia.
- Cuando se tenga la rasante totalmente nivelada y libre de algún tipo de escombros, se coloca arena como relleno de 5 centímetros de espesor como mínimo, esta permitirá la instalación de la tubería.
- Después de colocada la tubería necesaria de todos los operadores que requieran en la zona, con las profundidades, capas y espesores, se procede a rellenar y nivelar con arcilla.
- La profundidad mínima para los ductos es de 0.65 metros, excepto para vías donde es necesario una profundidad de 0.80 metros.

### Como colocar el ducto en PVC

Primero y como se indicó anteriormente la nivelación del terreno y la base adecuada es muy importante, así mismo la instalación de la tubería debe estar nivelada así todo el tramo será un apoyo completo al tubo, evitando alguna obstrucción cuando pasen los cables de instalación.

Segundo se realiza un alineamiento de todos los tubos al tiempo de esta forma se mantiene la separación, para darle estabilidad se pueden poner estacas en zigzag de forma provisional o permanente.

Después de la puesta de los ductos se debe recubrir con arena que sobrepase la cota clave de cada fila de ductos, así se evita contacto entre ellos y el espesor regular de instalación.

- Colocación tritubo
- Colocación del subducto
- Colocación de hierro galvanizado
- Colocación de ductos en canalizaciones de acometida



## 3.1. SUBTERRANIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA



### ■ Rellenos en zonas urbanas

Una vez instalados los ductos de PVC o Polietileno, embebidos en arena, como se mencionó anteriormente, y alcanzado el espesor de arena requerida se rellenará con el recebo, base granular o subbase granular del tamaño máximo de partículas de 1 pulgada, compactado en capas aproximadas de 15 centímetros, hasta que se cumpla el nivel requerido; luego se procederá a la respectiva re-pavimentación.

En el intermedio del relleno de acuerdo a cada tipo de zanja se instalará una cinta de señalización o demarcación de color amarillo y de 10 centímetros de ancho, en la cual lleva la inscripción de precaución y peligro, esto con el fin de alertar la existencia de la tubería en la proximidad, si se realizan canalizaciones posteriores.

### ■ Repavimentaciones en zonas urbanas

Para la reparación de pavimentos rígidos, se usará concreto de 3.000 o 6.000 PSI con acelerante de fragua según el tipo de canalización efectuada, el vaciado se hará sin obstáculos entre juntas de dilatación. La superficie de la placa deberá quedar al mismo nivel de la rasante existente.

A cada placa en calzada o andén, se le volverá a dejar la dilatación que tenía con respecto a la placa adyacente, se debe conservar la estética del acabado. Una vez fraguado el concreto, se realiza corte de la junta a dilatar con una profundidad aproximada de 2 centímetros en la cual se instala en conjunto el sellador de tira cilíndrica y luego con un sellante de poliuretano auto-nivelante.





### Tipo de perforaciones.



#### Perforación Horizontal



Fuente artículo publicado en la Revista Obras Urbanas número 50 "Proyecto de instalación de Fibra Óptica"

La perforación horizontal (ver Imagen) está dentro de la tecnología sin zanja se ha desarrollado para la instalación de todo tipo de servicios: En este caso líneas de telecomunicaciones, sin la necesidad de realizar grandes excavaciones.

#### Entre las ventajas encontramos:

- La perforación horizontal evita abrir zanjas.
- Es amigable al ambiente y al paisaje, ya que se requiere de muy poco espacio para acomodar la maquinaria que se necesita.
- Se evita la reposición de carpeta

asfáltica, concretos y morteros.

- Durante la ejecución de los trabajos en comparación al método tradicional tanto la generación de ruido como el polvo y escombros en zonas de trabajo es mucho menor.
- Puede utilizarse en casi todos los terrenos con ventajas de limpieza y seguridad sin obstruir el tráfico vehicular y peatonal.

#### Desventajas

- Es para un determinado tipo de suelos como sueltos (no cohesionados), cohesionados tipo arcilla gruesa fina o arena/guajarros con arcilla, orgánicos y suelos con piedras menores a 60 milímetros de diámetro.
- Requiere personal capacitado para implementar la maquinaria requerida (Maquinaria utilizada actualmente: Gundomat 55N).
- Se debe realizar estudios de suelo detallados para conocer el subsuelo a trabajar.



## 3.2. TÉCNICAS DE SUBTERRANIZACIÓN



### Perforación Horizontal



Fuente  
<https://perforacioneseingenieria.com/images/perforacionesingenieria-project6.jpg>

Este método consiste en la apertura de apiques de lanzamiento y recepción de un elemento que realiza la perforación, la distancia entre estos dos apiques no superará los 30 metros y la profundidad de instalación de los ductos será la determinada y especificada por las Normas Técnicas de Construcción de la localidad y no será inferior a 1 metro, para la perforación se utiliza un perforador accionado por un compresor con capacidad de 4 metros cúbicos por minuto a 120 PSI de presión como se observa en la Imagen.

### Perforación Dirigida

Este método de perforación es usado en sitios de longitudes grandes como ejemplo avenidas, pasos de arroyos o ríos, cruces Ferroviarios, etc.

El método consiste como primer paso en una perforación piloto, cuando la cabeza perforadora ha alcanzado su objetivo, es remplazado por un escariador, el cual en su regreso amplía la perforación piloto al diámetro deseado introduciendo la tubería a instalar.

La profundidad de instalación de los ductos será la determinada y especificada por las normas técnicas de construcción de la localidad y no será inferior a 1 metro.



Fuente Terratunel "Perforación horizontal"  
<http://www.terratunel.com/Perforacion%C3%B3n%20Horizontal.php>





### Perforación Dirigida

Antes de realizar algún corte al pavimento o andén se deberá hacer el corte al lado y lado del trazado, con la finalidad de no ocasionar daños a la losa o estructura adyacente. En los sitios donde existan adoquines, no se requerirá el uso de la cortadora, y estos no deberán ser rotos ni averiados.

El corte hecho con la máquina deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- La superficie del corte debe quedar recta.
- El corte se hará en líneas rectas.
- Se utilizará maquinaria especializada de corte y rotura como martillos neumáticos, cortadoras eléctricas, sierras mecánicas, etc.

Para realizar este tipo de trabajo se debe contar con previa autorización de la interventoría, en horarios diurnos, que no afecten la tranquilidad de las zonas residenciales.

### Equipo de corte

# 12

El constructor encargado de la obra debe contar con el equipo de corte adecuado ya sea manual o eléctrico que funciona para corte de calzadas, pavimentos, zonas duras, entre otros. (ver Imagen).



Imagen 9.  
<http://alquilerdemaquinariasroma.es/cuales-son-las-normas-de-uso-de-una-cortadora-de-pavimento/>

Al finalizar la obra el constructor debe reconstruir el pavimento, la losa o el concreto como estaba antes de iniciar el trabajo, además de garantizar el buen estado de la obra ejecutada.





# 13

### ■ Normas de seguridad

Se debe garantizar todas las normas de seguridad al momento de realizar cualquier tipo de trabajo sea excavación, corte de pavimento, además debe proveer a sus operarios de los elementos de protección personal, la instalación de colombinas, cintas de señalización, señales preventivas de la compañía, las cuales deben permanecer en la ejecución de la totalidad de la obra, estas señales se instalaran a lo largo de la excavación y en las intersecciones de las vías, en horas nocturnas se instalaran señales luminosas.

Al realizarse excavaciones se debe evitar en lo posible depositar material sobrante sobre los andenes, antejardines o calzadas, que perjudiquen la libre movilización de peatones y vehículos. El material que sobre de las excavaciones deberá ser retirado conforme avanza la obra, dejando en sitio solo el material que vaya a servir como relleno de dicha excavación.

### ■ Rellenos estructurales

Para lograr una correcta compactación se dará a cada capa de material la humedad adecuada y la compactación se suspenderá cuando esta no presente más reducción de volumen. Se mantendrán estrictos controles de calidad para asegurar el contenido de humedad ideal y el número de repeticiones que garanticen una compactación de 95% para Bases y 95% para Sub-bases o arenilla de los obtenidos en el ensayo del Proctor Modificado.

Podrá utilizarse para el relleno los materiales que considere de la interventoría y previos análisis de laboratorio, presenten propiedades físicas y mecánicas apropiadas para lograr una compactación que garantice la resistencia adecuada y el mínimo asentamiento.

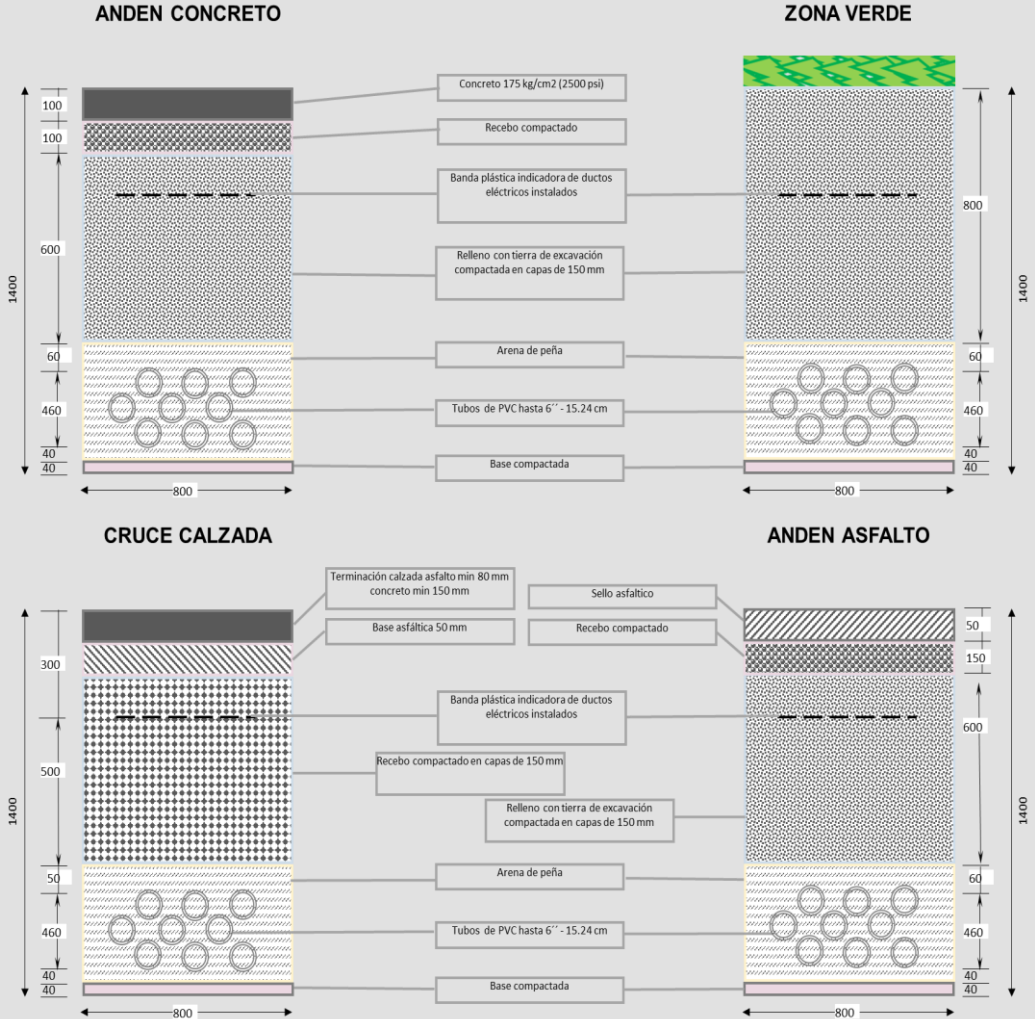




## 3.2. TÉCNICAS DE SUBTERRANIZACIÓN



### Perfiles tipo perforación



#### Notas:

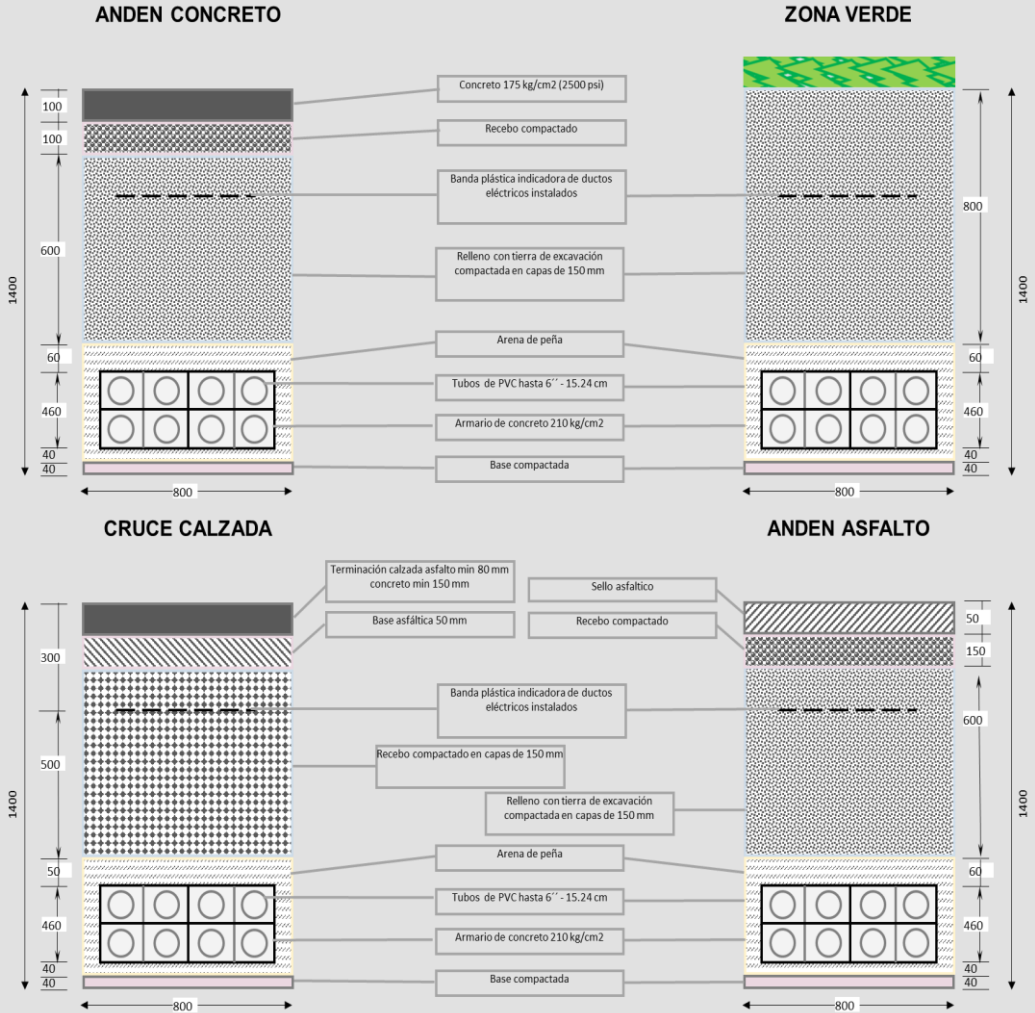
- Dimisiones en milímetros
- Las dimisiones están sujetas al diámetro de la tubería y los criterios de diseño y normas para la construcción e instalación



## 3.2. TÉCNICAS DE SUBTERRANIZACIÓN



### ■ Perfiles tipo excavación y armario



#### Notas:

- Dimisiones en milímetros
- Las dimisiones están sujetas al diámetro de la tubería y los criterios de diseño y normas para la construcción e instalación
- El diseño de la cámara está determinado por el constructor y necesidad







### 15 **Acabados y terminación de las obras**

Se debe tener la aprobación del interventor quien será el encargado de validar y garantizar la calidad de la ejecución, la obra se dará por terminada cuando se esté totalmente limpio el lugar o los lugares afectados por canalizaciones o cámaras, además los trabajos de rellenos, pavimentación y afirmados estén completamente terminados, así como la construcción de las cajas o cámaras deben estar revisados todos los conductos y ductos, para asegurarse que todo esté correcto.

### 16 **Construcción de cámaras**

Para la construcción de las cámaras se debe contar con el espacio adecuado, ya que deben albergar todo el cableado de todos los operadores así como los ductos.

Preferencialmente las cámaras se ubicarán en las esquinas sobre el andén con el fin de no realizar modificaciones o ampliaciones, bifurcaciones de cables entre otros, que no signifique la reubicación de alguna cámara debido al mal diseño de la red.



### **Distancia entre cámaras**

Depende de la ruta trazada para la instalación de los ductos, tipo y diámetro de los cables a ser tendidos, la pendiente del terreno, longitud de las calles y obstáculos urbanísticos que obligan a realizar cambios de dirección.

### **Tipos de cámaras**

Se deben construir cámaras con tapa desmontable, cubriendo toda la superficie y lo suficientemente resistente, las dimensiones van de acuerdo al diseño y los ductos a instalar, allí se pueden guardar o almacenar empalmes, cable extra, entre otros.

No es recomendable construir las cámaras en zonas de circulación vehicular y al frente de edificios o viviendas, en caso de ser necesario se debe consultar con el interventor del proyecto su factibilidad.

- Cámara tipo F1
- Cámara tipo 2F1
- Cámara 0.50 x 0.50 metros
- Cámara codensa sencilla
- Cámara codensa doble
- Cámara codensa vehicular

## 3.2. TÉCNICAS DE SUBTERRANIZACIÓN



### Construcción de cámaras

Una vez ubicada la cámara se demolerá el acabado del piso existente utilizando una cortadora de concreto.

A medida que avance la excavación se deben ejecutar retiros parciales de escombros y material sobrante en forma tal, que cuando se terminen los bordes superiores de los muros para el apoyo de la losa superior, no queden escombros.

#### • Placa inferior

Debe construirse en concreto con resistencia a la compresión de 3000 PSI, tendrá una pendiente del 5% hacia el sumidero ubicado en el centro para que el agua se acumule en el desagüe, para suelos arenosos se debe hacer una plataforma de apoyo

#### • Muros

Serán en ladrillo sobre la losa inferior de la cámara, con dimensiones de 0,06 x 0,12 x 0,24 metros y se instalarán sobre el ancho de 0,12 metros, se pegan con mortero de arena y cemento.

#### • Relleno lateral

Puede ser con material seleccionado o recebo compactado y se coloca a medida que se va construyendo el muro lateral.

#### • Acero de refuerzo

Para el suministro, transporte, figuración, despiece y colocación del acero de refuerzo deberán observarse las normas contenidas en las NR-10, NTC: 161 y 2289; ANSI/AWS D 1.4 en lo que al acero de refuerzo se refiere.

Cuando se requiera utilizar la malla electro-soldada esta deberá cumplir con las normas NR-10 y las NTC 1925 y 2310.

#### • Placa superior

Construidos y rematados la totalidad de los muros en ladrillo, recortados los ductos a ras de muro, instalados los adaptadores terminales de campana y emboquillados los ductos se procederá a construir la formaleta y la figuración del hierro de refuerzo de la losa superior. La formaleta se impregnará con ACPM para evitar la adherencia del concreto durante el desencofrado.



## 3.2. TÉCNICAS DE SUBTERRANIZACIÓN



### • Placa superior

La losa superior de las cámaras localizadas en vía o andén se construirán en concreto con una resistencia de 3000 PSI y espesor de 20 centímetros, sobre dicha placa se construye el acabado de piso previsto en el diseño del pavimento o del andén intervenido.

El refuerzo de la placa superior estará constituido por varillas de 5/8 de pulgada, espaciadas a 15 centímetros. La armadura principal estará constituida por varillas de 5/8 de pulgada espaciadas 15 centímetros, aplica para cámaras vehiculares Norma Codensa CS-280.

### • Impermeabilización

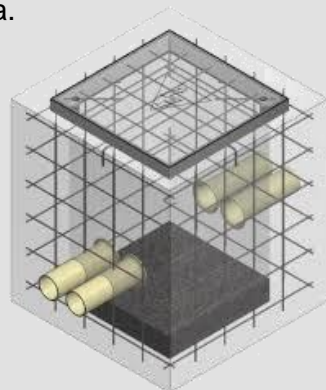
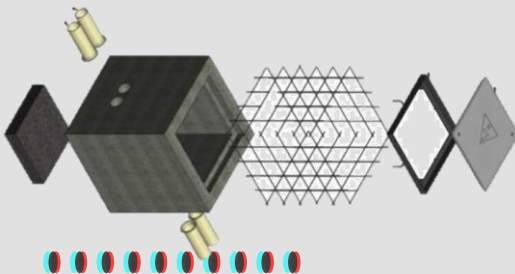
Cuando las cámaras por razón de su ubicación, se localicen en la vecindad de una edificación, en zonas húmedas y muy permeables o en aquellas donde los estratos impermeables estén sometidos a la influencia de aguas erráticas o

infiltraciones esporádicas, se impermeabilizarán las paredes interiores utilizando morteros especiales adicionados con un impermeabilizante químico en las cantidades y formas que estipule la casa fabricante.

### Reforma de cámaras

Es una actividad muy frecuente en la construcción de canalizaciones la demolición de cámaras existentes que tienen cables y empalmes en servicio, para convertirlas a otro tipo, como tal se requiere de especial atención dado el elevado costo de reparación y los perjuicios ocasionados en caso de daño.

Por lo tanto, antes de proceder a la demolición de las cámaras se deben proteger los cables y los empalmes, mediante un tablado tipo formaleta, construido por debajo de la bóveda para que soporte los escombros resultantes de la demolición de la misma.



## 3.2. TÉCNICAS DE SUBTERRANIZACIÓN

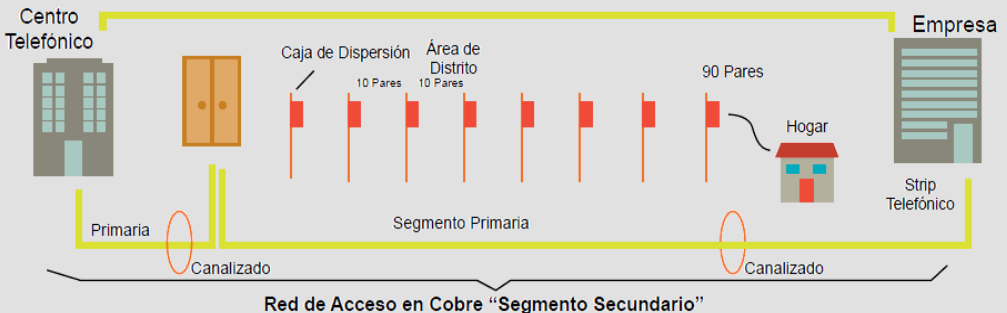


### Aceptación de la obra

# 17

Para dar por finalizada la obra se debe presentar los siguientes documentos:

- Planos de la obra ejecutada en medio magnético y físico
- Los formatos de los archivos pueden ser en Word, Excel o Acrobat Reader, incluyendo las pruebas de los equipos de medición (calibración), formatos diligenciados sobre la disposición final de los escombros autorizados.
- Documentos donde sea presentada la calidad de los materiales utilizados para la ejecución de la obra.
- Pruebas de laboratorio de suelos.
- Carteras donde se especifique que tipo de cableado se ha instalado, cuanto metraje, que tipo de ducto fue usado, como están marcados los cables, que operadores hacen parte de la canalización.
- Documento de aceptación de la obra por parte del interventor.
- Recomendaciones y observaciones generales, citar los puntos que el constructor considere como críticos, donde tuvo mayor dificultad constructiva.
- Informes fotográficos del antes, durante y después de la obra.
- Firma del acta de entrega de la obra.





# 05. Normatividad



# 5. NORMATIVIDAD



## Propuesta de Norma para estandarizar protocolo constructivo en redes telemáticas

### Diagnostico normativo

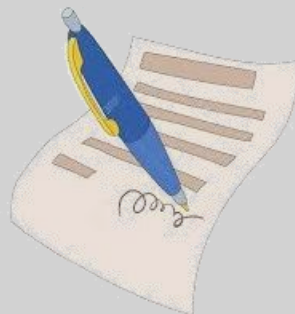
Existen barreras para la instalación de infraestructura subterránea que involucra autoridades nacionales y territoriales, ya que cada uno contempla especificaciones diferentes en dichos aspectos.

Las normas actuales son una guía técnica y no de carácter reglamentario de uso obligatorio, como es el caso del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) que recurre en sanciones penales a profesionales que incurran en faltas a dicha reglamentación, esto ha generado que los operadores no se expandan a la necesidad actual y se continúen deteriorando el ambiente y los recursos creando brechas entre ciudades o municipios.

### Propuesta sobre normatividad

Construir y divulgar un Reglamento Nacional encargado de regular las condiciones y obligaciones para la implementación y expansión de las telecomunicaciones, dicha reglamentación podría contener inicialmente los siguientes capítulos:

- A. Políticas y definiciones sobre implementaciones de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (T.I.C.)
- B. Competencia territorial y autoridad regulatoria
- C. Obligaciones del gobierno nacional y empresarial
- D. Normas de uso del suelo
- E. Requisitos técnicos de las instalaciones
- F. Estudio de compartición de infraestructura
- G. Certificados y licencias
- H. Evaluación estructural
- I. Diseños requeridos
  - o Estudio de suelos
  - o Estudio de cimentación
  - o Diseños de cámaras y zanjas
  - o Estudio perforaciones alternas
  - o Evaluación de cargas
  - o Requisitos de planos
  - o Levantamientos topográficos y del sub suelo





# 05. Conclusiones



## 05. CONCLUSIONES



■ **Con respecto a los objetivos planteados inicialmente para este trabajo investigativo, se cumplieron tanto el general como los específicos y adicional es posible concluir:**

- Tanto en el sector de chapinero como en todo el territorio nacional hace falta un organismo de control, que se encargue de evaluar, dirigir y vigilar a todas las entidades presentadoras de los servicios de telecomunicaciones, en cuanto al manejo que se le da al espacio público, por esta razón actualmente se presentan los accidentes, fallas y problemas de contaminación visual.
- Se requiere construir una norma reglamentaria a nivel nacional que promueva el avance de proyectos constructivos en redes telemáticas y penalice a las entidades que no se ajusten a dichos requerimientos.
- Bogotá presenta falencias para obtener información de planos, provocando atrasos en la ejecución de proyectos de subterranización.
- Los costos de subterranización del cableado telemático son evidentemente mayores a los costos de instalación por poste, pero estos costos se pueden ver beneficiados a largo plazo, ya que se deben hacer menos reparaciones en el cableado y ocurren menos accidentes tanto peatonales como automovilísticos.
- El sector de chapinero por su topografía y aglomeración de personas, está dentro de las zonas con mayor intermitencia en la red de telecomunicaciones, ubicándose en primer lugar para la ejecución de proyectos de subterranización.
- A nivel internacional se cuenta con un avance significativo en comparación a Colombia en temas de despliegue de infraestructura, con tecnologías de localización de redes telemáticas y servicios públicos.





## 05. CONCLUSIONES



- El costo de subterranización puede igualar a la construcción tipo poste en sectores específicos y con métodos alternativos como perforación dirigida, micro zanjas o perforación horizontal.
- Existen diferentes códigos enfocados en procesos constructivos, pero están divididos por cada sector y empresa, provocando diferencias importantes al momento de desarrollar este tipo de proyectos.
- Según el análisis el mejor método de subterranización para el sector de chapinero es perforación horizontal siempre y cuando se realicen estudios de identificación de redes existentes en el suelo, sin importar que sea manual o por tecnología de radar.
- En el caso del sector de chapinero que tiene presencia de todos los servicios públicos y todas las empresas de telecomunicaciones, se debe acordar métodos de compartición y construcción en conjunto.
- Se debe realizar acuerdos concretos para aceptar y promover la compartición de infraestructura con el fin de mitigar los costos de implementación.
- En el anexo “manual técnico para el desarrollo constructivo de redes telemáticas e instalaciones en el espacio público del sector de Chapinero Bogotá”, se crea criterios generales que se pueden tener en cuenta en futuros reglamentos.
- Por parte de la investigación y el desarrollo del trabajo investigativo cabe resaltar que el documento abarca la mayoría de los temas vistos en el transcurso del pregrado como ingenieros civiles, lo que puede demostrar la capacidad y conocimientos adquiridos.



## 06. BIBLIOGRAFÍA



- Grupo Enel-Codensa (2018). “Instructivo de operación para la utilización de Postes y Ductos de Energía para Redes de Telecomunicaciones”. Bogotá Colombia
- Comisión de regulación de comunicaciones de la república de Colombia (2016), “Código de buenas prácticas para el despliegue de redes de comunicación”. Colombia
- Gandour Consultores y Empresas Públicas de Medellín EPM (2011) “Propuesta técnica-normativa para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones”. Colombia
- AETIC (2005) “Código de Buenas Prácticas Para la Instalación de Infraestructura de Telefonía Móvil”. España.
- Grupo de Estudio y Análisis del Espacio Público (2018). “Política Distrital de espacio público (PDEP)”. Colombia
- Andrew, T.N y Petkov, D. (2003) “The need for a Systems thinking approach to the planning of rural telecommunications infrastructure”. Telecommunications Policy, 27.
- Bauer, J. (2010) “Regularion, Public Policy, and Investment in Communications Infrastructure”. Telecommunications Policy, 34.
- Hudson, H. E. (1984). When telephones reach the village: The role of telecommunications in rural development. New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Telecom Regulatory Authority of India (2011) “Recommendations on Telecommunications Infraestructure Policy”. New Delhi

