



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación



Acreditación
Institucional de
ALTA CALIDAD

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

**CASO DE ESTUDIO EN LA EMPRESA CLARO COLOMBIA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES
BASE DE TELECOMUNICACIONES APLICADO A LOS COSTOS Y TIEMPOS
POR TIPO DE SOLUCIÓN**

GERARDO HAMID HERNÁNDEZ CABRERA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRA
BOGOTÁ D.C.
2020**

**CASO DE ESTUDIO EN LA EMPRESA CLARO COLOMBIA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES
BASE DE TELECOMUNICACIONES APLICADO A LOS COSTOS Y TIEMPOS
POR TIPO DE SOLUCIÓN**

GERARDO HAMID HERNÁNDEZ CABRERA

**Trabajo de grado para optar al Título de
Especialista en Gerencia de Obra**

**Asesor
ING. JUAN SEBASTIÁN VARGAS GARCÍA**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRA
BOGOTÁ D.C.
2020**



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la 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).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin Obras Derivadas — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

DEDICATORIA

A ti madre mía, que eres eje fundamental de mis logros, a ti que siempre has creído en mí y he recibido tu apoyo incondicional, mis logros siempre han sido y seguirán siendo tuyos.

A la abuelita María, mi segunda madre, porque los resultados de todo este esfuerzo son para honrar los sacrificios de dos generaciones que me trajeron hasta aquí; porque la vida no tendría sentido sin hacer reconocimiento a las luchas y dificultades que junto al abuelito Egidio, tuvieron que superar; todos esos sacrificios no fueron en vano.

A ti Esposa mía, que me has brindado todo el apoyo en cada proyecto que he iniciado junto a ti; porque los objetivos de vida se alcanzan más fácil cuando se tiene un aliado en el camino.

A ti mi pequeño hijo, que aunque aún no puedas comprenderlo, este trabajo contiene cientos de horas que pudieron ser tuyas, pero que se transformarán en el camino que señalo para que guíes tu vida; te dejo esto esperanzado en ver que algún día superes a tu padre.

A ustedes dedico éste trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a Claro Colombia y la gerencia de Obras Civiles que me permitió el acceso a la información necesaria para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A todos mis docentes de las asignaturas de ésta especialización, todos me aportaron ideas y conocimientos clave para éste trabajo.

Al ingeniero Juan Sebastián Vargas por su apoyo y aportes enriquecedores.

A la Universidad Católica de Colombia, mi alma máter, gracias por hacer posible este trabajo de investigación, por sus lineamientos de calidad y por los valores que han forjado en mí durante todos éstos años.

Muchas gracias a todos.

CONTENIDO

GLOSARIO	11
INTRODUCCIÓN	12
1. GENERALIDADES	14
1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2.1 Antecedentes del problema	16
1.2.2 Pregunta de investigación	16
1.2.3 Variables del problema	16
1.3 JUSTIFICACIÓN	16
1.4 HIPÓTESIS	17
1.5 OBJETIVOS	18
1.5.1 Objetivo general	18
1.5.2 Objetivos específicos	18
2. MARCOS DE REFERENCIA	19
2.1 MARCO TEÓRICO	19
2.2 LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES	19
2.3 LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES EN COLOMBIA	21
2.4 MARCO CONCEPTUAL	26
2.4.1 Estación base de telecomunicaciones (BTS:	26
2.4.3 Características de las estructuras.	35
2.5 MARCO JURÍDICO	37
2.5.1 Del impacto a la salud humana	37
2.5.2 Del impacto ambiental	38
2.5.4 De la invasión al espacio aéreo.	38
2.5.5 De las obras civiles	38
2.5.6 De la estética y el impacto visual	39
2.6 MARCO GEOGRÁFICO	39
2.7 ESTADO DEL ARTE	40
3. METODOLOGÍA	43
3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO	43
3.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS	44
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	44
3.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	45
3.5 CRONOGRAMA Y DIAGRAMA DE HITOS	46
3.6 PRESUPUESTO	48
4. PRODUCTOS A ENTREGAR	49

5. ENTREGA DE RESULTADOS	50
5.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE BASE DE DATOS	50
5.2 COMPARACIÓN GENERAL DE LOS PROYECTOS	84
5.2.1 Análisis Comparativo En La Distribución De Los Tipos De Soluciones	88
5.2.2 Análisis Comparativo De Los Sobrecostos	93
5.2.3 Análisis Comparativo De Los Tiempos Ejecutados	99
5.2.4 Análisis Comparativo De Los Reprocesos	107
5.2.5 Definición: Tipo De Solución Más Propensa A Reprocesos	116
5.3 UTILIDAD FINANCIERA	118
5.3.1 Utilidad Financiera De La Planeación	125
5.3.2 Utilidad Financiera De Lo Ejecutado	126
5.3.3 Utilidad Financiera Del Escenario Propuesto	127
5.4 APOORTE A LA GERENCIA DE OBRAS	129
5.5 CÓMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS	129
5.6 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN	130
6. Nuevas áreas de Estudio.....	131
7. CONCLUSIONES	132
8. RECOMENDACIONES.....	134
Bibliografía.....	136

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Operadores que iniciaron operación en Colombia	22
Cuadro 2. Características de las estructuras	35
Cuadro 3. Diagrama de hitos	46
Cuadro 4. Presupuesto	48
Cuadro 5. Información en la base de datos	50
Cuadro 6. Tipos de Estructura-Tipos de Solución.....	52
Cuadro 7. Base de datos consolidada - Levantamiento de Información	54
Cuadro 8. Reprocesos	66
Cuadro 9. Base de datos final.....	68
Cuadro 10. Distribución Proyectos Urbanos y Rurales	84
Cuadro 11. Porcentaje de participación por departamento	86
Cuadro 12. Participación por ciudades	87
Cuadro 13. Despliegue general por tipos de soluciones	89
Cuadro 14. Tipo de Solución - Urbano y Rural	91
Cuadro 15. Tipo de Solución por ciudades	92
Cuadro 16. Afectación en costos Urbano y Rural	94
Cuadro 17. Sobrecostos por tipo de solución	96
Cuadro 18. Afectación en tiempos Urbano y Rural	101
Cuadro 19. Participación por ciudad proyectos con reprocesos en tiempo	103
Cuadro 20. Afectación reprocesos en tiempos y costos	109
Cuadro 21. Afectación a los tiempos de los reprocesos por ciudad.....	111
Cuadro 22. Afectación a los costos de los reprocesos por ciudad.....	113
Cuadro 23. Inversiones planeadas y liquidadas en los 134 proyectos.....	114
Cuadro 24. Reprocesos por tipo de solución	115
Cuadro 25. Tipo de solución más propensa a reprocesos.....	117
Cuadro 26. Valor Canon Arrendamiento por Antena	119
Cuadro 27. Capacidades de carga para Utilidad financiera.....	120
Cuadro 28. Datos para elaboración del flujo de caja	121
Cuadro 29. IPC Promedio últimos 5 años.....	122
Cuadro 30. Flujo de caja de lo planeado	125
Cuadro 31. Flujo de caja de lo ejecutado.....	126
Cuadro 32. Flujo de caja propuesta	128

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Diagrama del telégrafo.....	20
Figura 2. Documento de la Patente del Teléfono.....	20
Figura 3. Martin Cooper con el nuevo teléfono celular.....	21
Figura 4. Logo de OLA.....	24
Figura 5. Logo de Tigo.....	24
Figura 6. Logo Claro Colombia	25
Figura 7. Distribución de suscriptores por Operadores.....	25
Figura 8. Antena RF.....	27
Figura 9. Antena Tx	28
Figura 10. Módulos RF	28
Figura 11. Conjunto de equipos de potencia, fuerza y clima	29
Figura 12. Torres Autosoportadas	30
Figura 13. Monopolo	31
Figura 14. Mástil en terraza	31
Figura 15. Poste Metálico	32
Figura 16. Torre tipo celda portátil	33
Figura17. Monopolo tipo Ecológico imitación palmera.....	34
Figura 18. Región centro en claro.....	40
Figura 19. Fases del trabajo de grado	43
Figura 20. Cronograma proyecto de investigación - Elaboración en Microsoft Project	47
Figura 21. Elaboración flujo de caja.....	122
Figura 22. Cálculo de la TIR	123
Figura 23. Fórmula TIR en Microsoft Excel.....	124
Figura 24. TIR en Microsoft Excel.....	124

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Gráfica cantidad de Abonados Vs. Año	23
Gráfica 2. Participación urbana y rural.....	84
Gráfica 3. Participación por departamentos	85
Gráfica 4. Participación por ciudades	87
Gráfica 5. Participación mensual	88
Gráfica 6. Despliegue general por tipos de soluciones	90
Gráfica 7. Tipo de Solución - Urbano y Rural	90
Gráfica 8. Tipo de Solución por ciudades	92
Gráfica 9. Reporte general de los costos	94
Gráfica 10. Participación por ciudad proyectos con sobrecostos.....	95
Gráfica 11. Proyectos con sobrecostos por tipo de solución	96
Gráfica 12. Comparativo Costos - Tipo de Solución - Mástil Terraza	97
Gráfica 13. Comparativo Costos - Tipo de Solución - Monopolo	98
Gráfica 14. Comparativo Costos - Tipo de Solución - Poste.....	98
Gráfica 15. Comparativo Costos - Tipo de Solución - Torre	99
Gráfica 16. Reporte general de tiempos	100
Gráfica 17. Participación por ciudad proyectos con reprocesos en tiempo.....	102
Gráfica 18. Comparativo Tiempos - Tipo de Solución - Mástil Terraza.....	104
Gráfica 19. Comparativo Tiempos - Tipo de Solución - Monopolo.....	104
Gráfica 20. Comparativo Tiempos - Tipo de Solución - Poste	105
Gráfica 21. Comparativo Tiempos - Tipo de Solución - Torre.....	105
Gráfica 22. Proyectos con afectación en tiempo - tipo de solución.....	106
Gráfica 23. Participación reprocesos en afectaciones de tiempo.....	107
Gráfica 24. Participación reprocesos en afectaciones de costos.....	108
Gráfica 25. Afectación a los tiempos de los reprocesos por ciudad.....	110
Gráfica 26. Afectación a los costos de los reprocesos por ciudad.....	112
Gráfica 27. Reprocesos por tipo de solución	115

GLOSARIO

- **ESTACIÓN BASE DE TELECOMUNICACIONES:** Conjunto de elementos (Eléctricos, hardware, infraestructura civil, entre otros) que unidos permiten la funcionalidad de la telefonía celular.
- **INFRAESTRUCTURA EN TELECOMUNICACIONES:** Dícese del componente de una estación base correspondiente a la estructura civil.
- **TIPO DE SOLUCIÓN:** Agrupación de estructuras civiles que se caracterizan por tener el mismo proceso constructivo y, generalmente, por tener gran similitud, pero que presentan algunas variaciones ya sea en su apariencia, material o tipo de cimentación.
- **TORRE:** Tipo de estructura caracterizada por ser metálica, de característica esbelta y elaborada con perfilería definida por el diseño estructural.
- **TORRE TIPO CELDA PORTÁTIL:** Tipo de estructura de las mismas características de una torre, pero con variación en su apoyo pues no cuenta con cimentación por contar con una plataforma que permite instalarla simplemente apoyada sobre el terreno.
- **MONOPOLO:** Tipo de estructura elaborada con ductos que conforman una estructura vertical similar a un poste, pero brindando mayores alturas gracias a su interior vacío que disminuye su peso.
- **POSTE:** Tipo de estructura que se caracteriza por ser un elemento vertical cuyo comportamiento es similar a una columna. Su material puede variar entre madera, concreto, aluminio y fibra de vidrio.
- **MÁSTIL:** Tipo de estructura constituida de un tubo galvanizado de máximo 3 pulgadas de diámetro y que puede alcanzar hasta 4 metro de altura. Su instalación puede ser hincado, adosado o simplemente apoyado con contrapesos.
- **ANTENA:** Equipo de hardware encargado de enviar y recibir la señal celular, no es un componente de la infraestructura civil.

INTRODUCCIÓN

La industria de las telecomunicaciones y la comunidad académica, han desarrollado investigaciones enfocadas a los procesos constructivos de la infraestructura civil destinada para las redes de telecomunicaciones, que básicamente se caracterizan por ser proyectos de corta duración, con una gran cantidad de riesgos y demoras en su ejecución, que pueden ser exorbitantes si se hace la comparación con el desarrollo de infraestructuras convencionales como edificios, vías, bodegas, entre otras. Sin embargo, el avance y la expansión de las redes móviles no paran y, por el contrario, cada día la exigencia de infraestructura es mayor¹. Esta demanda es a nivel mundial y se refleja fielmente en Colombia, que ha tratado de mantenerse a la vanguardia en el despliegue de estas infraestructuras civiles.

Pese a que los operadores están totalmente interesados en la ampliación de la cobertura, la implementación de las obras civiles para las estaciones base se enfrentan a diversos retos que dificultan su desarrollo², permisos y licencias de construcción, uso del suelo y oposición de la comunidad, entre muchos otros aspectos, afectan directamente los costos y los tiempos de duración. Esta afectación influye puntualmente en el normal desarrollo de la construcción de la infraestructura civil.

La información obtenida corresponde a datos suministrados por Claro Colombia, que ostenta actualmente la posición de operador con mayor cobertura y crecimiento en su infraestructura y quien, además, aporta de manera significativa en el desarrollo del presente trabajo, dada la cantidad considerable de proyectos³⁻⁴ que ejecuta.

El estado actual del mercado en Colombia presenta un alto grado de competencia, debido a su exponencial crecimiento. La presencia de nuevos operadores celulares y las exigencias estatales y de los entes de control para la industria de las telecomunicaciones, hacen prioritaria la expansión de la red, que se basa en la infraestructura civil en la que reposan los equipos tecnológicos. Por eso, de manera constante, las empresas de telecomunicaciones realizan un despliegue de gran magnitud, con el fin de construir nuevas estructuras que garanticen la disponibilidad de infraestructura civil, haciendo uso de las alternativas que más se adapten a las condiciones del país y a los requerimientos de las mismas compañías. Aquí se identifican infraestructuras convencionales como torres auto- soportadas, torres

¹ BARRENO NARANJO, Danilo Geovanny; CARRIÓN BUENAÑO, Darwin Paúl y TENECORA MEJÍA, Iván, Evolución de la tecnología móvil. Camino a 5G. [en línea]. Cuenca - Ecuador: Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales [citado 10, octubre, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2016/04/5G.html>>

² ESCOBAR BRIONES, Rebeca y SÁMANO CLAUDIO, Yobanny Melesio, Disponibilidad regional de la infraestructura de telecomunicaciones. Un análisis multivariado. México: Trimestre Económico, 2018, p.765.

arriostradas, postes y monopolos; y otras de tipo no convencional como celdas portátiles, monopolos ecológicos y megapostes de espacio público. Además, instalaciones en infraestructura existente, como vallas, terrazas o fachadas.

El funcionamiento actual de las redes es aceptable en términos de comodidad de los usuarios. Por tanto, los métodos utilizados desde el inicio de la telefonía celular en Colombia se mantienen, a pesar de existir grandes oportunidades de mejora en cuanto a la optimización de dichos procesos. Por ejemplo, se ha encontrado que aspectos como la celeridad que requiere la implementación de nuevas obras civiles hacen que los proyectos de infraestructura no tengan una revisión posterior a su ejecución, por tanto, se carece de análisis que permitan una visión global del despliegue.

Conociendo la problemática expuesta y las razones para considerar la falta actual, respecto a la gestión de los proyectos, se entendió la necesidad de desarrollar un trabajo de investigación que aporte de manera positiva en el análisis de la gestión de dichos proyectos de obra civil, con el fin de identificar los factores que más influyen, generando ya sea retrasos en el cronograma y/o sobrecostos de cara a la planeación.

Desde una perspectiva de gerencia de obras, se desea evaluar los costos y tiempos de un volumen de proyectos de construcción de telecomunicaciones e identificar los sobrecostos, reprocesos y utilidades al analizar cada uno de los proyectos de infraestructura de telecomunicaciones relacionados con la empresa Claro Colombia, ya que ella suministra la información para desarrollar el análisis.

En detalle, el presente trabajo de grado tiene como principio analizar esos proyectos de implementación de obras civiles. Se analizarán desde los términos de tiempo y costo pero, antes, esos mismos términos serán calculados para estimar el promedio bajo circunstancias normales en cada tipo de solución que la compañía aportante de la información utiliza actualmente.

1. GENERALIDADES

1.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

El caso de estudio del presente trabajo de grado se constituye en el desarrollo actual y real del despliegue de la infraestructura civil para telecomunicaciones en Colombia, identificando las debilidades gerenciales que presenta el desarrollo actual de sus proyectos de obra civil. Por lo anterior, se entiende que la línea de investigación apunta específicamente a la gestión desarrollada dentro de una organización empresarial, consolidando datos existentes de la compañía y tratándolos de manera tal, que puedan ser descritos en busca de comprender una situación planteada.

Así mismo, una vez desarrolladas las actividades concernientes a la recolección de información y desarrollo de la metodología, entre otras fases del desarrollo del presente trabajo, se realizará una serie de análisis, estudios y comprensión de los resultados obtenidos, describiendo claramente todos los aspectos que atañen a la presente investigación.

Por lo anterior, se define que el presente trabajo se clasifica dentro de la línea de investigación “Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales”. Y basado en el desarrollo planteado, el tipo de investigación a realizar es investigación descriptiva.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De manera histórica, la ampliación de la red de los operadores de telefonía celular ha sido un proceso de gran importancia dentro de la vida de las telecomunicaciones, sin embargo, a medida que la red crece, se hace más difícil obtener acceso a sitios que faciliten la implementación de infraestructura civil de rápida construcción³. Es por eso que en la actualidad los operadores tratan de desarrollar soluciones ingeniosas para lograr construir infraestructura en lugares no contemplados antes. De aquí nace la idea de utilizar infraestructura existente como vallas publicitarias, puntos fijos de edificios, terrazas, postes de alumbrado público, entre muchas otras alternativas, que permitan ganar altura y que se pueden ir evaluando a medida que se presenta la oportunidad; estas nuevas alternativas funcionan a pesar de traer consigo nuevos retos, mayoritariamente en cuestión de relaciones con terceros, puesto que el desarrollo de los proyectos se ve seriamente afectado por restricciones o condiciones impuestas por los propietarios.

No obstante, buscar alternativas que ofrezcan agilidad en la construcción tiene un

³ VÁSQUEZ GONZÁLEZ, Juan Manuel, Propuesta de mejoramiento del proceso de adquisición de espacios para implementación de nodos de telefonía móvil, Bogotá – Colombia, Universidad Santo Tomás De Aquino. Facultad de Ingenierías. Especialización en gerencia de proyectos, 2018. p.33.

motivo y es que los operadores, para lograr suplir la demanda de usuario, deben desarrollar sus redes de manera ágil y masiva.

La prontitud con que se requiere en la construcción de nuevas estaciones base, hace que la construcción en las telecomunicaciones sea un proceso lleno de vacíos en términos de análisis de proyectos pasados, que limitan la corrección de los procesos constructivos o la toma de decisiones a nivel gerencial.

A lo anterior se suman los imprevistos propios de la construcción, factores como diseños, permisos de entidades públicas, estudios técnicos y otros. A pesar de todo esto, se evidencia un despliegue que no contempla dichos imprevistos ni presta importancia a las características de las diferentes soluciones. Por tanto, sin importar la ubicación, el tipo de solución, la época del año, el tipo de clima o la altura sobre el nivel del mar, el despliegue y la planeación se desarrollan de la misma manera.

La meta clara es expandir la red, por lo que los sobrecostos que pueda generar un proyecto son un factor también manejable dentro de los procesos de cada compañía y no llegan a ser un factor crítico que amerite un plan exhaustivo de análisis. A la fecha, no se ha desarrollado un estudio cuantioso con respecto a lo que dichos sobrecostos significan en el presupuesto total a una compañía, es por ello que no se tiene respaldo para determinar si esos costos son o no valiosos para el estado financiero de cada compañía, y es ahí donde nace el problema, pues, no se tiene certeza de si existe alguna relación entre los sobrecostos, los retrasos y el tipo de infraestructura. No se puede prever un posible problema en la decisión de construir una u otra estructura.

Por todas estas razones, la expansión masiva de las redes de telecomunicaciones a nivel nacional, las adiciones de costos y tiempos en cada uno de los proyectos de construcción de telecomunicaciones, la falta de organización empresarial/gerencial y los constantes reprocesos, aunado a las pocas investigaciones que se han desarrollado de proyectos de construcción civil de telecomunicaciones, muestra que el planteamiento del problema es: poder desarrollar todos esos proyectos de construcción de telecomunicaciones, identificar los reprocesos que producen esto y buscar las mejores alternativas como gerentes de obras para cumplir los costos y tiempos planeados en cada uno de los proyectos tipo que se evaluarán.

1.2.1 Antecedentes del problema. De acuerdo con los análisis realizados, el sector presenta un bajo nivel de crecimiento comparado con otros países de Latinoamérica⁴, es decir, se hace necesario encontrar maneras de agilizar los proyectos de construcción de obras civiles para nivelar la demanda de usuarios con la disponibilidad de infraestructura. Para elegir el presente trabajo de grado, se tomó información histórica de resultados de la gestión de proyectos de la compañía Claro Colombia, dado que es la empresa que suministrará información de sus proyectos. Un ejemplo de esto es: en el mes de junio, en el cual la compañía tenía como meta veintiocho (28) sitios implementados, solo se logró la implementación de siete (7). Lo anterior muestra un incumplimiento, pues dieciséis (16) sitios no pudieron entregarse por retrasos en la construcción de la infraestructura civil. El caso refleja lo que hasta la fecha es un aspecto fundamental dentro del crecimiento de las redes de telecomunicaciones, ya que las obras civiles afectadas sobremanera por retrasos y sobrecostos, se convierten en el principal obstáculo para los ingenieros.

1.2.2 Pregunta de investigación. ¿Cuáles son los tipos de soluciones o proyectos de construcción de telecomunicaciones más propensos a presentar incumplimientos en términos de costos y tiempos?

1.2.3 Variables del problema

- Tipo de infraestructura (Solución).
- Reprocesos.
- Costos planeados.
- Tiempos planeados.
- Costos liquidados.
- Tiempos finales de la ejecución.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolla enfocado en estudiar el caso del desarrollo de los proyectos de infraestructura civil para las telecomunicaciones, pues se identifica que se presenta un alto índice de incumplimiento en costos y tiempos que traen consigo demoras y sobrecostos que, a pesar de ser significativos, no han sido objeto de estudio. Los análisis aplicados a los proyectos de implementación de estaciones base de telecomunicaciones, se aplican de manera global, incluyendo etapas como búsquedas de sitios, contratación, obra civil, equipos de hardware, fibra óptica, entre otros; limitando el análisis de la obra civil.

⁴ 34. VÁSQUEZ GONZÁLEZ, J. M. (2018). Propuesta de mejoramiento del proceso de adquisición de espacios para implementación de nodos de telefonía móvil. (U. S. AQUINO, Editor) Obtenido de Propuesta de mejoramiento del proceso de adquisición de espacios para implementación de nodos de telefonía móvil: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12610/2018juanvasquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Además, teniendo en cuenta que de acuerdo con la revisión de literatura no se encuentra investigación alguna que aborde los proyectos de obra civil de telecomunicaciones desde un punto gerencial de obras. También, que en la empresa de caso de estudio no se evalúan los proyectos de construcción de telecomunicaciones por agrupación de tipos de solución, lo cual amerita el análisis, en costos y tiempos de cada uno de ellos, en el periodo señalado de estudio. Esto quiere decir, el análisis se fijará en el aspecto de obra civil en las estaciones base de telecomunicaciones y, de la misma manera, podrá mostrar cuáles son los tipos de infraestructuras civiles que suelen presentar problemas en su desarrollo, en términos de tiempo y costo, para así poder entender de manera global el comportamiento de dichos proyectos, ayudando a contemplarlos dentro de nuevas formas de planeación que incluyan lo expuesto en el presente trabajo.

1.4 HIPÓTESIS

Gran parte de los proyectos desarrollados en el plan de expansión de Claro en la zona “Centro-Oriente” corresponden a proyectos ubicados en la ciudad de Bogotá. Lo anterior se explica porque la densidad poblacional de la capital es considerable y por ende requiere de mayor presencia de antenas por cada kilómetro cuadrado. Pero uno de los retos que se presentan en las ciudades es la poca disponibilidad de terrenos para la construcción de infraestructura propia de la compañía; es por esto que se acude a infraestructuras existentes en propiedades de terceros.

Una estructura existente puede ser desde un edificio hasta una valla o un poste, o simplemente alguna estructura que permite ganar altura. Pero por ser una estructura propiedad de un tercero, ubicada en un sitio administrado por terceros, para lograr acceder a dicha estructura con el fin de adecuarla e instalar las antenas, primero se deben cumplir los requisitos que establezca el tercero; y es aquí en donde pueden nacer gran parte de los proyectos con un alto índice de incumplimiento en tiempos y, por las mismas condiciones, también incumplimientos en términos de costos.

Por lo mencionado se presenta la hipótesis:

La afectación en términos de costos y tiempos de los proyectos de construcción en telecomunicaciones es originada por imprevistos que se relacionan con aspectos como la ubicación y el tipo de estructura a construir.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general: Analizar los costos y tiempos de proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones e identificar cuáles son los más propensos a reprocesos.

1.5.2 Objetivos específicos

- ✓ Desarrollar una base de datos de los proyectos de construcción que pueden ser implementados para la construcción de estaciones base de telecomunicaciones, clasificándolos de acuerdo con su similitud y que permita una nueva agrupación llamada “tipo de solución”.
- ✓ Comparar los proyectos de infraestructura de telecomunicaciones y los grupos de tipo de solución enfocados en sus reprocesos, en tiempos y costos.
- ✓ Evaluar la utilidad de los proyectos de construcción de telecomunicaciones del periodo propuesto enfocado a la TIR.
- ✓ Elaborar recomendaciones con enfoque de mitigación a los impactos de los reprocesos, buscando que se optimicen los resultados en términos de costo y de tiempo.

2. MARCOS DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO

Las telecomunicaciones móviles se han desarrollado a lo largo de los años generando cambios significativos en la vida diaria de las personas. La forma de la comunicación, la forma de hacer las cosas y, en general, la forma de ver el mundo ha sido fuertemente transformada con la llegada a la vida diaria de las telecomunicaciones móviles.

En este sentido, la inmediatez de la información es una de las características de los tiempos presentes, y a diario es testigo de nuevos avances y nuevas investigaciones que amplían aún más las posibilidades que se tienen hasta el momento. El desarrollo de esta industria se ha acelerado en los últimos tiempos, haciendo a todas las personas partícipes de un desarrollo que se ha presentado desde muchos años atrás y que, por esencia, se basa igualmente en el desarrollo de la aplicabilidad de las obras civiles funcionales para dicho tipo de uso. Por eso es importante mencionar primero algunos aspectos relevantes sobre dicha industria.

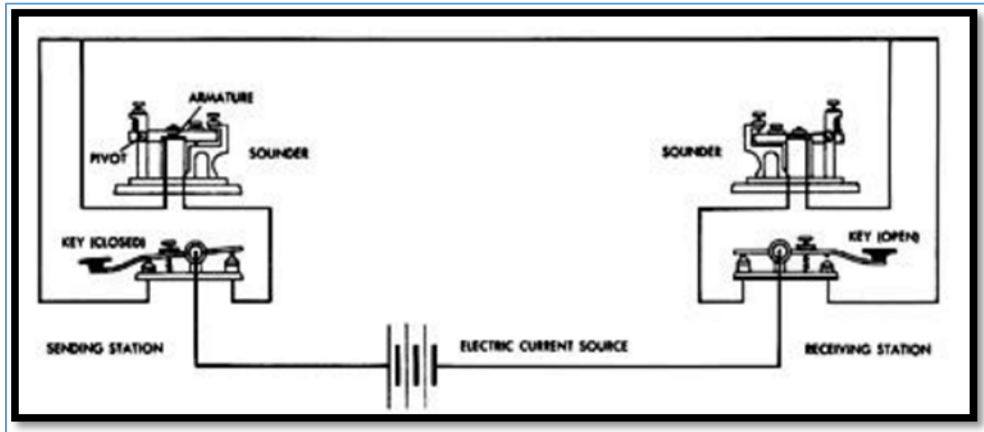
2.2 LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES

Las telecomunicaciones hacen parte de una larga lista de desarrollos tecnológicos. Estos desarrollos inician tal como lo describe José Joskowicz:

Desde el diseño de la primera batería en 1800 por Alejandro Volta, que, aunque no nos implica inmediatamente una comunicación, es la base para los futuros desarrollos que se presentaron. Unos años más tarde en 1830 Joseph Henry diseña un sistema práctico para enviar pulsos eléctricos y recibirlos en lugares distantes, pero fue hasta el aporte de Samuel Morse 7 años después que se logra integrar e inventar el primer telégrafo del mundo adquiriendo formalmente su patente en 1848⁵.

⁵ JOSKOWICZ, José. Historia de las Telecomunicaciones. [en línea]. Bogotá: El Autor [citado 20, septiembre, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Historia%20de%20las%20Telecomunicaciones.pdf> >

Figura 1. Diagrama del telégrafo

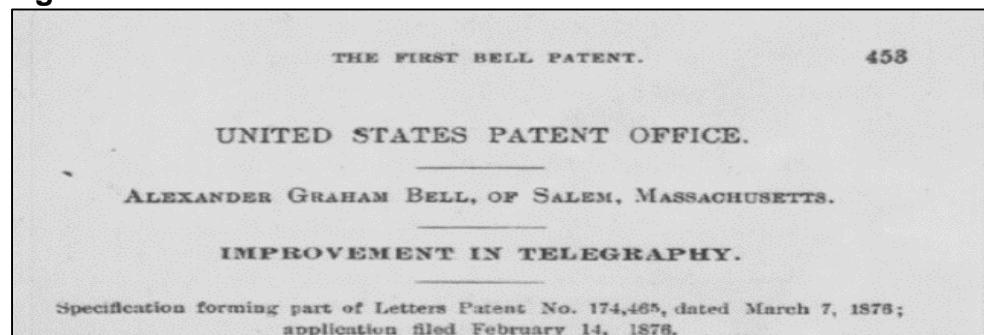


Fuente: JOSKOWICZ, José. Historia de las Telecomunicaciones. [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20, septiembre, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Historia%20de%20las%20Telecomunicaciones.pdf>>

Tal como se menciona en HistoriaDel.com con la invención del telégrafo, se inicia una serie de mejoras al sistema de envío y recepción de pulsos electromagnéticos, trayendo consigo en 1843 un nuevo y revolucionario invento “El fax” a quien dio vida y patente el señor Alexander Bain⁶

Otro de los grandes aportes a las telecomunicaciones y tal vez, el principal aporte, citando nuevamente las palabras del señor José Joskowicz: “el gran aporte que nos entregaron los señores Graham Bell y Thomas Watson, quienes en 1876 lograron transmitir la primera frase de la historia por medio de pulsos electromagnéticos a través de un cable, dando nacimiento de esta forma al Teléfono”⁷

Figura 2. Documento de la Patente del Teléfono



Fuente: JOSKOWICZ, José. Historia de las Telecomunicaciones. [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20, septiembre, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Historia%20de%20las%20Telecomunicaciones.pdf>>

⁶ HISTORIADEL.COM. Historia del Fax. [en línea]. Bogotá [citado 29, septiembre, 2019]. Disponible en Internet: < URL: www.historiadel.com/fax/>

⁷ JOSKOWICZ, Op. cit., p.9.

Todos los desarrollos anteriores desembocan a un hecho particular ocurrido el 3 de Abril de 1973, cuando caminando por las calles de Nueva York el Dr. Martín Cooper (Gerente General de la división de Sistemas de Comunicación en Motorola) realiza la primer llamada desde un teléfono celular.”⁸

Figura 3. Martin Cooper con el nuevo teléfono celular



Fuente: JOSKOWICZ, José. Historia de las Telecomunicaciones. [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20, septiembre, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <http://ie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Historia%20de%20las%20Telecomunicaciones.pdf>>

La telefonía celular inició su evolución como un servicio propio e independiente de las comunicaciones no inalámbricas. Su importancia se remonta hasta nuestros tiempos haciéndose indispensable para el diario vivir y el desarrollo de todas las industrias que componen los mercados mundiales. Los primeros teléfonos eran dispositivos realmente funcionales, pero que no contaban con el plus que con los años se fue presentando, que fue la estilización de los modelos y la búsqueda de la comodidad para el uso de los mismos.

Países que no fueron partícipes directos en el del desarrollo de la telefonía celular, como Colombia, no contaron con la suerte de disponer de dicha tecnología sino hasta varios años más tarde cuando, producto de la globalización de la industria, se logra implementar dicha tecnología en el país.

2.3 LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES EN COLOMBIA

Tal vez a causa del conflicto armado que ha vivido Colombia, la llegada de avances tecnológicos se ha visto afectada, al igual que el ingreso de la telefonía celular, el cual ya tenía un recorrido importante y un desarrollo fundamental en el momento en que se integró su operación en Colombia. Sin embargo, es importante puntualizar

⁸ Ibíd., p.22

los hitos de esta industria en el país y los desarrollos que se han logrado en beneficio de toda la población. En este sentido, Caracol Radio argumenta:

El gobierno nacional, luego de discusiones y análisis, en 1993 sanciona la ley 37, en donde 11 firmas se presentaron como candidatas para recibir espectro en tres regiones definidas por el gobierno: Oriente, Costa y Occidente. En la región Oriente las concesiones fueron otorgadas a Celumóvil (Grupo Santodomingo) y Comcel (Bell Canada, ETB, Telecom), en la región Occidente la concesión fue otorgada a Ocel (Cable & Wireless, EPM) y Cocelco (Telefónica de España, Sarmiento Angulo y Ardila Lülle) y en la región Costa a CelCaribe (Millicom y Telecartagena) y Celumóvil de la Costa (Grupo Santo Domingo).⁹

Cuadro 1. Operadores que iniciaron operación en Colombia

Zona de operación	Operador	Carácter	Inversionistas	Logo
Oriente	COMCEL	Público-Privado	Bell Canadá, ETB, Telecom	
Oriente y costa	CELUMÓVIL	Privado	Grupo Santodomingo	
Occidente	OCCEL	Público-Privado	Cable & Wireless, EPM	
Occidente	COCELCO	Privado	Telefónica de España, Sarmiento Angulo y Ardila Lülle	
Costa	CELCARIBE	Público-Privado	Millicom y Telecartagena	

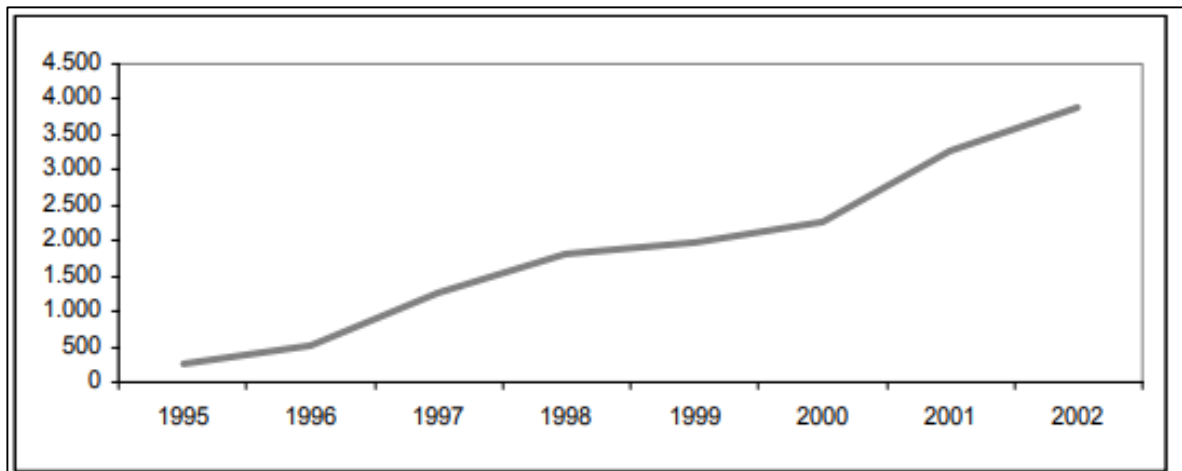
Fuente: Elaboración propia

Pese al difícil inicio de la operación, la industria fue ganando terreno y una de las primeras movidas estratégicas fue la compra de Ocel por parte de Comcel; precisamente a esta última empresa, dos años después, se sumaría como accionista el grupo Telecom Américas, conformado por Bell Canadá International, SBC International y América Móvil, propiedad de Carlos Slim, que definitivamente se quedó con el operador celular, otros dos años más tarde. Con respecto a Celumóvil, en mayo de 2000 la firma estadounidense

⁹ CARACOL RADIO. Hitos de la telefonía celular en Colombia [en línea]. Bogotá: Caracol radio [citado 12, abril, 2019]. Disponible en Internet: < URL: https://caracol.com.co/radio/2013/05/31/tecnologia/1370007960_908446.html>

BellSouth adquirió sus operaciones de las zonas Oriente y Costa y dos meses después se quedó con Cocolco, que era propiedad del Grupo Luis Carlos Sarmiento¹⁰

Gráfica 1. Gráfica cantidad de Abonados Vs. Año



Fuente: MINTIC. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Historia del Ministerio [en línea]. Bogotá: El Ministerio [citado 26, abril, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Ministerio/Acerca-del-MinTIC/Historia/>>

Finalmente, en el 2003, Comcel cerró un acuerdo con la europea Millicom para quedarse con Celcaribe y ser el primer operador con presencia nacional¹¹. La marca Comcel inició sus operaciones nacionales y abrió un nuevo camino al desarrollo de las operaciones celulares, estableciendo estrategias comerciales unificadas en el territorio colombiano y eliminando los cobros de larga distancia nacional que usualmente se cobraba en llamadas que se realizaban de una zona del país a otra.

Por su parte, BellSouth decidió en 2004 retirar su presencia de todas las operaciones de América Latina, incluida la operación de Colombia, siendo reemplazada por la multinacional española Telefónica bajo la marca Movistar¹². Un año antes en 2003, inició operaciones Colombia Móvil bajo la marca OLA. Esta llegada estresó el ambiente competitivo logrando que, por primera vez, en el país se superara la barrera de los 10 millones de usuarios.

¹⁰ REVISTA DINERO, Op. cit., p.2.

¹¹ EL TIEMPO, Comcel compra Celcaribe. [en línea]. Bogotá: El Tiempo [citado 26, abril, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-986590>>

¹² EL TIEMPO. Telefónica asume hoy la operación de Bellsouth. Bogotá: El Tiempo [citado 28, abril, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-152966>>

Figura 4. Logo de OLA



Fuente: REVISTA DINERO. Así nació, creció y murió Comcel [en línea]. Bogotá: La Revista [citado 25, junio, 2008]. Disponible en Internet: < URL: <https://www.dinero.com/negocios/articulo/asi-nacio-crecio-murio-comcel/154085>>

En 2006 la multinacional europea regresó a Colombia, asumiendo el 50% de las acciones de OLA, pero ahora, migrando la marca a una nueva: "TIGO"¹³

Figura 5. Logo de Tigo



Fuente: CARACOL RADIO. La marca de telefonía celular Ola desaparece para darle paso a "Tigo" [en línea]. Bogotá: Caracol Radio [citado 28, noviembre, 2006]. Disponible en Internet: < URL: https://caracol.com.co/radio/2006/11/28/economia/1164692760_362054.html

En el año 2009 mediante la Resolución 2062 del 27 de febrero, Comcel fue declarado "operador dominante"¹⁴

El 25 de junio de 2012, los directivos de América móvil, propietaria de COMCEL y TELMEX Colombia, decidieron ejecutar una movida comercial unificando sus operaciones y dando paso a su nueva marca comercial en Colombia "Claro Colombia"¹⁵

¹³ CARACOL RADIO. La marca de telefonía celular Ola desaparece para darle paso a "Tigo" [en línea]. Bogotá: Caracol Radio [citado 28, noviembre, 2006]. Disponible en Internet: < URL: https://caracol.com.co/radio/2006/11/28/economia/1164692760_362054.html

¹⁴ CARACOL RADIO. Hitos de la telefonía celular en Colombia, Op. cit., p.3.

¹⁵ REVISTA DINERO, Op. cit., p.3.

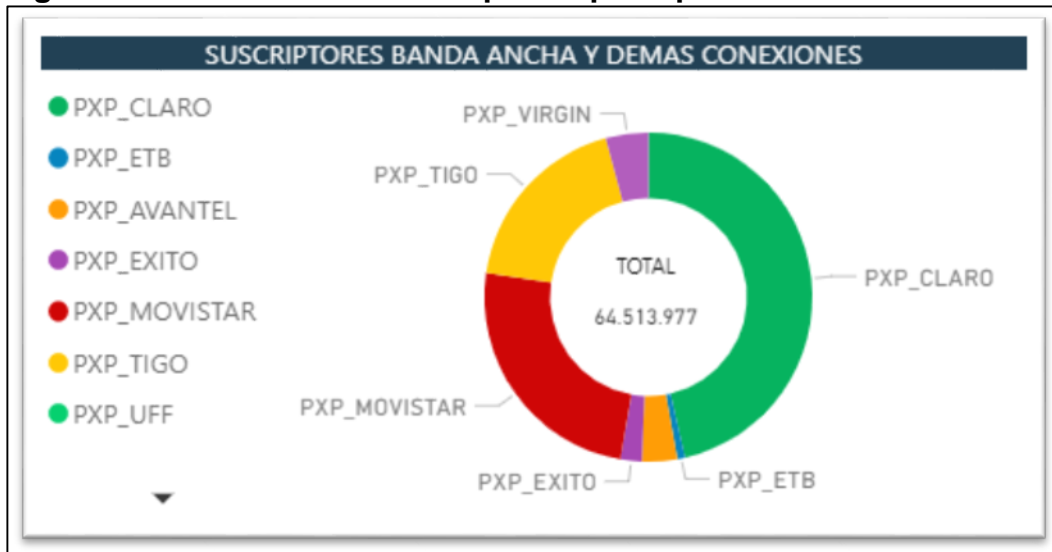
Figura 6. Logo Claro Colombia



Fuente: REVISTA DINERO. Así nació, creció y murió Comcel [en línea]. Bogotá: La Revista [citado 25, junio, 2008]. Disponible en Internet: < URL: <https://www.dinero.com/negocios/articulo/asi-nacio-crecio-murio-comcel/154085>>

Con la entrada de nuevos operadores, se esperaba un mayor dinamismo en el mercado, es por eso que operadores que no cuentan con infraestructura física, lograron entrar en el mercado colombiano por decisión del gobierno nacional. Estos operadores utilizan la modalidad de arrendamiento de infraestructura. Sin embargo, los resultados no han generado una mayor variación en la distribución del mercado, por lo cual Claro continúa siendo el operador con mayor participación.

Figura 7. Distribución de suscriptores por Operadores



Fuente: MINTIC. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Suscriptores a telefonía móvil [en línea]. Bogotá: El Ministerio [citado 12, enero, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Ministerio/Acerca-del-MinTIC/Historia/>>

2.4 MARCO CONCEPTUAL

El desarrollo presentado por las telecomunicaciones móviles en el país es un aspecto fundamental en la transformación a la era digital por parte de las industrias que participan en el mercado colombiano; pero ese desarrollo va de la mano con la implantación y construcción de sitios adecuados y destinados para conformar la red celular que funciona en los territorios. A pesar de existir una amplia presencia de redes móviles en los espacios urbanos y rurales, para comprender la esencia del crecimiento y el desarrollo de dicha industria es necesario primero definir algunos conceptos clave, que para efectos técnicos de las obras civiles, corresponde a los equipos que ejercen las cargas a las estructuras implementadas.

2.4.1 Estación base de telecomunicaciones (BTS: Base Transceiver Station)

Tal como lo indica el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Colombia la telefonía móvil opera bajo el principio de la red celular, la cual en vez de utilizar un transmisor de gran potencia y gran cobertura subdivide su cobertura en áreas más pequeñas llamadas celdas que tienen como elemento central a las estaciones base. Estas estaciones base (llamadas BTS, sigla de Base Transceiver Station) son instalaciones fijas que se interconectan con los teléfonos móviles mediante ondas electromagnéticas de radiofrecuencia¹⁶

Las BTS están constituidas por una serie de elementos tecnológicos (Hardware) que hacen posible el funcionamiento de la comunicación celular. Estos elementos deben estar albergados en unas condiciones específicas de altura y ubicación para lograr un desempeño óptimo. Es por esto que las BTS deben contar con una infraestructura civil apropiada y diseñada, específicamente, para el uso que se requiere.

Los elementos básicos que componen una BTS están determinados de acuerdo con el diseño que se defina en términos de radiofrecuencia y transmisión, sin embargo, la esencia siempre se conserva, siendo que, en todo diseño, las BTS comparten la misma estructura base en sus conexiones y equipos de hardware. Los elementos que se pueden mencionar son los siguientes:

¹⁶ MINTIC. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Despliegue de infraestructura, campos electromagnéticos y salud - preguntas frecuentes [en línea]. Bogotá: El Ministerio [citado 12, enero, 2019]. Disponible en Internet: < URL: https://mintic.gov.co/portal/604/w3-article-5360.html?_noredirect=1>

2.4.1.1 Antenas de Radiofrecuencia (RF). Son componentes que se encargan de enviar y recibir la información por medio de ondas electromagnéticas hasta cada dispositivo móvil que esté en su cobertura. Estos dispositivos aportan una carga de 40Kg cada uno a la estructura civil, y con fines de diseño se presume que se ubican en la parte más alta de la estructura.

Figura 8. Antena RF



Fuente: CABLEWINDOW. Herramientas de telecomunicaciones. [en línea]. Bogotá: La entidad [citado 21, septiembre, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <https://www.cablewindow.com/es/>>

2.4.1.2 Antenas de transmisión microondas (Tx). La función de una antena Tx es básicamente conectar la BTS con otra(s) BTS con el fin de integrarlas al sistema general de comunicación celular. Estas antenas deben conservar una línea de vista con las antenas en las otras BTS. El peso que este componente le aporta a la estructura varía en función de su diámetro (desde 40cm hasta 3m), sin embargo, gracias a la interconexión de las estaciones base por medio de fibra óptica, este componente puede ser suprimido dentro de los componentes de las estaciones.

Figura 9. Antena Tx



Fuente: MPI & DIRSA. Sistema de Antenas. [en línea]. Bogotá: La entidad [citado 21, septiembre, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <http://mpi-dirsas.com/2016/06/andrew/>>

2.4.1.3 Módulos RF. Los módulos RF o módulos de radiofrecuencia, son componentes que complementan el funcionamiento de las antenas de radio frecuencia (Antenas RF). Dependiendo de la banda de frecuencia que utilice el operador y el tipo de tecnología (GSM, 4G, 4.5G) varía el tipo de módulos, sin embargo, en la tecnología actual siempre están presentes.

Figura 10. Módulos RF



Fuente: El Autor

- **Equipos de potencia, fuerza y clima.** Son los componentes que aportan la energización del sistema y la protección del sistema radiante (Antenas). De manera extraordinaria estos elementos pueden ser ubicados en la estructura, sin embargo,

para el desarrollo del presente trabajo no se contempla dicha alternativa, por tanto se presume que los equipos de potencia, fuerza y clima son ubicados en piso.

Figura 11. Conjunto de equipos de potencia, fuerza y clima



Fuente: El Autor

Adicional a los componentes mencionados, se agregan otros como pararrayos, tableros de distribución, acometidas eléctricas, entre otros, que no representan un gran tamaño ni peso para la infraestructura civil de la estación.

2.4.2 Infraestructura civil en una BTS. Una BTS debe contar con una adecuada infraestructura civil que permita el óptimo desempeño de todos los equipos del sistema. La infraestructura civil, básicamente debe proveer dos condiciones: condiciones para la instalación de equipos y la altura requerida por el diseño de RF. Por lo anterior, la libertad de los ingenieros de elegir diferentes opciones es latente, siempre acudiendo a las mejores alternativas en términos de costos, tiempo y facilidad de consecución de los materiales.

La infraestructura principal en una BTS es la que permite ganar altura con respecto al suelo y acorde al diseño de RF, esta infraestructura puede ser implementada de acuerdo a las condiciones del terreno buscando la mejor alternativa. En este sentido se identifican dos tipos de terrenos para la implementación: *Greenfield* que corresponde a terrenos naturales a nivel del suelo, y terrenos *rooftop* que hace referencia a sitios en estructuras existentes, como terrazas y puntos fijos de edificios, pero a pesar de existir esta clasificación, no es una limitante para elegir la estructura a construir, pues todo depende básicamente de las necesidades propias del sitio y la disponibilidad de los recursos y del constructor.

Actualmente los operadores de telecomunicaciones utilizan un grupo de estructuras que se acoplan a los requerimientos actuales del mercado. A continuación, se explican las estructuras más comunes:

2.4.2.1 Torres Autoportadas. Las torres autoportadas se caracterizan por ofrecer una alta resistencia a fuerzas de viento y fuerzas de torsión. Por su característica liviana, ofrecen una alta resistencia a las fuerzas de sismos. Se pueden construir en zonas rurales y urbanas, sin problema, siempre que se cuente con la más avanzada ingeniería para garantizar su seguridad, duración y funcionamiento. Estas estructuras están conformadas por distintos tipos de perfiles los cuales corresponden a secciones en ángulo y OC.

Figura 12. Torres Autoportadas



Fuente. HERNÁNDEZ, Alberto. Diseño de Torres de Telecomunicación. Ciudad de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería Civil, 2016. p.44.

2.4.2.2 Monopulos. Los monopolos son estructuras de fácil instalación en sitios con poco espacio, ofrecen una alta resistencia a cargas y a las fuerzas de viento. Son fáciles de adquirir y transportar por lo que se hacen soluciones de gran preferencia para el despliegue de infraestructura. Lastimosamente la altura que ofrece un poste se ve limitada, y dependen de los fabricantes las opciones a elegir.

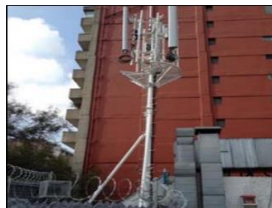
Figura 13. Monopolo



Fuente. HERNÁNDEZ, Alberto. Diseño de Torres de Telecomunicación. Ciudad de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería Civil, 2016. p.44.

2.4.2.3 Mástiles. Son pequeñas estructuras, de hasta 6 metros de altura, que se instalan en las azoteas de zonas urbanas. Son sumamente versátiles. Este tipo de estructuras están conformadas de igual forma que los Monopolos, por perfiles OC (Tubo circular) pero de menor diámetro. Este tipo de solución es el implementado en sitios como terrazas, por ello también se conoce como estructuras tipo Terraza o Azotea¹⁷

Figura 14. Mástil en terraza



Fuente. HERNÁNDEZ, Alberto. Diseño de Torres de Telecomunicación. Ciudad de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería Civil, 2016. p.40.

¹⁷ LÓPEZ HERNÁNDEZ. Sergio Alberto. Diseño de Torres de Telecomunicación [en línea]. Bogotá: El Autor [citado 2, agosto, 2019]. Disponible en Internet: < URL:<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/13622/Dise%C3%B1o%20de%20Torres%20de%20Telecomunicaciones.pdf?sequence=1>>

Los mástiles cuentan con gran facilidad de instalación, haciendo que sean posibles de utilizar en estructuras existentes que ayudan en la ganancia de altura, como vallas publicitarias y postes de alumbrado público.

2.4.2.4 Postes. Los postes son soportes verticales que, de manera muy común, se utilizan en el sistema de alumbrado público y sistemas eléctricos. Estos elementos también ayudan en la instalación de equipos de telecomunicaciones y se usan de gran manera en sitios de poco espacio disponible o en ubicaciones propias del espacio público. Los postes pueden ser de diferentes materiales, como concreto, acero o fibra de vidrio.

Figura 15. Poste Metálico



Fuente. HERNÁNDEZ, Alberto. Diseño de Torres de Telecomunicación. Ciudad de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería Civil, 2016. p.40

2.4.2.5 Estructuras especiales. Con el fin de facilitar la implementación de la infraestructura, se han desarrollado nuevas alternativas de estructuras, basadas en las estructuras ya mencionadas, pero variando o añadiendo aspectos que permiten que se puedan clasificar en otro tipo de alternativas.

- **Torres tipo celda portátil.** Las torres tipo celda portátil, son torres que conservan la característica de ser autosoportadas, pero su variación radica en su sistema de transferencia de cargas al suelo, pues no cuentan con una cimentación, en lugar de esta, cuentan con una plataforma de apoyo al suelo que integra una serie de depósitos que se ubican enterrados y se rellenan con el mismo terreno natural

excavado. Dichos depósitos generan contrapesos a la estructura evitando fallas de volcamiento. Estas soluciones agilizan el proceso constructivo y el proceso legal de solicitud de permisos, pues por no incluir la construcción de una cimentación, estarían eximidos de licencias de construcción.

Figura 16. Torre tipo celda portátil



Fuente: MYM TORRES. Plataformas de celdas portátiles. Bogotá: La Empresa [citado 9, septiembre, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <http://mymtorres.com/plataformas-de-celdas-portatiles-content-1484.html>>

- **Monopolos tipo ecológico.** A nivel estructural estos monopolos no presentan variación alguna, el aspecto que los hace diferentes es su apariencia, pues están diseñados para mimetizarse con el entorno en el que se encuentran.

Figura17. Monopolo tipo Ecológico imitación palmera



Fuente: MYM TORRES. Plataformas de celdas portátiles. Bogotá: La Empresa [citado 9, septiembre, 2019]. Disponible en Internet: < URL: <http://mymtorres.com/plataformas-de-celdas-portatiles-content-1484.html>>

La infraestructura civil en una BTS otorga las condiciones necesarias para su adecuado funcionamiento, por tanto, los ingenieros civiles deben utilizar todos los recursos que estén a mano para encontrar soluciones inmediatas a situaciones que pongan en riesgo el desarrollo de un proyecto. Independiente del tipo de estructura o solución elegida, lo que prima es la agilidad con que se logre implementar la estructura. Por eso, en las telecomunicaciones las infraestructuras civiles deben otorgar un tiempo corto de construcción.

Las estructuras metalmecánicas son las más viables a la hora de elegir una solución. Sus características de flexibilidad, capacidad portante y la rapidez de su proceso constructivo las hacen la opción ideal. Los operadores suelen desarrollar

trabajos posteriores a la implementación de las obras civiles, en gran medida para ampliar el rango de cobertura de las estaciones; estos trabajos consisten en proveer las estaciones de equipos generalmente más robustos y de mayor capacidad. Dichas actividades significan cargas adicionales a la estructura. Inicialmente los ingenieros civiles diseñan las estructuras previendo a futuro que se aplica mayor carga, sin embargo, por las premuras de los requerimientos de la industria, las estructuras suelen superar el límite de carga fácilmente. Es por esto que, a pesar de ser las estructuras ideales, el riesgo de fallar por sobrecargas es bastante significativo; de aquí, la importancia de proteger los procesos constructivos y los diseños de las estructuras.

2.4.3 Características de las estructuras.

Cuadro 2. Características de las estructuras

Tipo Estructura	Materiales	Cimentación	Estructura	Alturas alcanzadas	Capacidad de Carga
Poste Concreto	Concreto Pos tensado	Por sus características, no requiere de diseño de cimentación, por tanto la instalación es hincada en el terreno para evitar el volcamiento.	Se asemeja a una columna de concreto de sección circular, su diseño está enfocado a soportar cargas axiales del peso de equipos y laterales de la resistencia al viento.	Comercialmente se logran encontrar postes de hasta 18m de altura.	* 3 antenas RF (40kg c/u) * 6 Módulos RF (20Kg c/u) * 2 Personas Mantenimiento (80Kg c/u) CARGA TOTAL APROX 400 Kg
Poste Metálico	Acero galvanizado	Por sus características, no requiere de diseño de cimentación, por tanto la instalación es hincada en el terreno para evitar el volcamiento.	Se asemeja a una columna metálica de sección circular, su diseño está enfocado a soportar cargas axiales del peso de equipos y laterales de la resistencia al viento.	Comercialmente se logran encontrar postes de hasta 18m de altura.	* 3 antenas RF (40kg c/u) * 6 Módulos RF (20Kg c/u) * 2 Personas Mantenimiento (80Kg c/u) CARGA TOTAL APROX 400 Kg
Poste Metálico PSB	Acero galvanizado	Debido a su alcance en altura y capacidad, requiere del diseño de cimentación. Generalmente se construye caisson o zapata	Su estructura es similar al poste metálico pero por su altura se secciona la totalidad del poste añadiendo uniones bridadas con pernos de agarre. El calibre de este poste es significativamente mayor.	Las alturas alcanzadas dependen del diseño y necesidad, sin embargo se han alcanzado alturas de 40m	* 3 antenas RF (40kg c/u) * 6 Módulos RF (20Kg c/u) * 2 Personas Mantenimiento (80Kg c/u) CARGA TOTAL APROX 400 Kg
Monopolo	Acero galvanizado	Debido a su alcance en altura y capacidad, requiere del diseño de cimentación. Generalmente se construye caisson o zapata	La estructura del monopolo se constituye de secciones bridadas de tubería de grueso calibre que permite alcanzar alturas de gran proporción.	Las alturas alcanzadas dependen del diseño y necesidad, sin embargo se han alcanzado alturas de 40m	* 5 antenas RF (40kg c/u) * 10 Módulos RF (20Kg c/u) * 2 Personas Mantenimiento (80Kg c/u) CARGA TOTAL APROX 560 Kg

Monopolo Ecológico	Acero galvanizado	Debido a su alcance en altura y capacidad, requiere del diseño de cimentación. Generalmente se construye caisson o zapata	La estructura del monopolo se constituye de secciones bridadas de tubería de grueso calibre que permite alcanzar alturas de gran proporción.	Las alturas alcanzadas dependen del diseño y necesidad, sin embargo se han alcanzado alturas de 40m	* 5 antenas RF (40kg c/u) * 10 Módulos RF (20Kg c/u) * 2 Personas Mantenimiento (80Kg c/u) CARGA TOTAL APROX 560 Kg
Celda Portátil	Acero galvanizado	Gracias a su diseño auto soportado, no requiere de cimentación, en cambio se realiza una excavación en donde se instalan contenedores que posteriormente se rellenan con el material excavado y funciona como contrapeso.	Estructura tipo celosía de sección constante, la plataforma de apoyo se encuentra unida al cuerpo que sube y todos sus componentes están unidos por medio de pernos con el fin de garantizar la recuperación del material.	Las alturas alcanzadas dependen del diseño y necesidad, sin embargo se han alcanzado alturas de 50m	* 9 antenas RF (40kg c/u) * 18 Módulos RF (20Kg c/u) * 2 Personas Mantenimiento (80Kg c/u) CARGA TOTAL APROX 880 Kg
Torre Convencional	Acero galvanizado	De acuerdo a su diseño, requiere del diseño de una cimentación.	Estructura tipo celosía de sección variable (disminuye a medida que sube), la estructura está directamente apoyada sobre la cimentación y todos sus componentes están unidos por medio de pernos con el fin de garantizar la recuperación del material.	Las alturas alcanzadas dependen del diseño y necesidad, sin embargo se han alcanzado alturas de 85m	* 15 antenas RF (40kg c/u) * 30 Módulos RF (20Kg c/u) * 2 Personas Mantenimiento (80Kg c/u) CARGA TOTAL APROX 1.360 Kg
Terraza Mástiles	Acero galvanizado	Debido a que se apoyan sobre una estructura existente, se construyen de manera tal que las cargas sean transmitidas a la estructura, no requiere cimentación	Se compone de elementos metalmecánicos que pueden estar anclados a la terraza, adosados a un muro o apoyados, transmiten las cargas a la estructura existente	Un mástil puede alcanzar una altura máxima de 6 metros para no requerir de riendas de estabilidad, y hasta 10 metros con riendas de estabilidad; la anterior altura se sumaría a la altura que provee la estructura existente	Carga por Mástil: * 2 antenas Rf (40Kg c/u) * 4 Módulos Rf (20Kg c/u) CARGA TOTAL APROX 160 Kg
Terraza Torrecilla	Acero galvanizado	Debido a que se apoyan sobre una estructura existente, se construyen de manera tal que las cargas sean transmitidas a la estructura, no requiere cimentación	Estructura tipo celosía de sección constante, la plataforma de apoyo se encuentra unida al cuerpo que sube y ésta se apoya a la terraza para transferir las cargas, todos sus componentes están unidos por medio de pernos con el fin de garantizar la recuperación del material.	La altura de una torrecilla puede llegar a los 30 metros, sin embargo depende de la evaluación estructural de la estructura existente y su capacidad de carga.	* 3 antenas RF (40kg c/u) * 6 Módulos RF (20Kg c/u) * 2 Personas Mantenimiento (80Kg c/u) CARGA TOTAL APROX 400 Kg

Valla	Acero galvanizado	Debido a que se apoyan sobre una estructura existente, se construyen de manera tal que las cargas sean transmitidas a la estructura, no requiere cimentación	Se compone de elementos metalmecánicos que pueden estar anclados a la valla, o adosados, transmiten las cargas a la estructura existente	Un mástil puede alcanzar una altura máxima de 6 metros para no requerir de riendas de estabilidad, y hasta 10 metros con riendas de estabilidad; la anterior altura se sumaría a la altura que provee la estructura existente	Carga por Mástil: * 2 antenas Rf (40Kg c/u) * 4 Módulos Rf (20Kg c/u) CARGA TOTAL APROX 160 Kg
-------	-------------------	--	--	---	---

Fuente: Requerimientos obra civil sitios nuevos y ampliaciones Claro Colombia

2.5 MARCO JURÍDICO

La construcción de una BTS implica una serie de modificaciones en su espacio propio y a su alrededor, además de involucrar intervenciones al suelo natural, invasión del espacio aéreo, entre otros impactos que trae consigo una nueva estructura en un lugar en donde anteriormente no existía. Estos aspectos se han enmarcado en una serie de normas que limitan, de alguna manera, las dimensiones y reducen en lo posible el impacto que estas estructuras puedan generar. Sin embargo, dada la importancia del impacto generado, a continuación se describen las normativas que rigen al momento de la construcción de una estación base de telecomunicaciones móviles.

2.5.1 Del impacto a la salud humana. Por muchos años las antenas celulares han sido objeto de estudio, por su naturaleza de funcionamiento basada en radiación de ondas electromagnéticas. Sin embargo y, como lo dicen Cabal, Otero y Acuña en su trabajo de investigación: “En el caso de efectos potenciales de largo plazo, la ICNIRP (Sigla en inglés para Comisión Internacional de Protección de Radiación no Ionizante) concluye que la información disponible es insuficiente para proporcionar una base para el establecimiento de restricciones a la exposición”¹⁸, es por esto que la implementación de antenas celulares se efectúa bajo recomendaciones de radiación máxima que emite cada país. La magnitud de radiación limita el área y la distancia cubierta por una estación base, pero no afecta la calidad que otorga la misma.

En Colombia, el organismo encargado de establecer las restricciones en cuanto a radiación electromagnética de las antenas celulares es el Ministerio de las TIC, quien con su decreto 195 de 2005 y la resolución 1645 de 2005 reglamenta a los operadores de telefonía celular en este aspecto. Además, los operadores deben cumplir con las recomendaciones que otorga la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre el tema.

¹⁸ CABAL, Claudia; OTERO, Gerardo y ACUÑA, José, Informe sobre campos electromagnéticos y la salud humana. Montevideo, Uruguay. Instituto de Ingeniería Eléctrica - Facultad de Ingeniería, 2019. p.54.

2.5.2 Del impacto ambiental. Toda infraestructura que sea instalada en un terreno tipo Green Field, un terreno virgen o sin intervención previa, o ubicado en zona tipo selvática, de dominio público, deberá solicitar el concepto favorable de la entidad autónoma regional que aplique a la zona del proyecto.

Son las corporaciones autónomas regionales las encargadas de evaluar el impacto ambiental que puede generar la implantación de la estación base en la zona estipulada, por tal motivo es dicha entidad quien rechazará o entregará recomendaciones para la construcción de la infraestructura civil planeada.

2.5.3 Del terreno a utilizar. Toda edificación en Colombia se debe ejecutar con una solicitud y aprobación previa de la alcaldía de la ciudad a la que pertenece el proyecto. Para este aspecto las administraciones en cabeza de sus secretarías de planeación, basándose en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) vigente y el interés público, determinarán la viabilidad de la solicitud decidiendo si se expide o no una licencia de construcción para dicho proyecto.

Las alcaldías tienen la libertad de evaluar las solicitudes de los operadores y establecer las condiciones y limitantes que sean acordes a la necesidad pública de su municipio, todo esto basados en las normativas nacionales sobre el uso del suelo: Ley 9 de 1987, Ley 388 de 1997, Ley 1341 de 2009, Ley 1753 de 2015 y Decreto 1078 de 2015

2.5.4 De la invasión al espacio aéreo. La infraestructura de una BTS se caracteriza por su necesidad de altura. Una BTS puede otorgar mayor rango de cobertura de manera proporcional con la altura que se logre obtener. Es por esto que el diseño de una estación se encamina a ganar altura, y los operadores pueden requerir estructuras que se eleven considerablemente sobre el suelo. Una estación base típica de ubicación rural puede rondar los 30 o 40 metros de altura, pero no son las alturas máximas. En lugares estratégicos o lugares muy alejados, se pueden concebir estructuras de hasta 100 metros de altura. Lo anterior hace, claramente, que una estructura de esta envergadura genere una invasión al espacio aéreo, por ello los operadores deben solicitar la aprobación de la Aeronáutica Civil para cada uno de sus proyectos que superen la altura de la estructura más alta a su alrededor.

En Colombia, la Aeronáutica Civil actúa como un órgano que regula, controla y determina las condiciones de uso del espacio aéreo. Para el presente caso, esa entidad se basa en el reglamento aeronáutico nacional, específicamente en el artículo 14.3.4. Restricción y eliminación de obstáculos.

2.5.5 De las obras civiles. La construcción de la infraestructura civil de una BTS, a pesar de ser un proyecto de corta duración, integra todos los procesos constructivos característicos de una estructura de esta magnitud. Desde el diseño hasta el proceso constructivo de la estructura se deben desarrollar ceñidos a la norma

existente, que para el caso de Colombia es la NSR - 10, específicamente los capítulos A, B, C, F y E. También, como estándar para el diseño de torres para telecomunicaciones, los operadores deben cumplir con la norma EIA/TIA-222G enfocada específicamente a las normas estructurales para torres de antena de acero y estructuras de soporte de antenas.

Además, la construcción de las estaciones base se caracteriza por el uso de estructuras metalmecánicas, motivo por el cual se debe cumplir con las especificaciones del Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC, sigla en inglés), que define los parámetros al trabajar con ese material.

Otra característica particular de una BTS es la instalación de una gran cantidad de hardware que permite el funcionamiento de las antenas. Todos esos equipos deben estar interconectados, y es por eso que la norma EIA/TIA-222G regula, finalmente, las instalaciones eléctricas de una estación base. Dichas conexiones son conexiones robustas que proveen de un suministro eléctrico generalmente considerable; una estación base debe tener una disponibilidad de consumo energético de 10 KVA. En este aspecto los operadores celulares deben garantizar que sus conexiones eléctricas cuenten con la certificación RETIE.

2.5.6 De la estética y el impacto visual. El despliegue de nuevas BTS se torna complejo por la escasez de sitios adecuados para la instalación en cascos urbanos, pero sumado a esto, también está el impacto visual que una estructura de este tipo puede generar en el entorno. Propietarios de edificios se niegan a facilitar espacios evitando afectar la arquitectura del edificio, del mismo modo impactos en zonas arborizadas, de conservación colonial, entre otras, son zonas que retan la posibilidad del despliegue de nueva infraestructura de telecomunicaciones móviles.

A causa de lo anterior, los operadores implementan camuflajes o mimetizados en sus infraestructuras con el fin de reducir el impacto y para evitar que la población cercana sienta incomodidad por la estructura.

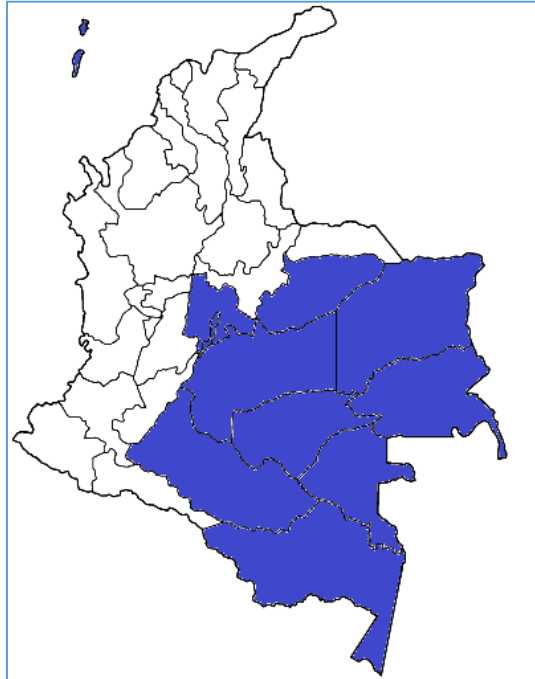
A pesar de que en Colombia no existe una normativa clara sobre la mimetización de las estaciones base, y los operadores la manejan de acuerdo con sus necesidades, la Alcaldía de Bogotá, en cabeza de la Secretaría de Planeación, ha desarrollado el “Manual de mimetización y camuflaje para estaciones radioeléctricas”, buscando dar a los operadores una guía más clara sobre el uso de este plus que se otorga a una estación base.

2.6 MARCO GEOGRÁFICO

Claro Colombia mantiene hasta la fecha la división territorial que hizo el gobierno al iniciar la operación celular en el país. Así, sus áreas de ingeniería se encuentran regionalizadas, haciendo presencia y dedicadas exclusivamente a la zona asignada. Por lo anterior el presente trabajo se desarrollará en la región central del país,

incluyendo específicamente a Bogotá y a los Departamentos de Cundinamarca, Casanare, Meta, Vichada, Guainía, Guaviare, Caquetá, Vaupés, Amazonas y San Andrés islas.

Figura 18. Región centro en claro



Fuente: Elaboración propia

2.7 ESTADO DEL ARTE

La construcción en la industria de las telecomunicaciones móviles es un aspecto fundamental para el crecimiento de las coberturas de cada operador, es una industria muy dinámica y para el caso colombiano, es una industria con un nivel complejo de competencia. El despliegue de las construcciones en las telecomunicaciones se hace un aspecto de alta importancia, sin embargo está definido por las necesidades comerciales de cada operador.

Las expectativas esperadas en las construcciones de obras civiles para las telecomunicaciones se basan en contar con la disponibilidad de la infraestructura en los tiempos solicitados y con las características de resistencia y funcionalidad necesarias. Es por eso que desde el campo profesional de la ingeniería civil se han desarrollado investigaciones con respecto a los procesos constructivos de las estaciones base de telecomunicaciones que buscan las mejores prácticas y los mejores resultados optimizando costos¹⁹ (MURCIA MARTÍNEZ, 2016), así como

¹⁹ MURCIA MARTÍNEZ, Luis Armando ; TORRES PEÑA, Luis Ediel ; VANEGAS ALFONSO, Olga

estudios en otras áreas que buscan disminuir los efectos e impactos que traen las antenas, y análisis con respecto a los procesos de búsqueda de los sitios adecuados para la implementación de dicha infraestructura.

Hoy, las investigaciones están enfocadas en optimizar la tecnología celular, y los nuevos avances lo confirman²⁰ (ALDANA GELVES, 2018). La pronta llegada de la tecnología 5G, aumenta en consideración el interés por la investigación de la infraestructura de las telecomunicaciones, en términos de radiofrecuencia y de la transmisión de la información; es entendible este interés de la industria, debido a que se estima un gran avance de la tecnología si se logra optimizar la transmisión por ondas²¹ (BARRENO NARANJO, 2016). No obstante, la infraestructura civil no se posiciona como un tema prioritario de investigación en las telecomunicaciones, motivo por el que se evidencia que las estructuras utilizadas son resultado de la experiencia, la operatividad y la necesidad, pero no son resultado de investigaciones y nuevos desarrollos.

Se mencionó que una característica de las construcciones en las telecomunicaciones es su corta duración y debido a que los operadores se enfrentan a la administración de varios proyectos en simultánea, el desarrollo y seguimiento de los proyectos se torna una labor de alta precisión y atención, por tanto, encontrar formas cómodas de administrar los proyectos es un reto de cada compañía de telecomunicaciones²² (BELTRÁN GARZÓN, 2011). Con la experiencia de cada compañía se consolida una metodología y la hacen parte de su proceso corporativo de despliegue de infraestructura. Pero al no ser este tema objetivo de investigación en las infraestructuras de las telecomunicaciones, y al analizar la operación, existe una amplia oportunidad de mejora. Aspectos externos como el clima, zona, o influencia de terceros, son aspectos que no se contemplan en el desarrollo ni la planeación de las construcciones.

Los operadores de servicios de telecomunicaciones, tienen la oportunidad de brindar mejores coberturas a sus usuarios gracias al despliegue de nueva infraestructura, y debido al acelerado crecimiento del mercado, existen muchas zonas del país que aún no tienen la cobertura necesaria para garantizar el servicio, y con la entrada en servicio de nuevos espectros en Colombia, la construcción de

Lucía, Proceso constructivo de una estación base de telefonía celular ubicada en el departamento de Cundinamarca en el municipio de La Calera, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Especialización en Gerencia de Obra, Bogotá D.C, Colombia, 2016.

²⁰ ALDANA GELVES, Santiago, EL AVANCE DE LA TELEFONÍA MÓVIL EN COLOMBIA, UAMF, Bogotá D.C, Colombia, 2000.

²¹ BARRENO NARANJO, Danilo Geovanny y CARRIÓN BUENAÑO, Darwin Paúl y TENECORA MEJÍA, Iván, Evolución de la tecnología móvil. Camino a 5G, Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, Guanujo, Ecuador, 2016.

²² BELTRÁN GARZÓN, John Jairo y SUÁREZ PEÑUELA, María Cristina, Diseño de torres de transmisión y telecomunicaciones, Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C, Colombia, 2011.

nuevas estaciones base sigue marcando su nivel de crecimiento²³. (REVISTA DINERO, 2019)

No obstante, existe en el mercado una solución alterna que los operadores pueden tomar; las empresas arrendadoras de infraestructura.

En Colombia opera una serie de empresas que tienen como objeto el arrendamiento de infraestructura a operadores de telecomunicaciones; estas empresas se encargan de la consecución de los sitios, construcción de las estructuras y posteriormente por medio de un arrendamiento, permiten que los operadores instalen sus antenas en dichas estructuras. Estas empresas, tienen vínculos cercanos a los operadores de telecomunicaciones y dentro de sus ventajas para los operadores del servicio, se encargan de todo el proceso constructivo y del posterior mantenimiento de las estructuras, lo que le resta carga operacional a las empresas de telecomunicaciones.

El anterior modelo de negocio es novedoso en la industria, tal vez por ese motivo no se encontró en las bases de datos información científica que permita estudiar más a fondo el modelo de negocio, sin embargo, se plantea para el presente trabajo de investigación, que las estructuras objeto estudio, en un caso supuesto en que fuesen desplegadas por una empresa arrendadora de infraestructura, pudieran ser comercializadas a modo de arrendamiento.

Los proyectos de construcción de infraestructura para las telecomunicaciones hacen parte de un portafolio de proyectos encaminados a obtener de manera integral las estaciones base. Los portafolios generalmente incluyen proyecto de adquisición del sitio, proyecto de obra civil, proyecto de fibra óptica y proyecto de instalación de equipos. En una compañía de gran magnitud como la empresa que para efectos de este trabajo de investigación suministra la información, es común que el presupuesto asignado se realice al portafolio, y que los análisis financieros se realicen directamente sobre dicho portafolio, y cada uno de los proyectos asignados se somete a unas métricas de cumplimiento de indicadores o también llamados "KPIs". Sin embargo, en el caso de las compañías arrendadoras de infraestructura, la construcción de la obra civil es un proyecto independiente, que generará futuras utilidades, las cuales podrían ser objeto de una evaluación financiera.

²³ REVISTA DINERO. (21 de 12 de 2019). Tres operadores se quedaron con la subasta del espectro. Obtenido de <https://www.dinero.com/pais/articulo/resultados-de-la-subasta-del-espectro-en-colombia-2019/280397>

3. METODOLOGÍA

3.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

Figura 19. Fases del trabajo de grado



Fuente: Lozano, 2019

Fase 1: Desarrollar la revisión de información relacionada con proyectos de construcción de Telecomunicaciones desde la perspectiva de Gerencia de Obras

Fase 2: Identificar los problemas que se presentan en los proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones

Fase 3: Obtener la información necesaria para la construcción de una base de datos que permita el desarrollo del presente trabajo, acudiendo a la información suministrada por Claro Colombia acerca de los proyectos que se desarrollan en el segundo semestre de 2019. En ausencia de una base consolidada con la

información requerida para este trabajo de grado, la recolección de los datos se deberá ejecutar proyecto a proyecto para agruparlos en tipos de solución

Fase 4: Otorgar a cada proyecto que hace parte de la base de datos, una ubicación geográfica, determinada por la ciudad a la cual pertenece dicho proyecto. Del mismo modo, clasificar si la ubicación corresponde a una zona rural o urbana. Estas asignaciones se deberán incluir en la base de datos haciendo las debidas consultas de las coordenadas de los proyectos

Fase 5: Analizar los costos y tiempos de cada proyecto de construcción de Telecomunicaciones agrupados en cada uno de los tipos de solución

Fase 6: Desarrollar la evaluación financiera de la utilidad enfocada a la TIR de los proyectos de construcción de telecomunicaciones del periodo propuesto

Fase 7: Elaborar recomendaciones sobre los proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones que pueden ser más propensos a incumplimientos

Fase 8: Conclusiones

3.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para el desarrollo del presente trabajo, se utilizaron las siguientes herramientas Ofimáticas: Excel, Word, PowerPoint y Project, y la base de datos obtenida de la información correspondiente a los proyectos de obra civil desarrollados en el segundo semestre del 2019 por Claro Colombia.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La investigación se desarrolla basada en la información de los resultados de la implementación de los proyectos de infraestructura civil de Claro Colombia. La ubicación de los sitios estará definida de acuerdo con la asignación de Claro para la zona llamada “Centro-Oriente”, que incluye la ciudad de Bogotá y los departamentos de Cundinamarca, Casanare, Meta, Vichada, Guainía, Guaviare, Caquetá, Vaupés, Amazonas y el archipiélago de San Andrés y Providencia. Los proyectos a utilizar son los proyectos desarrollados en el segundo semestre del año 2019.

3.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

- ✓ La información correspondiente es obtenida de los proyectos de implementación de infraestructura civil de la compañía Claro Colombia, pues ellos nos brindan la información para desarrollar el presente trabajo de grado. Sin embargo, para futuras investigaciones se puede emplear este modelo en otras compañías de telecomunicaciones.
- ✓ Igualmente, gracias a la información obtenida se podrá desarrollar el análisis descrito en el presente trabajo, logrando resultados que serán fiel reflejo del proceso de implementación de infraestructura civil. No obstante, la información obtenida no incluye aspectos de licitación o planeación de dichos proyectos, por lo tanto, todas las variables que se desprendan de procesos anteriores a la etapa de implementación no están dentro de los alcances del presente trabajo.
- ✓ El presente trabajo de grado se hace desde una perspectiva gerencial de obras, evaluando sus costos y tiempos en cada uno de los proyectos de construcción de Telecomunicaciones, y su alcance no llega a: procesos constructivos, diseños de ingeniería de detalle y calidad de materiales
- ✓ Los proyectos de construcción de Telecomunicaciones propuestos en el Trabajo de Grado, desde la perspectiva de Gerentes de Obras, se realizan dentro del segundo periodo del año 2019
- ✓ El Trabajo de Grado que se está desarrollando va dirigido solamente al análisis de los costos, tiempos y utilidad de los proyectos mencionados

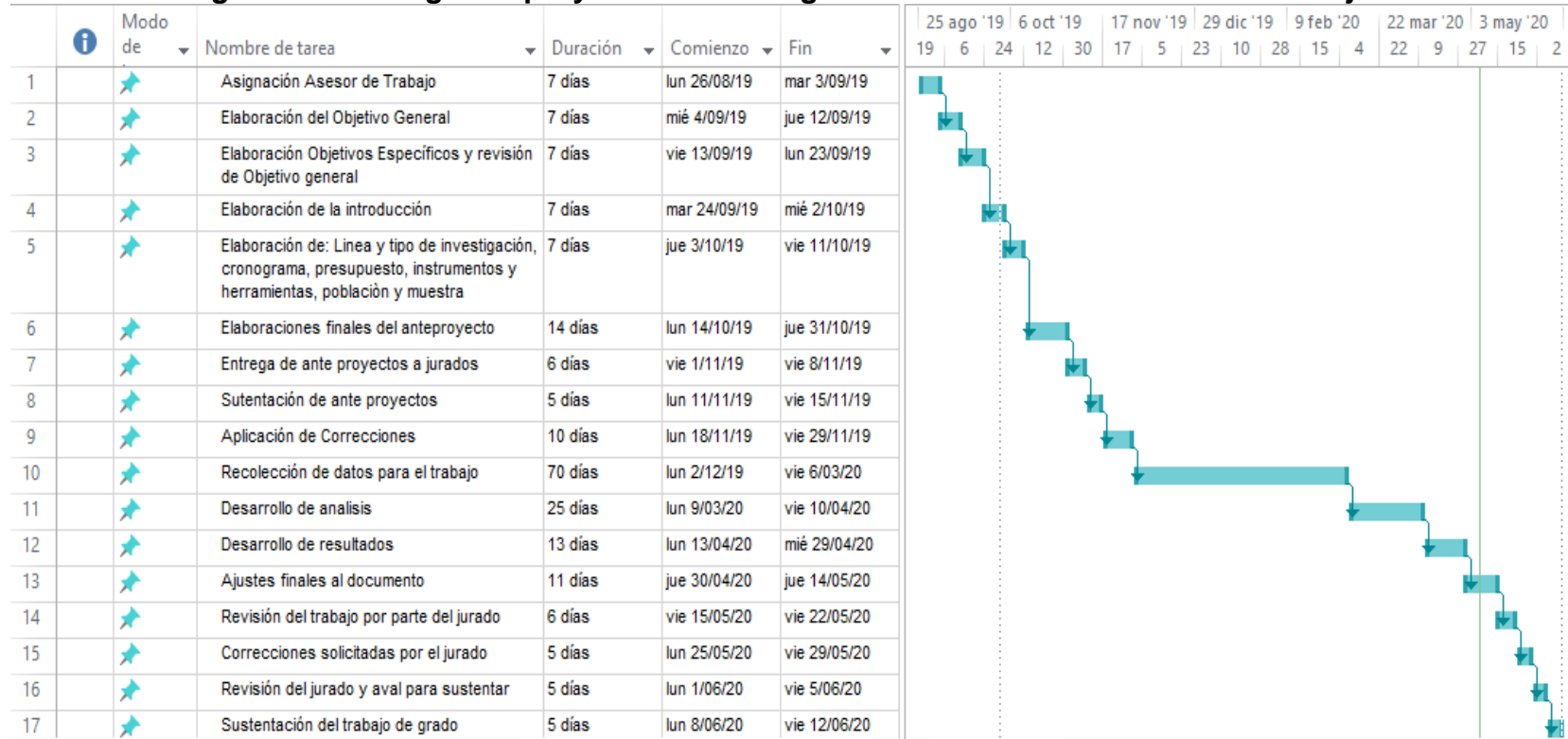
3.5 CRONOGRAMA Y DIAGRAMA DE HITOS

Cuadro 3. Diagrama de hitos

HITO	2019																2020																			
	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	Sm1	Sm2	Sm3	Sm4	Sm1	Sm2	Sm3	Sm4	Sm1	Sm2	Sm3	Sm4	Sm1	Sm2	Sm3	Sm4	Sm1	Sm2	Sm3	Sm4	Sm1	Sm2	Sm3	Sm4	Sm1	Sm2	Sm3	Sm4	Sm1	Sm2	Sm3	Sm4	Sm1	Sm2	Sm3	Sm4
Inicio de asesorías para anteproyecto de grado				◆																																
Entrega de documento final del anteproyecto al asesor													◆																							
Sustentación de anteproyecto de grado														◆																						
Entrega de nota final de anteproyecto de grado															◆																					
Inicio de asesorías para anteproyecto de grado																	◆																			
Entrega de documento final del proyecto al asesor																																	◆			
Entrega de observaciones del jurado para corrección																																				
Entrega de documento con correcciones																																				
Ával para sustentar																																				
Sustentación del trabajo de grado																																				

Fuente: Autor.

Figura 20. Cronograma proyecto de investigación - Elaboración en Microsoft Project



Fuente: Autor.

3.6 PRESUPUESTO

Cuadro 4. Presupuesto

Nº	Ítem	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Total
1	Ingeniero Tutor de Trabajo	Mes	\$ 4'000.0000	8	\$ 32'000000
2	Ingeniero desarrollador del trabajo	Mes	\$ 3'500.000	8	\$ 28'000.000
3	Papelería (Impresiones)	Und.	\$ 300	100	\$ 30.000
4	Licencias Programas Ofimáticos	Und.	\$ 200.000	1	\$ 200.000
5	Transportes	Evento	\$ 8.000	28	\$ 224.000
Total					\$ 60'454.000

Fuente: Elaboración propia

4. PRODUCTOS A ENTREGAR

Base de datos de los proyectos de construcción de telecomunicaciones del segundo semestre de 2019, en el cual se evalúan sus costos y tiempos y se determina su utilidad por cada tipo de solución, y en conjunto de todos los proyectos.

Identificación y evaluación de los reprocesos que se generan en algunos proyectos de construcción de Telecomunicaciones.

Lo anterior con el fin de desarrollar unas recomendaciones, observaciones o apuntes que surjan una vez obtenidos los resultados del análisis para mejorar en la gerencia de los proyectos de construcción de estaciones base de telecomunicaciones y para que en futuras investigaciones se pueda emplear en otras compañías de Telecomunicaciones

5. ENTREGA DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta el desarrollo llevado a cabo para la construcción de la base de datos, insumo principal y objetivo del trabajo de investigación. Se presentan el proceso llevado a cabo, los parámetros y aspectos tenidos en cuenta y se explica de manera detallada cada uno de los componentes que hacen parte de la misma.

Una vez construida la base de datos, se explican los análisis desarrollados a la misma desde cada variable que compone este trabajo de investigación. Se muestran sus resultados y se detalla, por medio de análisis, el impacto que se evidencia.

Como complemento, y de acuerdo con los análisis planteados, se realizan las evaluaciones financieras objetivo y se hace el comparativo teniendo en cuenta los escenarios calculados.

5.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE BASE DE DATOS

A continuación, el proceso llevado a cabo para la construcción de la base de datos:

Siguiendo con los aspectos fundamentales para el desarrollo del presente trabajo, se inició con la recolección de información de cada uno de los 134 proyectos. El objetivo para la elaboración de la base de datos se fundó en acceder a la mayor cantidad de información posible, que permitiera un posterior y adecuado análisis. Se plantearon unas variables primordiales para el trabajo, variables que de ningún modo podrían estar ausentes dentro de la base de datos y otras variables que facilitarían los posteriores análisis. La información planteada para la recolección se relaciona a continuación junto a su respectiva descripción:

Cuadro 5. Información en la base de datos

Nº	INFORMACIÓN RECOLECTADA	DESCRIPCIÓN
1	NOMBRE	Nombre de Identificación del proyecto
2	MES ORIGEN	Mes de inicio del proyecto
3	Departamento	Departamento de la ubicación del proyecto
4	Ciudad	Ciudad de la ubicación del proyecto
5	Barrio	Barrio de la ubicación del proyecto
6	Ubicación	Hace referencia a si la ubicación corresponde a una ciudad capital o municipio
7	Tipo Ubicación	Clasifica el sitio según su ubicación, rural o urbana
8	Tipo Estructura	Clasificación del tipo de estructura utilizada en el proyecto

9	Tipo de Solución	Clasificación académica desarrollada en el presente trabajo, bajo los criterios del autor.
10	Valor Planeado	Valor total del proyecto en la etapa de planeación, no incluye costos de AIU
11	AIU (20%) Planeado	Costo Administrativo, imprevistos y utilidades del costo planeado. Los porcentajes han sido fijados y acordados por las partes
12	Valor Liquidado	Valor total liquidado del proyecto una vez ejecutado, no incluye costos de AIU
13	AIU (20%) Liquidado	Costo Administrativo, imprevistos y utilidades del costo liquidado. Los porcentajes han sido fijados y acordados por las partes
14	Fecha Inicio Obra	Fecha de inicio del proyecto
15	Fecha final planeada	Fecha final de acuerdo con el cronograma en etapa de planeación
16	Fin de Obra	Fecha final real del proyecto
17	Tiempo Planeado (Días)	Tiempo en días planeado del proyecto
18	Tiempo Real (Días)	Tiempo en días que tardó ejecutar el proyecto
19	Reproceso	Clasificación de los inconvenientes presentados en el proyecto (reproceso) que desencadenaron un retraso y/o sobrecostos al proyecto, que permita el análisis de los mismos.
20	OBSERVACIÓN DEL REPROCESO	Descripción del inconveniente (reproceso) que generó retrasos y/o sobre costos al proyecto
21	Costo reproceso	Diferencia entre el valor planeado y el valor liquidado, tal diferencia se atañe al reproceso
22	Costo Porcentual Reproceso	Diferencia entre el valor planeado y el valor liquidado expresado en porcentaje
23	Tiempo Reproceso	Diferencia entre el tiempo planeado y el tiempo real, tal diferencia se atañe al reproceso
24	Tiempo Porcentual Reproceso	Diferencia entre el tiempo planeado y el tiempo real expresado en porcentaje

Fuente: Autor. Base de datos elaborada para el presente trabajo de grado.

Por motivos internos, la compañía fuente de la información en la que se basa este trabajo de investigación, no cuenta con un repositorio de historial de los proyectos ejecutados, ya que para dicha organización los aspectos fundamentales son únicamente los costos de liquidación y la documentación técnica que se utiliza para las etapas de operación y mantenimiento. Por eso, no se halló una base ya creada que relacione la información requerida.

Sí se encontró que los interventores de las obras, de manera personal y a modo de organización, almacenan el historial de los proyectos que han tenido a su cargo. Sin embargo, cada interventor lo desarrolla a su manera, por ende no hay un estándar para este ejercicio que, aunque necesario, se realiza únicamente con el fin de tener

herramientas de argumentación para los eventos ocasionales de auditoría interna.

Contemplando los escenarios expuestos, se concluyó que la recolección de datos solo podría realizarse acudiendo a cada uno de los interventores en una cita programada. Previa y específicamente, se envió la información requerida (Cuadro 5). Esta labor se tuvo que desarrollar con cada uno de los interventores, validando uno a uno cada proyecto y fue necesario programar una segunda sesión aclaratoria para que se pudieran discutir de manera individual los proyectos, garantizando que se contara con la información de forma clara y precisa, ineludible para el trabajo a desarrollar.

La labor de recolección de la información se extendió durante los meses de noviembre y diciembre de 2019, pero para estas fechas algunos proyectos no habían concluido, es por eso que en los meses de enero, febrero y marzo de 2020 se realizaron nuevas citas buscando completar la base de datos.

Finalmente se logró recolectar toda la información planteada y una vez consolidada se inició con la etapa de organización de la base de datos, desarrollando un trabajo ofimático avanzado a la base y planteando alternativas de presentación de la información. Buscando facilitar el análisis de la información se agruparon los proyectos, relacionando el dato incluido en la recolección de información llamado “Tipo de estructura”, lo anterior con el fin de agruparlas en sus características más dominantes como su estructura principal, capacidades de carga, entre otras. De lo anterior, y con un criterio propio del autor, se sustrajeron 4 grupos llamados “Tipo de solución”. La clasificación a la que se hace referencia se relaciona a continuación:

Cuadro 6. Tipos de Estructura-Tipos de Solución

Nº	Tipo Estructura	Tipo de Solución
1	Celda Portátil	Tipo Torre
	Torre Convencional	Tipo Torre
2	Poste Concreto	Tipo Poste
	Poste Metálico	Tipo Poste
3	Monopolo	Tipo Monopolo
	Monopolo Ecológico	Tipo Monopolo
	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo
5	Terraza	Tipo Mástil - Terraza
	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza
	Valla	Tipo Mástil - Terraza

Fuente: Autor. Basado en el cuadro 2 del presente documento.

Los cuatro grupos clasificados como “Tipo de Solución” serán de gran utilidad para el desarrollo del trabajo, de manera que permitirán un análisis global con respecto a la variedad de opciones de estructuras disponibles.

La primera etapa de construcción de la base de datos tenía como objetivo la recolección de la información correspondiente a Claro Colombia; una vez obtenida y organizada se plasmó la misma tal como se necesita.

A continuación se detalla el resultado inicial de la base de datos:

Cuadro 7. Base de datos consolidada - Levantamiento de Información

	NOMBRE	MES ORIGEN	Departamento	Ciudad	Barrio	Ubicación	Tipo Ubicación	Tipo Estructura	Tipo de Solución	Valor Planeado	AIU (20%) Planeado	Valor Liquidado	AIU (20%) Liquidado	Fecha Inicio Obra	Fecha final planeada	Fin de Obra	Tiempo Planeado (Días)	Tiempo Real (Días)
1	BOG.MAZUREN-3:H1	JULIO	Bogotá	Bogotá	Mazuren	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 39.850.000,00	\$ 7.970.000,00	\$ 40.528.555,00	\$ 8.105.711,00	1/07/2019	26/07/2019	5/08/2019	25	35
2	BOG.Ind Quala Suba	JULIO	Bogotá	Bogotá	Sotileza	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 34.600.000,00	\$ 6.920.000,00	\$ 45.882.649,00	\$ 9.176.529,80	1/07/2019	26/07/2019	8/08/2019	25	38
3	BOG.Rb Palacio:H3	JULIO	Bogotá	Bogotá	La Candelaria	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 72.120.000,00	\$ 14.424.000,00	\$ 70.026.544,00	\$ 14.005.308,80	1/07/2019	26/07/2019	26/07/2019	25	25
4	BOG.Sheraton-1	JULIO	Bogotá	Bogotá	Sauzalito	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 55.600.000,00	\$ 11.120.000,00	\$ 68.233.600,00	\$ 13.646.720,00	1/07/2019	26/07/2019	10/08/2019	25	40
5	BOG.Emaus-4	JULIO	Bogotá	Bogotá	Nueva Granada	Ciudad Capital	Urbano	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 60.000.000,00	\$ 12.000.000,00	\$ 95.682.222,00	\$ 19.136.444,40	1/07/2019	31/07/2019	30/08/2019	30	60
6	BOG.Altamira-3	JULIO	Bogotá	Bogotá	Altamira	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 65.000.000,00	\$ 13.000.000,00	\$ 65.200.948,00	\$ 13.040.189,60	1/07/2019	26/07/2019	26/07/2019	25	25
7	CUN.Micentro Funza	JULIO	Cundinamarca	Funza	---	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 35.600.000,00	\$ 7.120.000,00	\$ 35.406.000,00	\$ 7.081.200,00	1/07/2019	26/07/2019	26/07/2019	25	25
8	CUN.Funza Furatena	JULIO	Cundinamarca	Funza	---	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 36.100.000,00	\$ 7.220.000,00	\$ 39.561.064,00	\$ 7.912.212,80	1/07/2019	26/07/2019	26/07/2019	25	25
9	CHI.San Jose	AGOSTO	Cundinamarca	Chía	---	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 29.000.000,00	\$ 5.800.000,00	\$ 32.060.000,00	\$ 6.412.000,00	1/08/2019	26/08/2019	26/08/2019	25	25

10	SOA.Mercurio	AGOSTO	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 60.000.00	\$ 12.000.00	\$ 60.543.00	\$ 12.108.60	1/08/2019	31/08/2019	31/08/2019	30	30
11	CUN.Base Madrid-2	AGOSTO	Cundina marca	Madrid	---	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 34.605.62	\$ 6.921.12	\$ 34.905.00	\$ 6.981.00	1/08/2019	26/08/2019	3/09/2019	25	33
12	BOG.Plaza Claro-6	AGOSTO	Bogotá	Bogotá	Ciudad Salitre	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 34.925.76	\$ 6.985.15	\$ 52.400.00	\$ 10.480.00	1/08/2019	26/08/2019	15/09/2019	25	45
13	BOG.RB San Diego-2	AGOSTO	Bogotá	Bogotá	San Diego	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 35.247.31	\$ 7.049.46	\$ 35.967.31	\$ 7.193.46	1/08/2019	26/08/2019	26/08/2019	25	25
14	CUN.Parcelas	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Cota	---	Municipio	Rural	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 110.500.65	\$ 22.100.13	\$ 111.250.65	\$ 22.250.13	1/09/2019	1/10/2019	4/10/2019	30	33
15	BOG.Calle 75	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Alcazares Norte	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 37.259.90	\$ 7.451.98	\$ 37.809.90	\$ 7.561.98	1/09/2019	26/09/2019	26/09/2019	25	25
16	BOG.Rb Ortizo	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Chapinero	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 18.400.00	\$ 3.680.00	\$ 20.250.00	\$ 4.050.00	1/09/2019	26/09/2019	26/09/2019	25	25
17	BOG.Rb Arboletes	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Montevideo	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 35.600.59	\$ 7.120.11	\$ 36.800.89	\$ 7.360.17	1/09/2019	26/09/2019	29/09/2019	25	28
18	CUN.Rb Villa Marcela	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Mosquera	---	Municipio	Urbano	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 88.500.00	\$ 17.700.00	\$ 90.200.00	\$ 18.040.00	1/09/2019	1/10/2019	1/10/2019	30	30
19	BOG.EXITO 53	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Chapinero	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 29.700.00	\$ 5.940.00	\$ 31.200.00	\$ 6.240.00	1/09/2019	26/09/2019	26/09/2019	25	25
20	BOG.Madlena-3	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	Madlena	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil -	\$ 31.756.78	\$ 6.351.35	\$ 32.556.78	\$ 6.511.35	1/10/2019	26/10/2019	5/11/2019	25	35

									Terraza									
21	BOG.Ciudadela-5	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	Quintas de Santa Bárbara	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 55.150.000,00	\$ 11.030.000,00	\$ 55.950.000,00	\$ 11.190.000,00	1/10/2019	26/10/2019	10/11/2019	25	40
22	CHI.CC Fontanar-1	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Chía	----	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 46.412.222,00	\$ 9.282.444,40	\$ 47.562.222,00	\$ 9.512.444,40	1/11/2019	26/11/2019	16/12/2019	25	45
23	CHI.CC Fontanar-2	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Chía	----	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 31.300.000,00	\$ 6.260.000,00	\$ 31.200.000,00	\$ 6.240.000,00	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25
24	BOG.Casa Medina	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Comuna Chapinero	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 41.725.600,00	\$ 8.345.120,00	\$ 41.985.600,00	\$ 8.397.120,00	1/11/2019	26/11/2019	6/12/2019	25	35
25	BOG.Club Nogal	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Bellavista	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 37.740.000,00	\$ 7.548.000,00	\$ 38.540.000,00	\$ 7.708.000,00	1/11/2019	26/11/2019	31/12/2019	25	60
26	CUN.Cajica-6	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Cajicá	----	Municipio	Rural	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 48.000.000,00	\$ 9.600.000,00	\$ 47.500.000,00	\$ 9.500.000,00	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25
27	SAN.Slave Hill	NOVIEMBRE	Archipiélago de San Andrés Isla y Providencia	San Andrés	----	Municipio	Urbano	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 110.200.000,00	\$ 22.040.000,00	\$ 140.000.000,00	\$ 28.000.000,00	1/11/2019	1/12/2019	30/01/2020	30	90
28	BOG.Bonavento	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	San Jose de Bavaria	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 69.750.654,00	\$ 13.950.130,80	\$ 70.000.654,00	\$ 14.000.130,80	1/11/2019	26/11/2019	16/12/2019	25	45
29	CAS.Tua	NOVIEMBRE	Casanare	Aguazul	----	Municipio	Rural	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 31.300.000,00	\$ 6.260.000,00	\$ 31.200.000,00	\$ 6.240.000,00	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25

30	FUS.Llano Grande	NOVIEMBRE	Cundina marca	Fusaga sugá	----	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 79.740.000,00	\$ 15.948.000,00	\$ 80.000.000,00	\$ 16.000.000,00	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25
31	FUS.Camino Real	NOVIEMBRE	Cundina marca	Fusaga sugá	----	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 61.555.100,00	\$ 12.311.020,00	\$ 62.355.100,00	\$ 12.471.020,00	1/11/2019	26/11/2019	1/12/2019	25	30
32	CUN.Base Madrid	NOVIEMBRE	Cundina marca	Madrid	----	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 60.250.500,00	\$ 12.050.100,00	\$ 60.000.500,00	\$ 12.000.100,00	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25
33	BOG.Altamira-3	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Villa del Cerro	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 42.348.567,00	\$ 8.469.713,40	\$ 42.698.567,00	\$ 8.539.713,40	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25
34	BOG.Gran Yomasa	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Yomasa	Ciudad Capital	Urbano	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 65.200.000,00	\$ 13.040.000,00	\$ 60.986.000,00	\$ 12.197.200,00	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30
35	BOG.Corferias-9	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Corferias	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 55.690.000,00	\$ 11.138.000,00	\$ 55.695.000,00	\$ 11.139.000,00	1/12/2019	26/12/2019	26/12/2019	25	25
36	BOG.CC Trebolis	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Bosa	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 30.400.000,00	\$ 6.080.000,00	\$ 31.200.000,00	\$ 6.240.000,00	1/12/2019	26/12/2019	25/01/2020	25	55
37	ARA.El Troncal	DICIEMBRE	Arauca	El troncal	----	Municipio	Rural	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 46.100.000,00	\$ 9.220.000,00	\$ 45.600.000,00	\$ 9.120.000,00	1/12/2019	26/12/2019	26/12/2019	25	25
38	BOG.Four Seasons 85	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	La Cabrera	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 63.080.000,00	\$ 12.616.000,00	\$ 63.430.000,00	\$ 12.686.000,00	1/12/2019	26/12/2019	15/01/2020	25	45
39	BOG.CVS Suba Berlin	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Suba	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 31.300.000,00	\$ 6.260.000,00	\$ 31.200.000,00	\$ 6.240.000,00	1/12/2019	26/12/2019	26/12/2019	25	25
40	CUN.Rb La Caro	DICIEMBRE	Cundina marca	La Caro	----	Municipio	Rural	Valla	Tipo Mástil -	\$ 22.500.000,00	\$ 4.500.000,00	\$ 24.750.000,00	\$ 4.950.000,00	1/12/2019	11/12/2019	10/01/2020	10	40

									Terraza										
41	BOG.Mediterráneo Alejandría	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Alejandría	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 33.192.111,00	\$ 6.638.422,20	\$ 33.452.111,00	\$ 6.690.422,20	1/12/2019	26/12/2019	4/02/2020	25	65	
42	BOG.Portus Alejandría	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Alejandría	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 37.450.000,00	\$ 7.490.000,00	\$ 38.600.000,00	\$ 7.720.000,00	1/12/2019	26/12/2019	4/02/2020	25	65	
43	BOG.Tenerife Alejandría	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Alejandría	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 39.140.000,00	\$ 7.828.000,00	\$ 38.540.000,00	\$ 7.708.000,00	1/12/2019	26/12/2019	26/12/2019	25	25	
44	BOG.Policlínico Olaya	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Olaya	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 59.650.500,00	\$ 11.930.100,00	\$ 60.000.500,00	\$ 12.000.100,00	1/12/2019	26/12/2019	25/01/2020	25	55	
45	VCO.San Antonio	AGOSTO	Meta	Villavieco	San Antonio	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolio	\$ 85.400.000,00	\$ 17.080.000,00	\$ 96.500.000,00	\$ 19.300.000,00	1/08/2019	21/08/2019	10/09/2019	20	40	
46	CUN.Ricaurte Athan	AGOSTO	Cundina marca	Ricaurte	---	Municipio	Rural	Monopolio	Tipo Monopolio	\$ 78.600.000,00	\$ 15.720.000,00	\$ 79.100.000,00	\$ 15.820.000,00	1/08/2019	21/08/2019	21/08/2019	20	20	
47	BOG.Autorite 190	AGOSTO	Bogotá	Bogotá	Tibabita	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolio	\$ 83.250.600,00	\$ 16.650.120,00	\$ 85.250.600,00	\$ 17.050.120,00	1/08/2019	21/08/2019	21/08/2019	20	20	
48	BOG.RB El Porvenir	AGOSTO	Bogotá	Bogotá	Altamar	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolio	\$ 46.001.000,00	\$ 9.200.200,00	\$ 72.917.388,00	\$ 14.583.477,60	1/08/2019	21/08/2019	5/09/2019	20	35	
49	CUN.Ricaurte Versailles	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Ricaurte	---	Municipio	Urbano	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolio	\$ 160.500.000,00	\$ 32.100.000,00	\$ 164.700.000,00	\$ 32.940.000,00	1/09/2019	1/10/2019	1/10/2019	30	30	
50	BOG.Rb Legis	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Modelia	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolio	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	1/09/2019	16/09/2019	16/09/2019	15	15	
51	cun.cota-5	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Cota	---	Municipio	Urbano	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolio	\$ 160.364.311,00	\$ 32.072.862,20	\$ 160.500.000,00	\$ 32.100.000,00	1/09/2019	1/10/2019	1/10/2019	30	30	
52	soa.maipore	OCTUBRE	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolio	\$ 82.500.903,00	\$ 16.500.180,60	\$ 87.000.903,00	\$ 17.400.180,60	1/10/2019	21/10/2019	5/12/2019	20	65	

53	cun.via sesquile	OCTUBRE	Cundina marca	Gachan cipá	---	Municipio	Rural	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 161.280.00,00	\$ 32.256.00,00	\$ 160.500.00,00	\$ 32.100.00,00	1/10/2019	31/10/2019	31/10/2019	30	30
54	BOG.Muelle Int	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	El Muelle	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolo	\$ 77.296.300,00	\$ 15.459.260,00	\$ 77.996.300,00	\$ 15.599.260,00	1/10/2019	21/10/2019	21/10/2019	20	20
55	SOA.Parque Campestre	OCTUBRE	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolo	\$ 83.730.000,00	\$ 16.746.000,00	\$ 87.430.000,00	\$ 17.486.000,00	1/10/2019	21/10/2019	31/10/2019	20	30
56	CUN.Parcelas-2	OCTUBRE	Cundina marca	Cota	---	Municipio	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolo	\$ 82.650.000,00	\$ 16.530.000,00	\$ 83.050.000,00	\$ 16.610.000,00	1/10/2019	21/10/2019	21/10/2019	20	20
57	BOG.PSB:P4	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15
58	BOG.Rb PSB-1	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15
59	BOG.Rb PSB-2	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15
60	BOG.Rb PSB-3	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15
61	BOG.Rb PSB-4	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15
62	BOG.Rb PSB-5	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 227.000.000,00	\$ 45.400.000,00	1/10/2019	16/10/2019	5/11/2019	15	35
63	BOG.PSB:P11	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15
64	BOG.PSB:P12	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15

65	BOG.PSB:P9	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	1/11/2019	16/11/2019	16/11/2019	15	15
66	BOG.PSB:P2	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.950.000,00	\$ 37.190.000,00	1/11/2019	16/11/2019	28/11/2019	15	27
67	BOG.Muelle Nal	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	El Muelle	Ciudad Capital	Urbano	Monopolo	Tipo Monopolo	\$ 76.200.000,00	\$ 15.240.000,00	\$ 78.200.000,00	\$ 15.640.000,00	1/11/2019	21/11/2019	21/11/2019	20	20
68	BOG.Espol	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Casablanca	Ciudad Capital	Urbano	Monopolo Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 152.430.000,00	\$ 30.486.000,00	\$ 145.930.000,00	\$ 29.186.000,00	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30
69	CUN.Mesa de Yeguas:H2	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Anapoima	----	Municipio	Rural	Monopolo Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 177.820.000,00	\$ 35.564.000,00	\$ 177.320.000,00	\$ 35.464.000,00	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30
70	SOA.Ladrillera Santa Fe	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Soacha	----	Municipio	Rural	Monopolo	Tipo Monopolo	\$ 81.850.000,00	\$ 16.370.000,00	\$ 82.026.000,00	\$ 16.405.200,00	1/11/2019	21/11/2019	21/11/2019	20	20
71	CHI.Valvanera	DICIEMBRE	Cundinamarca	Chía	----	Municipio	Urbano	Monopolo	Tipo Monopolo	\$ 91.350.000,00	\$ 18.270.000,00	\$ 93.310.000,00	\$ 18.662.000,00	1/12/2019	21/12/2019	31/12/2019	20	30
72	VCO.13 de Mayo	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	13 de mayo	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 232.000.000,00	\$ 46.400.000,00	1/12/2019	16/12/2019	25/01/2020	15	55
73	VCO.La Madrid	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	La Madrid	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 221.000.000,00	\$ 44.200.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15
74	VCO.Unipor rtales	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	Uniportales	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15
75	VCO.Villamelida	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	Villamelida	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15
76	VCO.Multif amiliares	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	Multifamiliares	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 235.000.000,00	\$ 47.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	21/01/2020	15	51

77	VCO.Rb Capachos	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	Capachos	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 245.000.000,00	\$ 49.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	15/01/2020	15	45
78	VCO.Barzal Bajo	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	Barzal Bajo	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 224.000.000,00	\$ 44.800.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15
79	VCO.Grata mira	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	Gratamira	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15
80	VCO.Llano Alto	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	Llano Alto	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15
81	VCO.Corredor Ecológico	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	Corredor Ecológico	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 235.000.000,00	\$ 47.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	5/01/2020	15	35
82	VCO.Portal de Casibare	DICIEMBRE	Meta	Villavice ncio	Portal de Casibare	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15
83	BOG.Mazuren-3	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Mazuren	Ciudad Capital	Urbano	Monopolo Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 160.401.000,00	\$ 32.080.200,00	\$ 160.500.000,00	\$ 32.100.000,00	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30
84	BOG.Estorial	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Pasadena	Ciudad Capital	Urbano	Monopolo Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 114.420.000,00	\$ 22.884.000,00	\$ 110.170.000,00	\$ 22.034.000,00	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30
85	CUN.Guadas-3	DICIEMBRE	Cundinamarca	Guadas	---	Municipio	Urbano	Monopolo Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 180.500.000,00	\$ 36.100.000,00	\$ 180.500.000,00	\$ 36.100.000,00	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30
86	VCO.El Buque-2	JULIO	Meta	Villavice ncio	Altagracia	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 23.200.000,00	\$ 4.640.000,00	\$ 23.950.000,00	\$ 4.790.000,00	1/07/2019	13/07/2019	17/07/2019	12	16
87	SOA.Cazuca:P11	AGOSTO	Cundinamarca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 24.600.402,00	\$ 4.920.080,40	\$ 26.120.000,00	\$ 5.224.000,00	1/08/2019	13/08/2019	13/08/2019	12	12
88	SOA.IND Alma Café	AGOSTO	Cundinamarca	Soacha	---	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 25.090.500,00	\$ 5.018.100,00	\$ 25.500.500,00	\$ 5.100.100,00	1/08/2019	11/08/2019	11/08/2019	10	10

89	CUN.IND Flores Tenjo	AGOSTO	Cundina marca	Tenjo	---	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 25.090.50 0,00	\$ 5.018.10 0,00	\$ 25.290.50 0,00	\$ 5.058.10 0,00	1/08/2019	11/08/2019	19/08/2019	10	18
90	CUN.Yerba bonita	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Sopo	---	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 21.200.00 0,00	\$ 4.240.00 0,00	\$ 21.700.00 0,00	\$ 4.340.00 0,00	1/09/2019	11/09/2019	21/09/2019	10	20
91	SOA.Ciudad Verde-5	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 33.432.00 0,00	\$ 6.686.40 0,00	\$ 33.528.96 1,00	\$ 6.705.79 2,20	1/09/2019	13/09/2019	13/09/2019	12	12
92	SOA.Michelin	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 33.400.00 0,00	\$ 6.680.00 0,00	\$ 34.042.00 0,00	\$ 6.808.40 0,00	1/09/2019	11/09/2019	19/09/2019	10	18
93	SOA.Comp artir-5	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 40.100.00 0,00	\$ 8.020.00 0,00	\$ 40.872.00 0,00	\$ 8.174.40 0,00	1/09/2019	11/09/2019	11/09/2019	10	10
94	SOA.Rb Cazuca:P1	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 34.420.00 0,00	\$ 6.884.00 0,00	\$ 34.685.94 3,00	\$ 6.937.18 8,60	1/09/2019	13/09/2019	13/09/2019	12	12
95	BOG.CC Multiplaza-2 P2	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Felicidad	Ciudad Capital	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 29.800.00 0,00	\$ 5.960.00 0,00	\$ 29.800.00 0,00	\$ 5.960.00 0,00	1/10/2019	11/10/2019	11/10/2019	10	10
96	BOG.IDRD-2:P1	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 28.950.30 0,00	\$ 5.790.06 0,00	\$ 29.910.30 0,00	\$ 5.982.06 0,00	1/10/2019	11/10/2019	11/10/2019	10	10
97	VAU.Puerto Sylvania	NOVIEMBRE	Vaupés	Carurú	----	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 49.325.70 0,00	\$ 9.865.14 0,00	\$ 50.365.70 0,00	\$ 10.073.14 40,00	1/11/2019	11/11/2019	11/11/2019	10	10
98	BOG.Rb Los Ángeles	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Álamos	Ciudad Capital	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 30.230.60 0,00	\$ 6.046.12 0,00	\$ 30.510.00 0,00	\$ 6.102.00 0,00	1/11/2019	11/11/2019	11/11/2019	10	10
99	CUN.Eternit	NOVIEMBRE	Cundina marca	Sibaté	----	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 33.642.00 0,00	\$ 6.728.40 0,00	\$ 33.560.00 0,00	\$ 6.712.00 0,00	1/11/2019	11/11/2019	11/11/2019	10	10
100	FUS.San Fernando	NOVIEMBRE	Cundina marca	Fusagasugá	----	Municipio	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 35.639.82 7,00	\$ 7.127.96 5,40	\$ 35.639.82 7,00	\$ 7.127.96 5,40	1/11/2019	13/11/2019	13/11/2019	12	12
101	CUN.Santa Rosa	DICIEMBRE	Cundina marca	La Primavera	----	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 40.025.90 0,00	\$ 8.005.18 0,00	\$ 40.050.90 0,00	\$ 8.010.18 0,00	1/12/2019	11/12/2019	11/12/2019	10	10
102	ZIP.Termin al-2	DICIEMBRE	Cundina marca	Zipacquirá		Municipio	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 35.385.29 9,00	\$ 7.077.05 9,80	\$ 35.468.29 9,00	\$ 7.093.65 9,80	1/12/2019	13/12/2019	13/12/2019	12	12
103	Cun.Cummins Mosquera	DICIEMBRE	Cundina marca	Mosquera	----	Municipio	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 29.961.35 0,00	\$ 5.992.27 0,00	\$ 33.461.35 0,00	\$ 6.692.27 0,00	1/12/2019	11/12/2019	20/03/2020	10	110
104	GIR.Estadio	AGOSTO	Cundina marca	Girardot	---	Municipio	Urbano	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.6 90,39	\$ 25.295.1 38,08	\$ 128.875.6 90,39	\$ 25.775.1 38,08	1/08/2019	31/08/2019	5/09/2019	30	35

105	VCH.Guanape	AGOSTO	Vichada	Cumari bo	Inspección de Guanape	Inspección	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.3 01,21	\$ 28.160.8 60,24	\$ 141.754.3 01,21	\$ 28.350.8 60,24	1/08/2 019	31/08/ 2019	31/08/ /2019	30	30
106	CUN.Pasquilla	AGOSTO	Bogotá	Bogotá	Vereda Pasquilla	Vereda	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.6 90,39	\$ 25.295.1 38,08	\$ 127.275.6 90,39	\$ 25.455.1 38,08	1/08/2 019	31/08/ 2019	31/08/ /2019	30	30
107	CUN.Pasco te	SEPTIEM BRE	Cundina marca	Gutierrez	---	Vereda	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 136.000.0 00,00	\$ 27.200.0 00,00	\$ 136.300.0 00,00	\$ 27.260.0 00,00	1/09/2 019	6/10/2 019	6/10/ 2019	35	35
108	BOG.Plaza Hoja	SEPTIEM BRE	Bogotá	Bogotá	Puente Aranda	Ciudad Capital	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 145.000.0 00,00	\$ 29.000.0 00,00	\$ 147.600.0 00,00	\$ 29.520.0 00,00	1/09/2 019	6/10/2 019	6/10/ 2019	35	35
109	LET.Batallo n GA	SEPTIEM BRE	Vichada	Cumari bo	---	Municipio	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 133.600.0 00,00	\$ 26.720.0 00,00	\$ 133.760.0 00,00	\$ 26.752.0 00,00	1/09/2 019	6/10/2 019	6/10/ 2019	35	35
110	BOG.FEDE RMAN-2	SEPTIEM BRE	Bogotá	Bogotá	Nicolas de Federma n	Ciudad Capital	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 117.070.0 00,00	\$ 23.414.0 00,00	\$ 117.300.0 00,00	\$ 23.460.0 00,00	1/09/2 019	6/10/2 019	6/10/ 2019	35	35
111	VCO.La Nora	SEPTIEM BRE	Meta	Villavice ncio	San Luis de ocoa	Ciudad Capital	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 247.600.0 00,00	\$ 49.520.0 00,00	\$ 261.062.0 00,00	\$ 52.212.4 00,00	1/09/2 019	6/10/2 019	26/10/ /2019	35	55
112	VCO.Cauda l	SEPTIEM BRE	Meta	Villavice ncio	El triunfo	Ciudad Capital	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 230.600.0 00,00	\$ 46.120.0 00,00	\$ 242.600.0 00,00	\$ 48.520.0 00,00	1/09/2 019	6/10/2 019	26/10/ /2019	35	55
113	SJG.Batallo n JOSE JP	SEPTIEM BRE	Guaviare	San Jose del Guaviar e	----	Municipio	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 251.580.0 00,00	\$ 50.316.0 00,00	\$ 255.600.0 00,00	\$ 51.120.0 00,00	1/09/2 019	6/10/2 019	6/10/ 2019	35	35
114	BOY.CHIQ UINQUIRA NORTE	SEPTIEM BRE	Boyacá	Chiququirá	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.3 01,21	\$ 28.160.8 60,24	\$ 147.807.3 01,21	\$ 29.561.4 60,24	1/09/2 019	1/10/2 019	1/10/ 2019	30	30
115	VCO.Rb Catama-3	OCTUBR E	Meta	Villavice ncio	San Carlos	Ciudad Capital	Urbano	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.3 01,21	\$ 28.160.8 60,24	\$ 141.054.3 01,21	\$ 28.210.8 60,24	1/10/2 019	31/10/ 2019	31/10/ /2019	30	30
116	VAU.Piracura	OCTUBR E	Vaupés	Yavarat é	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.3 01,21	\$ 28.160.8 60,24	\$ 141.334.3 01,21	\$ 28.266.8 60,24	1/10/2 019	31/10/ 2019	31/10/ /2019	30	30

117	GUV.RB PIEDRA GORDA	OCTUBRE	Guaviare	El retorno	----	Municipio	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 236.600.00,00	\$ 47.320.00,00	\$ 242.600.00,00	\$ 48.520.00,00	1/10/2019	5/11/2019	15/12/2019	35	75
118	CUN.El Rosal-3	OCTUBRE	Cundinamarca	El Rosal	---	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.560.690,39	\$ 25.312.138,08	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	1/10/2019	31/10/2019	31/10/2019	30	30
119	CUN.RB Brinsa	OCTUBRE	Cundinamarca	Cajicá	El Tejar	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 145.104.301,21	\$ 29.020.860,24	1/10/2019	31/10/2019	31/10/2019	30	30
120	MET.Acacias-13	OCTUBRE	Meta	Acacias	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	1/10/2019	31/10/2019	31/10/2019	30	30
121	GUA.Pto Inirida	OCTUBRE	Guainía	Inirida	----	Municipio	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 250.200.00,00	\$ 50.040.00,00	\$ 255.600.00,00	\$ 51.120.00,00	1/10/2019	5/11/2019	20/11/2019	35	50
122	CUN.SOPO-2	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Sopo	----	Municipio	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 242.800.00,00	\$ 48.560.00,00	\$ 242.600.00,00	\$ 48.520.00,00	1/11/2019	6/12/2019	6/12/2019	35	35
123	MET.Rb Restrepo-3	NOVIEMBRE	Meta	Restrepo	----	Municipio	Urbano	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 148.804.301,21	\$ 29.760.860,24	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30
124	MET.San Jorge	NOVIEMBRE	Meta	Restrepo	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30
125	CUN.Cerro Neusa	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Tausa	----	Municipio	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 247.650.00,00	\$ 49.530.00,00	\$ 255.600.00,00	\$ 51.120.00,00	1/11/2019	6/12/2019	26/12/2019	35	55
126	SAN.Aeropuerto	NOVIEMBRE	Archipiélago de San Andrés Isla y providencia	San Andrés	----	Municipio	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 236.600.00,00	\$ 47.320.00,00	\$ 242.600.00,00	\$ 48.520.00,00	1/11/2019	6/12/2019	4/02/2020	35	95
127	CUN.Rb Mosquera	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Mosquera	----	Municipio	Urbano	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 150.304.301,21	\$ 30.060.860,24	1/11/2019	1/12/2019	15/01/2020	30	75
128	MET.Guacavía	NOVIEMBRE	Meta	Cumará	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 141.604.501,21	\$ 28.320.900,24	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30

129	MET.Cumaral-4	DICIEMBRE	Meta	Cumari	----	Municipio	Urbano	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 128.775.690,39	\$ 25.755.138,08	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30
130	MET.Vda Cocuy	DICIEMBRE	Meta	Villaviceñico	----	Ciudad Capital	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.904.301,21	\$ 28.180.860,24	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30
131	BOG.Multimarque	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Usaquén	Ciudad Capital	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 246.900.000,00	\$ 49.380.000,00	\$ 255.600.000,00	\$ 51.120.000,00	1/12/2019	5/01/2020	25/01/2020	35	55
132	CUN.San Jose	DICIEMBRE	Cundinamarca	San Jose	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 128.775.690,39	\$ 25.755.138,08	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30
133	CAS.Hato Corozal-2	DICIEMBRE	Casanare	Hato Corozal	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 126.825.690,39	\$ 25.365.138,08	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30
134	CAS.Villa Nueva-7	DICIEMBRE	Casanare	Villanueva	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 126.925.690,39	\$ 25.385.138,08	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30

Fuente: Plan de Expansión Claro Colombia – Trimestres 2 y 3 de 2019

De manera exitosa se logra completar la totalidad de la información necesaria en todos los proyectos desplegados para el periodo objeto de estudio.

En cada uno de los 134 proyectos que componen la base de datos, se verificó y consultó la información de manera insistente con el fin de lograr acceder a la descripción puntual de su desarrollo para así identificar, en los casos que aplica, la causa que ocasionó retrasos en la entrega del proyecto y/o los sobrecostos que finalmente se dieron con respecto al valor planeado del proyecto. Las causas identificadas se describen en este trabajo como “reprocesos” y están clasificados y descritos en la base de datos de acuerdo con el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Reprocesos

Nº	REPROCESO	DESCRIPCIÓN
1	Cambios en diseño	Hace referencia a todo cambio en los diseños iniciales del proyecto, solicitudes adicionales de materiales, cambios de rutas de acometidas o cualquier cambio que comprometa las cantidades de materiales, mano de obra o diseños o procesos constructivos
2	Clima	Hace referencia a todo retraso o sobrecosto causado por las condiciones climatológicas
3	Daños al predio causados por la obra	Todo retraso o sobrecosto generado a causa de un hecho imprevisto que cause algún daño en las instalaciones del propietario, vecinos o cualquier daño que deba ser subsanado a cargo del proyecto
4	Disponibilidad materiales	Toda dificultad que limite el acceso a los materiales requeridos para la obra
5	Licencias y permisos entidades públicas	Demoras o rechazos en licencias de construcción, licencias ambientales o licencias de aeronáutica civil.
6	Maquinaria	Toda dificultad que limite el acceso a la maquinaria requerida para la obra
7	Orden público	Dificultades causadas por alteraciones del orden público, ya sea a causa de grupos al margen de la ley, protestas sociales de la comunidad o alteraciones de la comunidad colindante al proyecto.
8	Permisos de acceso al sitio	Hace referencia al permiso que otorga el propietario del predio para el normal desarrollo del proyecto.
9	SST	Todo retraso o sobrecosto causado por la necesidad de garantizar la seguridad del personal.

Fuente: Autor. Base de datos elaborada para el presente trabajo

La clasificación de los reprocesos permite identificar el motivo que afectó cada uno de los proyectos. Sin embargo, al ser una clasificación, estos reprocesos agrupan una serie de situaciones que comparten similitudes pero que en algunos casos corresponden a hechos distintos, relacionados como un mismo reproceso por la naturaleza del hecho. Por lo anterior se incluyó al cuadro 7 la descripción de cada reproceso que aclara la referencia a la que alude.

Como complemento para la base de datos, se incluyeron columnas de información calculada, como la fecha final programada. En vista de que cada interventor entregó fecha de inicio y duración estimada en días, se adicionó por medio de una celda calculada la fecha final planeada. Del mismo modo se calculó el tiempo en días tomado finalmente para la ejecución de la obra; igualmente se incluyeron los costos de AUI, que corresponden para la compañía fuente de la información al 20% de los costos directos. Finalmente, y también por medio de celdas formuladas, se incluyen: el costos del reproceso en pesos ($\text{Costo Liquidado} - \text{Costo Planeado}$) y de manera porcentual ($\text{Costo del reproceso} / \text{Costo Planeado}$) y el tiempo del reproceso en días ($\text{Tiempo Real} - \text{Tiempo planeado}$) y porcentual ($\text{Tiempo del reproceso} / \text{Tiempo Planeado}$).

Con la adición de lo anterior, y gracias a que se logró recolectar toda la información necesaria, se da por construida la base de datos. Los últimos detalles corresponden a elaboraciones de forma, estilos de letras y otros aspectos visuales del insumo.

A continuación, el resultado final de la base de datos construida para este trabajo de investigación:

Cuadro 9. Base de datos final

Nº	NOMBRE	MES ORIGEN	Departamento	Ciudad	Barrio	Ubicación	Tipo Ubicación	Tipo Estructura	Tipo de Solución	Valor Planeado	AIU(20%) Planeado	Valor Liquidado	AIU(20%) Liquidado	Fecha Inicio Obra	Fecha final planeada	Fin de Obra	Tiempo Planeado (Días)	Tiempo Real (Días)	Reproceso	OBSERVACION DEL REPROCESO	Costo reproceso	Costo % Reproceso	Tiempo Reproceso	Tiempo % Reproceso
1	BOG.MAZUREN-3:H1	JULIO	Bogotá	Bogotá	Mazuren	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 39.850.000,00	\$ 7.970.000,00	\$ 40.528.555,00	\$ 8.105.711,00	1/07/2019	26/07/2019	5/08/2019	25	35	Permisos de accesos a sitios	Se suman dos mástiles adicionales a la solicitud inicial, retraso en inicio por permisos de la adm	\$ 678.555	2%	10	40%
2	BOG.Ind Quala Suba	JULIO	Bogotá	Bogotá	Sotileza	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 34.600.000,00	\$ 6.920.000,00	\$ 45.882.649,00	\$ 9.176.529,80	1/07/2019	26/07/2019	8/08/2019	25	38	Permisos de accesos a sitios	No se contempló con regatas necesarias para el cableado, retrasos por horarios restringidos de trabajo en la fábrica, se suman trabajos nocturnos y dominicales	\$ 11.282.649	33%	13	52%
3	BOG.Rb Palacio:H3	JULIO	Bogotá	Bogotá	La Candelaria	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 72.120.000,00	\$ 14.424.000,00	\$ 70.026.544,00	\$ 14.005.308,80	1/07/2019	26/07/2019	26/07/2019	25	25	Sin Reprocesos	Sin novedad, costo optimizado por bandejas portacables que no se requirieron	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
4	BOG.Sheraton-1	JULIO	Bogotá	Bogotá	Sauzalito	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 55.600.000,00	\$ 11.120.000,00	\$ 68.233.600,00	\$ 13.646.720,00	1/07/2019	26/07/2019	10/08/2019	25	40	Cambios en Diseños	Se tuvo que incluir mimetización en fibra de vidrio por solicitud de la adm no incluida inicialmente y adecuación de terraza en manto	\$ 12.633.600	23%	15	60%
5	BOG.Emaus-4	JULIO	Bogotá	Bogotá	Nueva Granada	Ciudad Capital	Urbano	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 60.000.000,00	\$ 12.000.000,00	\$ 95.682.222,00	\$ 19.136.444,40	1/07/2019	31/07/2019	30/08/2019	30	60	Cambios en Diseños	Fallos en el análisis estructural de la vivienda, se tuvo que realizar refuerzo a	\$ 35.682.222	59%	30	100%

15	BOG.Calle 75	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Alcázares Norte	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 37.259.900,00	\$ 7.451.980,00	\$ 37.809.900,00	\$ 7.561.980,00	1/09/2019	26/09/2019	26/09/2019	25	25	Cambios en Diseños	de espacio	La ruta de la acometida eléctrica se cambió por solicitud del propietario	\$ 550.000	1%	0	0%
16	BOG.Rb Ortizo	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Chapinerio	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 18.400.000,00	\$ 3.680.000,00	\$ 20.250.000,00	\$ 4.050.000,00	1/09/2019	26/09/2019	26/09/2019	25	25	Permisos de accesos a sitios	Estudio estructural adicional solicitado por propietario del predio	\$ 1.850.000	10%	0	0%	
17	BOG.Rb Arboletes	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Montevideo	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 35.600.598,00	\$ 7.120.119,60	\$ 36.800.898,00	\$ 7.360.179,60	1/09/2019	26/09/2019	29/09/2019	25	28	SST	Se tuvo que adecuar línea de vida para trabajo en terraza del edificio	\$ 1.200.300	3%	3	12%	
18	CUN.Rb Villa Marcela	SEPTIEMBRE	Cundinamarca	Mosquera	---	Municipio	Urbano	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 88.500.000,00	\$ 17.700.000,00	\$ 90.200.000,00	\$ 18.040.000,00	1/09/2019	1/10/2019	1/10/2019	30	30	Daños al Predio Causados Por la Obra	Reparación de daño en la tubería ocasionada por la obra	\$ 1.700.000	2%	0	0%	
19	BOG.EXITO 53	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Chapinerio	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 29.700.000,00	\$ 5.940.000,00	\$ 31.200.000,00	\$ 6.240.000,00	1/09/2019	26/09/2019	26/09/2019	25	25	Permisos de accesos a sitios	Reubicación de poyo existente en terraza	\$ 1.500.000	5%	0	0%	
20	BOG.Madeleña-3	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	Madelená	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 31.756.781,00	\$ 6.351.356,20	\$ 32.556.781,00	\$ 6.511.356,20	1/10/2019	26/10/2019	5/11/2019	25	35	Cambios en Diseños	Ruta de acometida eléctrica planteada se debió cambiar por inviabilidad técnica	\$ 800.000	3%	10	40%	
21	BOG.Ciudadela-5	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	Quintas de Santa Bárbara	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 55.150.000,00	\$ 11.030.000,00	\$ 55.950.000,00	\$ 11.190.000,00	1/10/2019	26/10/2019	10/11/2019	25	40	Orden Público	Retraso por oposición de la comunidad	\$ 800.000	1%	15	60%	
22	CHI.CC Fontanar-1	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Chía	----	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 46.412.220,00	\$ 9.282.444,40	\$ 47.562.220,00	\$ 9.512.444,40	1/11/2019	26/11/2019	16/12/2019	25	45	Permisos de accesos a sitios	Retraso por permisos de acceso del propietario	\$ 1.150.000	2%	20	80%	
23	CHI.CC Fontanar-2	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Chía	----	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 31.300.000,00	\$ 6.260.000,00	\$ 31.200.000,00	\$ 6.240.000,00	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%	
24	BOG.Casa Medina	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Comuna Chapinerio	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 41.725.600,00	\$ 8.345.120,00	\$ 41.985.600,00	\$ 8.397.120,00	1/11/2019	26/11/2019	6/12/2019	25	35	Permisos de accesos a sitios	Horarios de trabajo restringidos del hotel, se presenta problemas con el	\$ 260.000	1%	10	40%	

																			ingreso del material al sitio					
25	BOG.Club Nogal	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Bellavista	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 37.740.000,00	\$ 7.548.000,00	\$ 38.540.000,00	\$ 7.708.000,00	1/11/2019	26/11/2019	31/12/2019	25	60	Orden Público	Retraso por oposición de la comunidad	\$ 800.000	2%	35	140%
26	CUN.Cajica-6	NOVIEMBRE	Cundina marca	Cajicá	----	Municipio	Rural	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 48.000.000,00	\$ 9.600.000,00	\$ 47.500.000,00	\$ 9.500.000,00	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
27	SAN.Slave Hill	NOVIEMBRE	Archipiélago de San Andrés Isla y Providencia	San Andrés	----	Municipio	Urbano	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 110.200.000,00	\$ 22.040.000,00	\$ 140.000.000,00	\$ 28.000.000,00	1/11/2019	1/12/2019	30/01/2020	30	90	Disponibilidad Materiales	Demoras en el transporte del material a la isla, sobrecostos por obligación de uso de mano de obra local	\$ 29.800.000	27%	60	200%
28	BOG.Bonavento	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	San Jose de Bavaria	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 69.750.654,00	\$ 13.950.130,80	\$ 70.000.654,00	\$ 14.000.130,80	1/11/2019	26/11/2019	16/12/2019	25	45	Permisos de accesos a sitios	Retraso por permisos de acceso del propietario	\$ 250.000	0%	20	80%
29	CAS.Tua	NOVIEMBRE	Casanare	Aguazul	----	Municipio	Rural	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 31.300.000,00	\$ 6.260.000,00	\$ 31.200.000,00	\$ 6.240.000,00	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
30	FUS.Llano Grande	NOVIEMBRE	Cundina marca	Fusagasugá	----	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 79.740.000,00	\$ 15.948.000,00	\$ 80.000.000,00	\$ 16.000.000,00	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25	Orden Público	Maniobras en horarios nocturnos para evitar oposición de la comunidad	\$ 260.000	0%	0	0%
31	FUS.Camino Real	NOVIEMBRE	Cundina marca	Fusagasugá	----	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 61.555.100,00	\$ 12.311.020,00	\$ 62.355.100,00	\$ 12.471.020,00	1/11/2019	26/11/2019	1/12/2019	25	30	Cambios en Diseños	Solicitudes adicionales de material no solicitado inicialmente	\$ 800.000	1%	5	20%
32	CUN.Base Madrid	NOVIEMBRE	Cundina marca	Madrid	----	Municipio	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 60.250.500,00	\$ 12.050.100,00	\$ 60.000.500,00	\$ 12.000.100,00	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
33	BOG.Altamira-3	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Villa del Cerro	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 42.348.567,00	\$ 8.469.713,40	\$ 42.698.567,00	\$ 8.539.713,40	1/11/2019	26/11/2019	26/11/2019	25	25	Cambios en Diseños	Pintura adicional no incluida en licitación	\$ 350.000	1%	0	0%
34	BOG.Gran Yomasa	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Yomasa	Ciudad Capital	Urbano	Terraza Torrecilla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 65.200.000,00	\$ 13.040.000,00	\$ 60.986.000,00	\$ 12.197.200,00	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%

35	BOG.Corferias-9	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Corferias	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 55.690.000,00	\$ 11.138.000,00	\$ 55.695.000,00	\$ 11.139.000,00	1/12/2019	26/12/2019	26/12/2019	25	25	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
36	BOG.CC Trebolis	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Bosa	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 30.400.000,00	\$ 6.080.000,00	\$ 31.200.000,00	\$ 6.240.000,00	1/12/2019	26/12/2019	25/01/2020	25	55	Orden Público	Retraso por oposición de la comunidad	\$ 800.000	3%	30	120%
37	ARA.El Troncal	DICIEMBRE	Arauca	El troncal	----	Municipio	Rural	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 46.100.000,00	\$ 9.220.000,00	\$ 45.600.000,00	\$ 9.120.000,00	1/12/2019	26/12/2019	26/12/2019	25	25	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
38	BOG.Four Seasons 85	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	La Cabrera	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 63.080.000,00	\$ 12.616.000,00	\$ 63.430.000,00	\$ 12.686.000,00	1/12/2019	26/12/2019	15/01/2020	25	45	SST	Se tuvo que construir línea de vida para escalera de acceso y reubicar la misma, además de suministrar plataforma de apoyo	\$ 350.000	1%	20	80%
39	BOG.CVS Suba Berlin	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Suba	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 31.300.000,00	\$ 6.260.000,00	\$ 31.200.000,00	\$ 6.240.000,00	1/12/2019	26/12/2019	26/12/2019	25	25	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
40	CUN.Rb La Caro	DICIEMBRE	Cundinamarca	La Caro	----	Municipio	Rural	Valla	Tipo Mástil - Terraza	\$ 22.500.000,00	\$ 4.500.000,00	\$ 24.750.000,00	\$ 4.950.000,00	1/12/2019	11/12/2019	10/01/2020	10	40	Licencias y Permisos entidades Públicas	Solicitud de escalerilla adicional, tramite de energía demorada para inicio de trabajos	\$ 2.250.000	10%	30	300%
41	BOG.Mediterraneo Alejandria	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Alejandria	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 33.192.111,00	\$ 6.638.422,00	\$ 33.452.111,00	\$ 6.690.422,00	1/12/2019	26/12/2019	4/02/2020	25	65	Orden Público	Retraso por oposición de la comunidad	\$ 260.000	1%	40	160%
42	BOG.Portus Alejandria	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Alejandria	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 37.450.000,00	\$ 7.490.000,00	\$ 38.600.000,00	\$ 7.720.000,00	1/12/2019	26/12/2019	4/02/2020	25	65	Orden Público	Retraso por oposición de la comunidad	\$ 1.150.000	3%	40	160%
43	BOG.Tenerife Alejandria	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Alejandria	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 39.140.000,00	\$ 7.828.000,00	\$ 38.540.000,00	\$ 7.708.000,00	1/12/2019	26/12/2019	26/12/2019	25	25	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
44	BOG.Policinico Olaya	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Olaya	Ciudad Capital	Urbano	Terraza	Tipo Mástil - Terraza	\$ 59.650.000,00	\$ 11.930.100,00	\$ 60.000.500,00	\$ 12.000.100,00	1/12/2019	26/12/2019	25/01/2020	25	55	Licencias y Permisos entidades Públicas	Demoras en licencia de construcción	\$ 350.000	1%	30	120%
45	VCO.San Antonio	AGOSTO	Meta	Villavicencio	San Antonio	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolio	\$ 85.400.000,00	\$ 17.080.000,00	\$ 96.500.000,00	\$ 19.300.000,00	1/08/2019	21/08/2019	10/09/2019	20	40	Cambios en Diseños	Cambio en el diseño de la cimentación	\$ 11.100.000	13%	20	100%

46	CUN.Ricaurte Athan	AGOSTO	Cundinamarca	Ricaurte	---	Municipio	Rural	Monopolio	Tipo Monopolio	\$ 78.600.000,00	\$ 15.720.000,00	\$ 79.100.000,00	\$ 15.820.000,00	1/08/2019	21/08/2019	21/08/2019	20	20	Cambios en Diseños	ón por falta de espacio para la cimentación solicitada Pintura adicional no incluida en licitación	\$ 500.000	1%	0	0%
47	BOG.Autovorte 190	AGOSTO	Bogotá	Bogotá	Tibabita	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolio	\$ 83.250.600,00	\$ 16.650.120,00	\$ 85.250.600,00	\$ 17.050.120,00	1/08/2019	21/08/2019	21/08/2019	20	20	Maquinaria	La máquina proyectada no entregó la altura requerida, se tuvo que alquilar una quinaria adicional	\$ 2.000.000	2%	0	0%
48	BOG.RB El Porvenir	AGOSTO	Bogotá	Bogotá	Altamar	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolio	\$ 46.001.000,00	\$ 9.200.200,00	\$ 72.917.388,00	\$ 14.583.477,60	1/08/2019	21/08/2019	5/09/2019	20	35	Clima	Problemas en las condiciones climáticas que afectaron el suelo, se tuvo que rediseñar la cimentación	\$ 26.916.388	59%	15	75%
49	CUN.Ricaurte Versailles	SEPTIEMBRE	Cundinamarca	Ricaurte	---	Municipio	Urbano	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolio	\$ 160.500.000,00	\$ 32.100.000,00	\$ 164.700.000,00	\$ 32.940.000,00	1/09/2019	1/10/2019	1/10/2019	30	30	Daños al Predio Causados Por la Obra	Se tuvo que hacer reparación en espacio público por daño ocasionado	\$ 4.200.000	3%	0	0%
50	BOG.Rb Legis	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Modelia	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolio	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	1/09/2019	16/09/2019	16/09/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
51	cun.cota-5	SEPTIEMBRE	Cundinamarca	Cota	---	Municipio	Urbano	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolio	\$ 160.364.311,00	\$ 32.072.862,20	\$ 160.500.000,00	\$ 32.100.000,00	1/09/2019	1/10/2019	1/10/2019	30	30	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
52	soa.maipore	OCTUBRE	Cundinamarca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolio	\$ 82.500.903,00	\$ 16.500.180,60	\$ 87.000.903,00	\$ 17.400.180,60	1/10/2019	21/10/2019	5/12/2019	20	65	Licencias y Permisos entidades Públicas	Demoras en licencia de Aero civil que atrasó el avance de la obra	\$ 4.500.000	5%	45	225%
53	cun.via sesquile	OCTUBRE	Cundinamarca	Gachancipá	---	Municipio	Rural	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolio	\$ 161.280.000,00	\$ 32.256.000,00	\$ 160.500.000,00	\$ 32.100.000,00	1/10/2019	31/10/2019	31/10/2019	30	30	Cambios en Diseños	cable no incluido de acometida por lejanía con el	-\$ 780.000	0%	0	0%

54	BOG.Muelle Int	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	El Muelle	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolo	\$ 77.296.300,00	\$ 15.459.260,00	\$ 77.996.300,00	\$ 15.599.260,00	1/10/2019	21/10/2019	21/10/2019	20	20	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
55	SOA.Parque Campestre	OCTUBRE	Cundinamarca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolo	\$ 83.730.000,00	\$ 16.746.000,00	\$ 87.430.000,00	\$ 17.486.000,00	1/10/2019	21/10/2019	31/10/2019	20	30	Cambios en Diseños	Se diseña, fabrica e instala un radomo de camuflaje adicional a la solicitud inicial	\$ 3.700.000	4%	10	50%
56	CUN.Parcelas-2	OCTUBRE	Cundinamarca	Cota	---	Municipio	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolo	\$ 82.650.000,00	\$ 16.530.000,00	\$ 83.050.000,00	\$ 16.610.000,00	1/10/2019	21/10/2019	21/10/2019	20	20	Disponibilidad Materiales	Trasiego adicional	\$ 400.000	0%	0	0%
57	BOG.PSB:P4	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
58	BOG.Rb PSB-1	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
59	BOG.Rb PSB-2	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
60	BOG.Rb PSB-3	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
61	BOG.Rb PSB-4	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
62	BOG.Rb PSB-5	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 227.000.000,00	\$ 45.400.000,00	1/10/2019	16/10/2019	5/11/2019	15	35	Cambios en Diseños	Rediseño de la cimentación	\$ 7.000.000	3%	20	133%
63	BOG.PSB:P1	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%

64	BOG.PSB:P12	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	1/10/2019	16/10/2019	16/10/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
65	BOG.PSB:P9	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	1/11/2019	16/11/2019	16/11/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
66	BOG.PSB:P2	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 185.000.000,00	\$ 37.000.000,00	\$ 185.950.000,00	\$ 37.190.000,00	1/11/2019	16/11/2019	28/11/2019	15	27	Cambios en Diseños	Problemas con el clima y rediseño de la cimentación	\$ 950.000	1%	12	80%
67	BOG.Muelle Nal	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	El Muelle	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolo	\$ 76.200.000,00	\$ 15.240.000,00	\$ 78.200.000,00	\$ 15.640.000,00	1/11/2019	21/11/2019	21/11/2019	20	20	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
68	BOG.Espol	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Casablanca	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 152.430.000,00	\$ 30.486.000,00	\$ 145.930.000,00	\$ 29.186.000,00	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30	Maquinaria	Se presentó problemas con la vibradora de concreto, se hizo necesario generar núcleos de la cimentación para realizar pruebas de resistencia	-\$ 6.500.000	-4%	0	0%
69	CUN.Mesa de Yeguas:H2	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Anapoima	----	Municipio	Rural	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 177.820.000,00	\$ 35.564.000,00	\$ 177.320.000,00	\$ 35.464.000,00	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30	Clima	Por condiciones climáticas se tuvo que mantener el alquiler de los andamios por dos días adicionales	-\$ 500.000	0%	0	0%
70	SOA.Ladrillera Santa Fe	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Soacha	----	Municipio	Rural	Monopolio	Tipo Monopolo	\$ 81.850.000,00	\$ 16.370.000,00	\$ 82.026.000,00	\$ 16.405.200,00	1/11/2019	21/11/2019	21/11/2019	20	20	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
71	CHI.Valvanera	DICIEMBRE	Cundinamarca	Chía	----	Municipio	Urbano	Monopolio	Tipo Monopolo	\$ 91.350.000,00	\$ 18.270.000,00	\$ 93.310.000,00	\$ 18.662.000,00	1/12/2019	21/12/2019	31/12/2019	20	30	Clima	Retraso por lluvias intensas	\$ 1.960.000	2%	10	50%
72	VCO.13 de Mayo	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	13 de mayo	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 232.000.000,00	\$ 46.400.000,00	1/12/2019	16/12/2019	25/01/2020	15	55	Orden Público	Por oposición de la comunidad se realiza acuerdo con JAC, se	\$ 12.000.000	5%	40	267%

																				suministra parque infantil en la zona de instalación del poste				
73	VCO.La Madrid	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	La Madrid	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Mono polo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 221.000.000,00	\$ 44.200.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15	Cambios en Diseños	Se profundiza la excavación 50cm por recomendación del suestista	\$ 1.000.000	0%	0	0%
74	VCO.Uniportales	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	Uniportales	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Mono polo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
75	VCO.Villamelida	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	Villamelida	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Mono polo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
76	VCO.Multifamiliares	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	Multifamiliares	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Mono polo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 235.000.000,00	\$ 47.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	21/01/2020	15	51	Licencias y Permisos entidades Públicas	Por demoras en licencia de planeación se acude a negociación de energía con constructora amarillo	\$ 15.000.000	7%	36	240%
77	VCO.Rb Capachos	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	Capachos	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Mono polo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 245.000.000,00	\$ 49.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	15/01/2020	15	45	Cambios en Diseños	Por nivel freático y fallas de terreno se intentó utilizar anillos pero los mismos se dañaron, por ende se rediseñó la cimentación. Se presentó perdidas de material, mano de obra y diseños de la cimentación inicial	\$ 25.000.000	11%	30	200%
78	VCO.Barzal Bajo	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	Barzal Bajo	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Mono polo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 224.000.000,00	\$ 44.800.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15	Orden Público	Por oposición de la comunidad se tuvo que ejecutar	\$ 4.000.000	2%	0	0%

79	VCO.Gratamira	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	Gratamira	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%	maniobra de izaje en horario nocturno, se perdió el alquiler de ph en horario diurno
80	VCO.Llano Alto	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	Llano Alto	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%	
81	VCO.Corredor Ecológico	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	Corredor Ecológico	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 235.000.000,00	\$ 47.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	5/01/2020	15	35	Cambios en Diseños	En excavación se encuentra tubería de gas y agua, se debe reubicar las mismas y desarrollar un rediseño de la cimentación	\$ 15.000.000	7%	20	133%	
82	VCO.Portal de Casibare	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	Portal de Casibare	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico PSB	Tipo Monopolo	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	\$ 220.000.000,00	\$ 44.000.000,00	1/12/2019	16/12/2019	16/12/2019	15	15	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%	
83	BOG.Mazuren-3	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Mazuren	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 160.401.000,00	\$ 32.080.200,00	\$ 160.500.000,00	\$ 32.100.000,00	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%	
84	BOG.Estoril	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Pasadena	Ciudad Capital	Urbano	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 114.420.000,00	\$ 22.884.000,00	\$ 110.170.000,00	\$ 22.034.000,00	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30	Orden Público	Por oposición de la comunidad se ejecutan los trabajos en horarios nocturnos	-\$ 4.250.000	-4%	0	0%	
85	CUN.Guaduas-3	DICIEMBRE	Cundinamarca	Guaduas	----	Municipio	Urbano	Monopolio Ecológico	Tipo Monopolo	\$ 180.500.000,00	\$ 36.100.000,00	\$ 180.500.000,00	\$ 36.100.000,00	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%	
86	VCO.El Buque-2	JULIO	Meta	Villavicencio	Altagracia	Ciudad Capital	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 23.200.000,00	\$ 4.640.000,00	\$ 23.950.000,00	\$ 4.790.000,00	1/07/2019	13/07/2019	17/07/2019	12	16	Permisos de accesos a sitios	Trabajos nocturnos por vía de alta circulación	\$ 750.000	3%	4	33%	
87	SOA.Cazuza: P11	AGOSTO	Cundinamarca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 24.600.402,00	\$ 4.920.080,40	\$ 26.120.000,00	\$ 5.224.000,00	1/08/2019	13/08/2019	13/08/2019	12	12	Cambios en Diseños	Pintura adicional no incluida	\$ 1.519.598	6%	0	0%	

88	SOA.IND Alma Café	AGOSTO	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 25.090.500,00	\$ 5.018.100,00	\$ 25.500.500,00	\$ 5.100.100,00	1/08/2019	11/08/2019	11/08/2019	10	10	Cambios en Diseños	Regata no concluida en licitación en solicitud	\$ 410.000	2%	0	0%
89	CUN.IND Flores Tenjo	AGOSTO	Cundina marca	Tenjo	---	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 25.090.500,00	\$ 5.018.100,00	\$ 25.290.500,00	\$ 5.058.100,00	1/08/2019	11/08/2019	19/08/2019	10	18	Cambios en Diseños	Diseño apartallamiento solicitado por propietario del predio	\$ 200.000	1%	8	80%
90	CUN.Yerbabonita	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Sopo	---	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 21.200.000,00	\$ 4.240.000,00	\$ 21.700.000,00	\$ 4.340.000,00	1/09/2019	11/09/2019	21/09/2019	10	20	Cambios en Diseños	Se tuvo que hacer una visita adicional al sitio por cambio en las condiciones iniciales del punto de ubicación	\$ 500.000	2%	10	100%
91	SOA.Ciudad Verde-5	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 33.432.000,00	\$ 6.686.400,00	\$ 33.528.961,00	\$ 6.705.792,20	1/09/2019	13/09/2019	13/09/2019	12	12	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
92	SOA.Michelin	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 33.400.000,00	\$ 6.680.000,00	\$ 34.042.000,00	\$ 6.808.400,00	1/09/2019	11/09/2019	19/09/2019	10	18	Maquinaria	Transporte adicional de carga por cancelación de actividad de izaje de poste por solicitud del cliente	\$ 642.000	2%	8	80%
93	SOA.Compartir-5	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 40.100.000,00	\$ 8.020.000,00	\$ 40.872.000,00	\$ 8.174.400,00	1/09/2019	11/09/2019	11/09/2019	10	10	Permisos de accesos a sitios	Pago de trabajos nocturnos por solicitud del cliente para efectuar los trabajos en la noche	\$ 772.000	2%	0	0%
94	SOA.Rb Cazuca:P1	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Soacha	---	Municipio	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 34.420.000,00	\$ 6.884.000,00	\$ 34.685.943,00	\$ 6.937.188,60	1/09/2019	13/09/2019	13/09/2019	12	12	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
95	BOG.CC Multiplaza-2 P2	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Felicidad	Ciudad Capital	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 29.800.000,00	\$ 5.960.000,00	\$ 29.800.000,00	\$ 5.960.000,00	1/10/2019	11/10/2019	11/10/2019	10	10	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
96	BOG.IDRD-2:P1	OCTUBRE	Bogotá	Bogotá	La Esmeralda	Ciudad Capital	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 28.950.300,00	\$ 5.790.060,00	\$ 29.910.300,00	\$ 5.982.060,00	1/10/2019	11/10/2019	11/10/2019	10	10	Cambios en Diseños	Tubería adicional para cableado	\$ 960.000	3%	0	0%

97	VAU.Puerto Silvania	NOVIEMBRE	Vaupés	Carurú	----	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 49.325.700,00	\$ 9.865.140,00	\$ 50.365.700,00	\$ 10.073.140,00	1/11/2019	11/11/2019	11/11/2019	10	10	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
98	BOG.Rb Los Angeles	NOVIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Álamos	Ciudad Capital	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 30.230.600,00	\$ 6.046.120,00	\$ 30.510.000,00	\$ 6.102.000,00	1/11/2019	11/11/2019	11/11/2019	10	10	Cambios en Diseños	Por solicitud del propietario se delimita la zona con cerramiento o del resto del predio	\$ 279.400	1%	0	0%
99	CUN.Eternit	NOVIEMBRE	Cundina marca	Sibaté	----	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 33.642.000,00	\$ 6.728.400,00	\$ 33.560.000,00	\$ 6.712.000,00	1/11/2019	11/11/2019	11/11/2019	10	10	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
100	FUS.San Fernando	NOVIEMBRE	Cundina marca	Fusaga sugá	----	Municipio	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 35.639.827,00	\$ 7.127.965,40	\$ 35.639.827,00	\$ 7.127.965,40	1/11/2019	13/11/2019	13/11/2019	12	12	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
101	CUN.Santa Rosa	DICIEMBRE	Cundina marca	La primavera	----	Municipio	Rural	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 40.025.900,00	\$ 8.005.180,00	\$ 40.050.900,00	\$ 8.010.180,00	1/12/2019	11/12/2019	11/12/2019	10	10	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
102	ZIP.Terminal -2	DICIEMBRE	Cundina marca	Zipaquirá		Municipio	Urbano	Poste Metálico	Tipo Poste	\$ 35.385.299,00	\$ 7.077.059,80	\$ 35.468.299,00	\$ 7.093.659,80	1/12/2019	13/12/2019	13/12/2019	12	12	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
103	Cun.Cummins Mosquera	DICIEMBRE	Cundina marca	Mosquera	----	Municipio	Urbano	Poste Concreto	Tipo Poste	\$ 29.961.350,00	\$ 5.992.270,00	\$ 33.461.350,00	\$ 6.692.270,00	1/12/2019	11/12/2019	20/03/2020	10	110	Permisos de accesos a sitios	Retraso en la obra por permisos de ingreso a la fabrica	\$ 3.500.000	12%	100	1000%
104	GIR.Estadio	AGOSTO	Cundina marca	Girardot	---	Municipio	Urbano	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 128.875.690,39	\$ 25.775.138,08	1/08/2019	31/08/2019	5/09/2019	30	35	Cambios en Diseños	Se tuvo que reforzar el cerramiento con láminas de aluminio y gallinazo	\$ 2.400.000	2%	5	17%
105	VCH.Guanape	AGOSTO	Vichada	Cumariño	Inspección de Guanape	Inspección	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 141.754.301,21	\$ 28.350.860,24	1/08/2019	31/08/2019	31/08/2019	30	30	Disponibilidad Materiales	Transporte de gabinete desde B/quilla	\$ 950.000	1%	0	0%
106	CUN.Pasquilla	AGOSTO	Bogotá	Bogotá	Vereda Pasquilla	Vereda	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 127.275.690,39	\$ 25.455.138,08	1/08/2019	31/08/2019	31/08/2019	30	30	Cambios en Diseños	Reforzamiento del cerramiento en malla eslabonada y concertina por cambio de solicitud	\$ 800.000	1%	0	0%
107	CUN.Pascote	SEPTIEMBRE	Cundina marca	Gutiérrez	---	Vereda	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 136.000.000,00	\$ 27.200.000,00	\$ 136.300.000,00	\$ 27.260.000,00	1/09/2019	6/10/2019	6/10/2019	35	35	Cambios en Diseños	Escalera portacable adicional, requerimiento no hace parte de solicitud inicial	\$ 300.000	0%	0	0%

108	BOG.Plaza Hoja	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Puente Aranda	Ciudad Capital	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 145.000.000,00	\$ 29.000.000,00	\$ 147.600.000,00	\$ 29.520.000,00	1/09/2019	6/10/2019	6/10/2019	35	35	Cambios en Diseños	Trabajos nocturno no previstos	\$ 2.600.000	2%	0	0%
109	LET.Batallon GA	SEPTIEMBRE	Vichada	Cumariño	---	Municipio	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 133.600.000,00	\$ 26.720.000,00	\$ 133.760.000,00	\$ 26.752.000,00	1/09/2019	6/10/2019	6/10/2019	35	35	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
110	BOG.FEDERMAN-2	SEPTIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Nicolas de Federman	Ciudad Capital	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 117.070.000,00	\$ 23.414.000,00	\$ 117.300.000,00	\$ 23.460.000,00	1/09/2019	6/10/2019	6/10/2019	35	35	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
111	VCO.La Nora	SEPTIEMBRE	Meta	Villavicencio	San Luis de occoa	Ciudad Capital	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 247.600.000,00	\$ 49.520.000,00	\$ 261.062.000,00	\$ 52.212.400,00	1/09/2019	6/10/2019	26/10/2019	35	55	Cambios en Diseños	Cambio en el diseño de la cimentación por nivel freático	\$ 13.462.000	5%	20	57%
112	VCO.Caudal	SEPTIEMBRE	Meta	Villavicencio	El triunfo	Ciudad Capital	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 230.600.000,00	\$ 46.120.000,00	\$ 242.600.000,00	\$ 48.520.000,00	1/09/2019	6/10/2019	26/10/2019	35	55	Cambios en Diseños	Cambios del diseño de la cimentación por fallas del terreno	\$ 12.000.000	5%	20	57%
113	SJG.Batallon JOSE JP	SEPTIEMBRE	Guaviare	San Jose del Guaviare	----	Municipio	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 251.580.000,00	\$ 50.316.000,00	\$ 255.600.000,00	\$ 51.120.000,00	1/09/2019	6/10/2019	6/10/2019	35	35	Cambios en Diseños	Solicitud adicional de cerramiento reforzado con mampostería	\$ 4.020.000	2%	0	0%
114	BOY.CHIQUIQUIRA NORTE	SEPTIEMBRE	Boyacá	Chiquiquirá	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 147.807.301,21	\$ 29.561.460,24	1/09/2019	1/10/2019	1/10/2019	30	30	Cambios en Diseños	Se facturan 55 metros adicionales de acometida eléctrica por lejanía del punto de energía	\$ 7.003.000	5%	0	0%
115	VCO.Rb Catama-3	OCTUBRE	Meta	Villavicencio	San Carlos	Ciudad Capital	Urbano	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 141.054.301,21	\$ 28.210.860,24	1/10/2019	31/10/2019	31/10/2019	30	30	Cambios en Diseños	Se factura un barraje de tierras adicional	\$ 250.000	0%	0	0%
116	VAU.Piracuará	OCTUBRE	Vaupés	Yavaraté	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 141.334.301,21	\$ 28.266.860,24	1/10/2019	31/10/2019	31/10/2019	30	30	Disponibilidad Materiales	Transporte adicional de gabinete de microondas desde Ibagué	\$ 530.000	0%	0	0%
117	GUV.RB PIEDRA GORDA	OCTUBRE	Guaviare	El retorno	----	Municipio	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 236.600.000,00	\$ 47.320.000,00	\$ 242.600.000,00	\$ 48.520.000,00	1/10/2019	5/11/2019	15/12/2019	35	75	Orden Público	Sobrecostos generados por problemas de grupos	\$ 6.000.000	3%	40	114%

																				armados en la zona				
118	CUN.El Rosal-3	OCTUBRE	Cundina marca	El Rosal	---	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.560.690,39	\$ 25.312.138,08	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	1/10/2019	31/10/2019	31/10/2019	30	30	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
119	CUN.RB Brinsa	OCTUBRE	Cundina marca	Cajicá	El Tejar	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 145.104.301,21	\$ 29.020.860,24	1/10/2019	31/10/2019	31/10/2019	30	30	Orden Público	Se construye un cerramiento adicional en mampostería por seguridad de la zona	\$ 4.300.000	3%	0	0%
120	MET.Acacias-13	OCTUBRE	Meta	Acacias	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	1/10/2019	31/10/2019	31/10/2019	30	30	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
121	GUA.Pto Inirida	OCTUBRE	Guainía	Inirida	----	Municipio	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 250.200.000,00	\$ 50.040.000,00	\$ 255.600.000,00	\$ 51.120.000,00	1/10/2019	5/11/2019	20/11/2019	35	50	Orden Público	Sobrecostos generados por problemas de grupos armados en la zona	\$ 5.400.000	2%	15	43%
122	CUN.SOPO-2	NOVIEMBRE	Cundina marca	Sopo	----	Municipio	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 242.800.000,00	\$ 48.560.000,00	\$ 242.600.000,00	\$ 48.520.000,00	1/11/2019	6/12/2019	6/12/2019	35	35	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
123	MET.Rb Restrepo-3	NOVIEMBRE	Meta	Restrepo	----	Municipio	Urbano	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 148.804.301,21	\$ 29.760.860,24	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30	Cambios en Diseños	Se suministra adicional a la solicitud inicial un stack de equipos (placa, rieles y acometida eléctrica) para gabinete de microondas adicional, se incluye transporte y mano de obra	\$ 8.000.000	6%	0	0%
124	MET.San Jorge	NOVIEMBRE	Meta	Restrepo	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
125	CUN.Cerro Neusa	NOVIEMBRE	Cundina marca	Tausa	----	Municipio	Rural	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 247.650.000,00	\$ 49.530.000,00	\$ 255.600.000,00	\$ 51.120.000,00	1/11/2019	6/12/2019	26/12/2019	35	55	Cambios en Diseños	Cambios del diseño de la cimentación por fallas del terreno	\$ 7.950.000	3%	20	57%

1 2 6	SAN.Aeropuerto	NOVIEMBRE	Archipiélago de San Andrés Isla y Providencia	San Andrés	----	Municipio	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 236.600.000,00	\$ 47.320.000,00	\$ 242.600.000,00	\$ 48.520.000,00	1/11/2019	6/12/2019	4/02/2020	35	95	Disponibilidad Materiales	Demoras por transporte del material a la isla	\$ 6.000.000	3%	60	171%
1 2 7	CUN.Rb Mosquera	NOVIEMBRE	Cundinamarca	Mosquera	----	Municipio	Urbano	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 150.304.301,21	\$ 30.060.860,24	1/11/2019	1/12/2019	15/01/2020	30	75	SST	Por solicitud de propietario del predio (Pastas Doria) se capacita el personal en manipulación de alimentos, y se contrata adicional profesional SST exigida por la fábrica.	\$ 9.500.000	7%	45	150%
1 2 8	MET.Guacavía	NOVIEMBRE	Meta	Cumareli	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 141.604.501,21	\$ 28.320.900,24	1/11/2019	1/12/2019	1/12/2019	30	30	Cambios en Diseños	Se facturan dos tubos galvanizados para instalación de módulos rfn no incluidos en solicitud inicial	\$ 800.200	1%	0	0%
1 2 9	MET.Cumareli-4	DICIEMBRE	Meta	Cumareli	----	Municipio	Urbano	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 128.775.690,39	\$ 25.755.138,08	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30	Orden Público	Por oposición de la comunidad se tuvo que alquilar en dos ocasiones adicionales la ph	\$ 2.300.000	2%	0	0%
1 3 0	MET.Vda Cocuy	DICIEMBRE	Meta	Villavicencio	----	Ciudad Capital	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	\$ 140.804.301,21	\$ 28.160.860,24	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30	Sin Reprocesos	Sin novedad	Sin Sobrecosto	0%	0	0%
1 3 1	BOG.Multigrave	DICIEMBRE	Bogotá	Bogotá	Usaquén	Ciudad Capital	Urbano	Torre Convencional	Tipo Torre	\$ 246.900.000,00	\$ 49.380.000,00	\$ 255.600.000,00	\$ 51.120.000,00	1/12/2019	5/01/2020	25/01/2020	35	55	Cambios en Diseños	Cambios del diseño de la cimentación por fallas del terreno	\$ 8.700.000	4%	20	57%
1 3 2	CUN.San Jose	DICIEMBRE	Cundinamarca	San Jose	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 128.775.690,39	\$ 25.755.138,08	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30	Disponibilidad Materiales	Pagos de trasiegos no previstos	\$ 2.300.000	2%	0	0%
1 3 3	CAS.Hato Corozal-2	DICIEMBRE	Casanare	Hato Corozal	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 126.825.690,39	\$ 25.365.138,08	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30	Cambios en Diseños	Pago adicional de un mástil en piso	\$ 350.000	0%	0	0%

1 3 4	CAS.Villa Nueva-7	DICIEMBRE	Casanare	Villanueva	----	Municipio	Rural	Celda Portátil	Tipo Torre	\$ 126.475.690,39	\$ 25.295.138,08	\$ 126.925.690,39	\$ 25.385.138,08	1/12/2019	31/12/2019	31/12/2019	30	30	Cambios en Diseños	Se incluye un cajón adicional para contador electricidad	\$ 450.000	0%	0	0%
-------------	-------------------	-----------	----------	------------	------	-----------	-------	----------------	------------	-------------------	------------------	-------------------	------------------	-----------	------------	------------	----	----	--------------------	--	------------	----	---	----

Fuente: Claro Colombia – Base de datos desarrollada por el autor.

5.2 COMPARACIÓN GENERAL DE LOS PROYECTOS

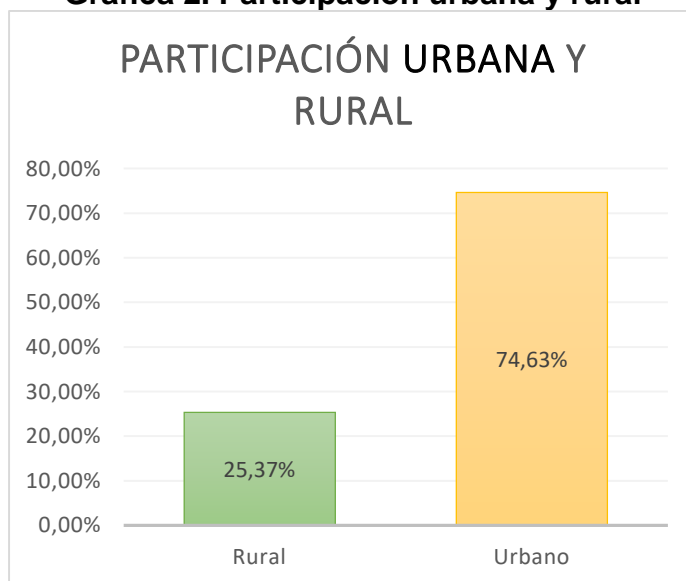
Como se describió en el estado del arte y marcos de referencia del presente trabajo de grado, los proyectos se desarrollan en la regional centro del país, que se compone por los departamentos de Cundinamarca incluyendo Bogotá D.C., Casanare, Meta, Vichada, Guainía, Guaviare, Caquetá, Vaupés, Amazonas y el archipiélago de San Andrés islas. La elección de los sitios de implementación de las obras civiles depende claramente de la necesidad comercial o de servicio, por tanto los proyectos pueden estar ubicados en zonas urbanas o rurales. Del análisis, a continuación se relaciona la proporción de proyectos con ubicación urbana versus los proyectos con ubicación rural:

Cuadro 10. Distribución Proyectos Urbanos y Rurales

TIPO DE UBICACIÓN	PARTICIPACIÓN
Rural	25,37%
Urbana	74,63%

Fuente: Autor.

Gráfica 2. Participación urbana y rural



Fuente: Autor.

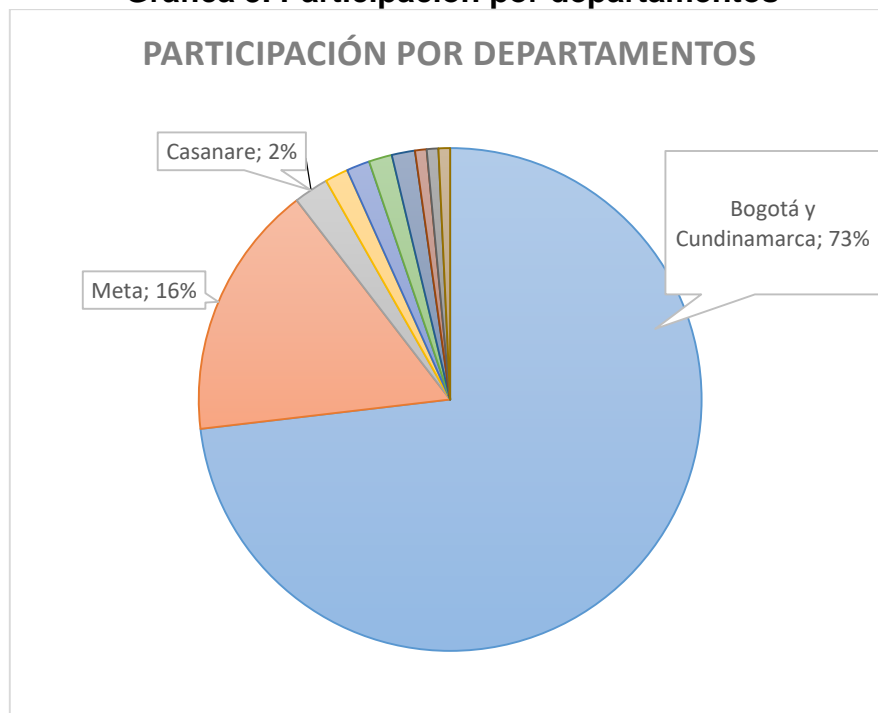
Se encuentra en la gráfica 2 que del total de los proyectos desarrollados, el 74,63% se ubican en el casco urbano, el 25,37% en zona rural.

Hay una clara distribución que indica que la mayor proporción del despliegue de las obras civiles se desarrolla en el casco urbano, aspecto que está acorde con la densidad poblacional y, por ende, que determina la demanda de servicios de telecomunicaciones.

Buscando descubrir mayor detalle a la distribución de los proyectos en el territorio objeto de estudio, se clasifica la base teniendo como factor de clasificación el departamento de la ubicación de las obras. Se obtiene:

Acorde a la gráfica 3 el 73,13% de los proyectos se construyen en el departamento de Cundinamarca y la ciudad de Bogotá, seguido por el departamento del Meta, con tan solo el 16,42%; Casanare, con 2,24%; los departamentos de Vichada, Vaupés, Guaviare y el archipiélago de San Andrés Isla y Providencia, con solo 1,49% de participación, cada uno; y los departamentos de Boyacá, Arauca y Guainía aparecen con 0,75% de participación, cada uno.

Gráfica 3. Participación por departamentos



Fuente: Autor.

Cuadro 11. Porcentaje de participación por departamento

CIUDAD	PARTICIPACIÓN
Bogotá y Cundinamarca	73,13%
Meta	16,42%
Casanare	2,24%
Archipiélago de San Andrés Isla y Providencia	1,49%
Guaviare	1,49%
Vaupés	1,49%
Vichada	1,49%
Boyacá	0,75%
Arauca	0,75%
Guainía	0,75%

Fuente: Autor.

La distribución de los proyectos se concentra enteramente en la zona correspondiente al departamento de Cundinamarca y Bogotá D.C., con una participación del 73,13%. Representa la mayor proporción y es, claramente, la zona objetivo en los términos de necesidad de la industria de las telecomunicaciones.

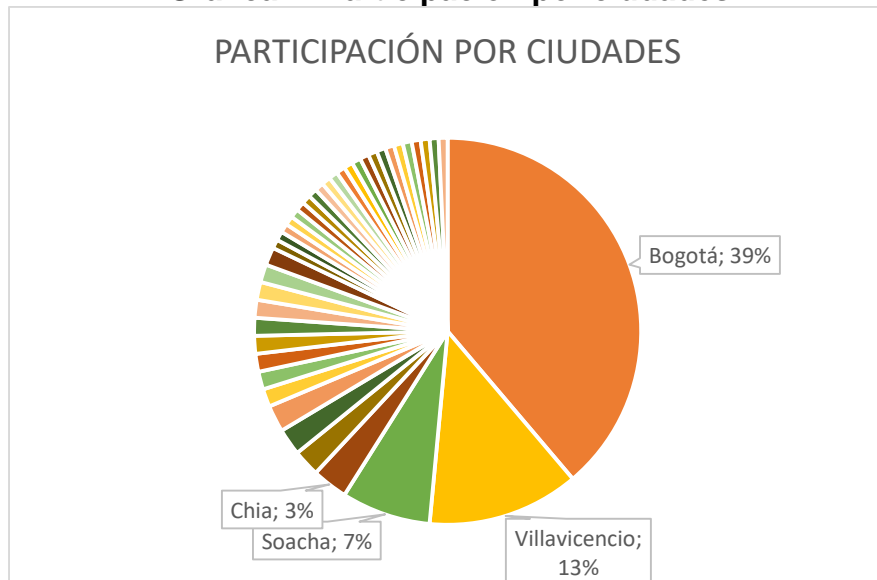
Siguiendo a Cundinamarca se encuentra el departamento del Meta, que aunque porcentualmente está muy por debajo de Cundinamarca, con un 16,42%, concentra una cantidad considerable de proyectos. Pero con el fin de conocer la participación específica por cada ciudad, se presenta a continuación esa relación individual en la gráfica 4 en la que se puede contemplar cada ciudad y su porción de acuerdo a la información sustraída igualmente del cuadro 12:

Cuadro 12. Participación por ciudades

CIUDAD	PARTICIPACIÓN	CIUDAD	PARTICIPACIÓN
Bogotá	38,81%	La Caro	0,75%
Villavicencio	12,69%	San José del Guaviare	0,75%
Soacha	7,46%	Aguazul	0,75%
Chía	2,99%	Chiquinquirá	0,75%
Cota	2,24%	El Retorno	0,75%
Mosquera	2,24%	Hato Corozal	0,75%
Fusagasugá	2,24%	Inírida	0,75%
Madrid	1,49%	San José	0,75%
Ricaurte	1,49%	Tenjo	0,75%
Cajicá	1,49%	Sibaté	0,75%
Cumaral	1,49%	Carurú	0,75%
San Andrés	1,49%	Zipaquirá	0,75%
Cumaribo	1,49%	Tausa	0,75%
Restrepo	1,49%	Gachancipá	0,75%
Funza	1,49%	Villanueva	0,75%
Sopó	1,49%	Girardot	0,75%
La Primavera	0,75%	Yavaraté	0,75%
El Rosal	0,75%	Guaduas	0,75%
Anapoima	0,75%	Acacías	0,75%
El Troncal	0,75%	Gutiérrez	0,75%

Fuente: Autor. De la base de datos.

Gráfica 4. Participación por ciudades

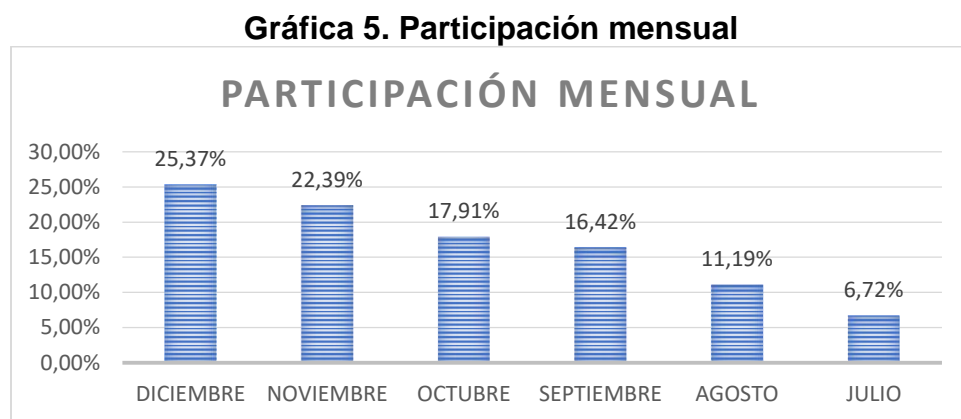


Fuente: Autor. De la base de datos.

La recolección de la base de datos permitió identificar que el despliegue de la infraestructura se desarrolla de manera paulatina liberando presupuesto e iniciando proyectos durante los 6 meses del semestre.

La distribución de los proyectos durante los 6 meses se debe a las metas que la compañía establece a sus equipos, y teniendo en cuenta que el recurso humano es limitado. Por eso se distribuyen los proyectos.

A continuación se relaciona la distribución analizada en la base de datos:



Fuente: Autor. De la base de datos.

Se evidencia en la gráfica 5 que la distribución de los proyectos se realiza durante todos los 6 meses de manera que se aumenta en cada mes; en Julio una proporción de 6,72% de los proyectos, Agosto 11,19%, Septiembre 16,42%, Octubre 17,91%, Noviembre 22,39% y finalmente Diciembre con 25,37%.

5.2.1 Análisis Comparativo En La Distribución De Los Tipos De Soluciones

El despliegue de la infraestructura es un aspecto de gran importancia en un mercado con creciente demanda y amplia necesidad de mejorar zonas de cobertura²⁴ (MinTIC, 2019), es por eso que las compañías de telecomunicaciones se centran en definir estrategias para la construcción de nuevas estaciones base. La toma de decisiones debe realizarse bajo un ambiente de presión y de alta competitividad, es por ello que las decisiones con respecto al tipo de solución a construir van de la mano con la rapidez de su ejecución, con la disponibilidad de estructura y hasta de

²⁴ MinTIC. (2019). Despliegue de infraestructura, campos electromagnéticos y salud - preguntas frecuentes. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de Despliegue de infraestructura, campos electromagnéticos y salud - preguntas frecuentes: https://mintic.gov.co/portal/604/w3-article-5360.html?_noredirect=1

criterio propio del área de ingeniería. De aquí que no exista un lineamiento claro y estandarizado que determine prioridades para elegir un tipo de solución en un determinado proyecto.

A continuación se analizan los tipos de soluciones construidos de acuerdo con la base de datos estudiada:

Cuadro 13. Despliegue general por tipos de soluciones

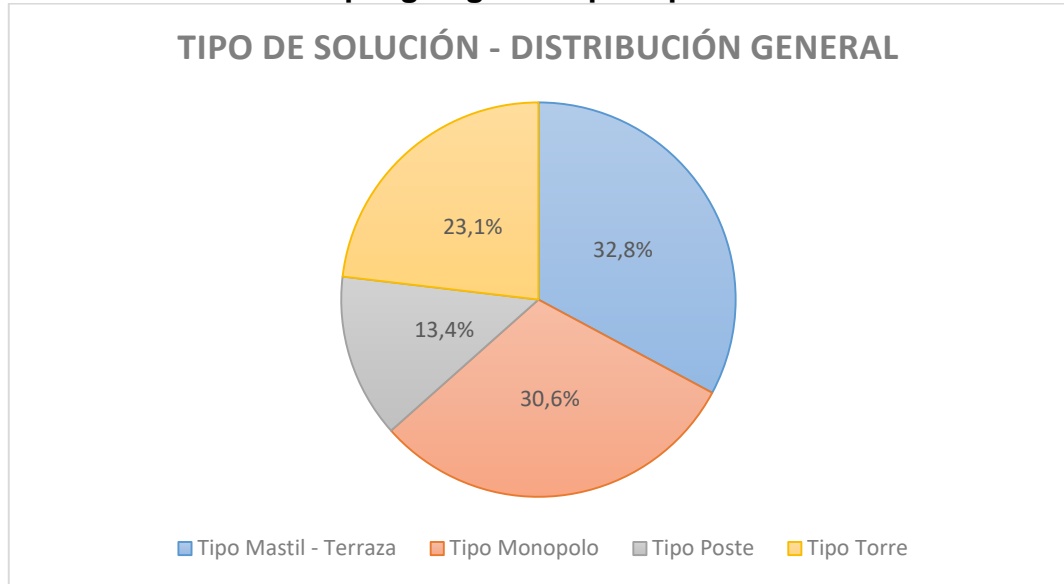
TIPO DE SOLUCIÓN	Total general
Tipo Mástil - Terraza	32,8%
Tipo Monopolo	30,6%
Tipo Poste	13,4%
Tipo Torre	23,1%

Fuente: Autor.

El tipo de solución Tipo Mástil – Terraza es la alternativa más seleccionada al momento de elegir una estructura para construir. Esta elección es entendible por sus características de rápida construcción, sus costos se reducen al ser una solución que aprovecha una estructura ya existente, por lo cual no se requieren trabajos de cimentación y gran parte de la altura requerida la provee la estructura existente. Desde un punto de vista superficial como el que se menciona, estas soluciones son las más viables en términos de costos, tiempos y facilidades, en general.

Se puede ver en la gráfica 6 que son las soluciones tipo mástil – terraza las más seleccionadas, siendo el 32.8% del total de los proyectos analizados en el presente trabajo; seguidamente los monopolos, con 30.6%; y, finalmente, los postes y las torres con 13.4% y 23.1%, respectivamente.

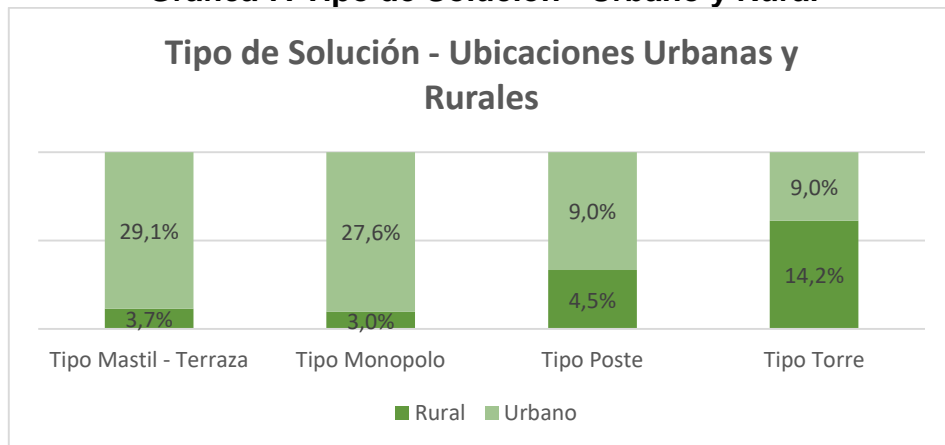
Gráfica 6. Despliegue general por tipos de soluciones



Fuente: Autor.

El sitio del cual se dispone para la construcción de la infraestructura, es un aspecto fundamental para la elección del tipo de solución, pues la falta de espacio podría afectar una alternativa de mayor capacidad de servicio. Es claro que las zonas urbanas se caracterizan por la densidad poblacional y la ausencia de espacios propicios para la construcción de soluciones robustas como las torres; se analizó el despliegue por tipos de soluciones con respecto a las zonas urbanas y rurales, obteniendo los siguientes resultados:

Gráfica 7. Tipo de Solución - Urbano y Rural



Fuente: Autor.

Cuadro 14. Tipo de Solución - Urbano y Rural

REPROCESO	Rural	Urbano	Total general
Tipo Mástil - Terraza	3,7%	29,1%	32,8%
Tipo Monopolo	3,0%	27,6%	30,6%
Tipo Poste	4,5%	9,0%	13,4%
Tipo Torre	14,2%	9,0%	23,1%
Total general	25%	75%	100%

Fuente: Autor.

De acuerdo con los resultados tanto en la gráfica 7 como en el cuadro 14, es cierto que existe una tendencia hacia un tipo de solución para las zonas rurales y un tipo de solución para las zonas urbanas. La solución tipo Torre tiene una mayor proporción de proyectos en las zonas rurales. Mientras la solución tipo torre tiene una participación general de 23,1% en la totalidad de los proyectos, de ese total el 14,2% se destina a las zonas rurales, y tan solo un 9% del total de proyectos son torres en zonas urbanas.

En consecuencia, para las zonas urbanas se encuentra que la mayor proporción de proyectos se desarrolla con la solución tipo Mástil-Terraza. Dicha solución representa un 32,8% del total de los proyectos construidos y tan solo el 3,7% de estas soluciones son construidas en zonas rurales.

Existe también una marcada tendencia en la solución tipo Monopolo, que tiene una participación total en los proyectos de 30,6%. Tal participación se divide en 27,6% de proyectos con solución Monopolo construidos en zonas urbanas y 3% de proyectos con solución Monopolo construidos en zonas rurales.

Claramente, las zonas urbanas se posicionan como foco principal de estudios porque concentran la mayor proporción de proyectos y porque albergan la mayor cantidad de reprocesos. A continuación se analiza la distribución de los tipos de soluciones en las ciudades de mayor participación en cantidad de proyectos (Cuadro 15 del presente trabajo): Bogotá, Villavicencio, Chía, Cota, Fusagasugá, Mosquera y Soacha.

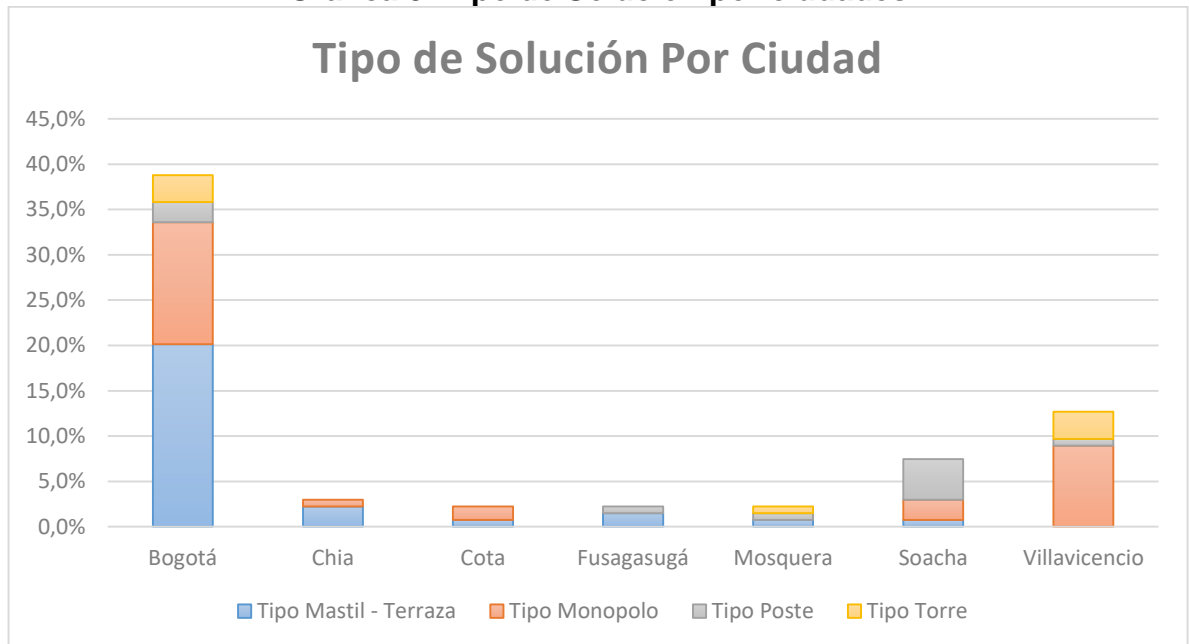
Cuadro 15. Tipo de Solución por ciudades

CIUDAD	Tipo Mástil - Terraza	Tipo Monopolo	Tipo Poste	Tipo Torre
Bogotá	20,1%	13,4%	2,2%	3,0%
Chía	2,2%	0,7%	0,0%	0,0%
Cota	0,7%	1,5%	0,0%	0,0%
Fusagasugá	1,5%	0,0%	0,7%	0,0%
Mosquera	0,7%	0,0%	0,7%	0,7%
Soacha	0,7%	2,2%	4,5%	0,0%
Villavicencio	0,0%	9,0%	0,7%	3,0%

Fuente: Autor.

Las ciudades que se analizan representan el 68,7% de la totalidad de los proyectos, aquí se identifican las ciudades que presentan mayor porcentaje de despliegue de cada uno de los tipos de solución y, evidentemente, Bogotá contiene la mayor proporción con la solución Mástil-Terraza como la de mayor despliegue, con 20,1% del total de los proyectos construidos. Es también Bogotá la que contiene la mayor proporción de Monopolos desplegados, con el 13,4% del total de los proyectos tal como se evidencia en la gráfica 8.

Gráfica 8. Tipo de Solución por ciudades



Fuente: Autor.

5.2.2 Análisis Comparativo De Los Sobrecostos

Los costos de un proyecto están determinados por su adecuada planeación. Las cantidades de obra definen la magnitud del presupuesto destinado. Por eso, si se presentan variaciones en las cantidades existirá una afectación directa a los costos del proyecto y, probablemente, a los tiempos del mismo.

Como objeto de estudio de los proyectos del presente trabajo, los costos son un aspecto que representa, de manera importante, los reprocesos existentes. El análisis de esta variable permitirá identificar los focos principales de sobrecostos y, de igual forma, permitirá dirigir la atención y esfuerzos hacia donde se puede analizar la causa raíz.

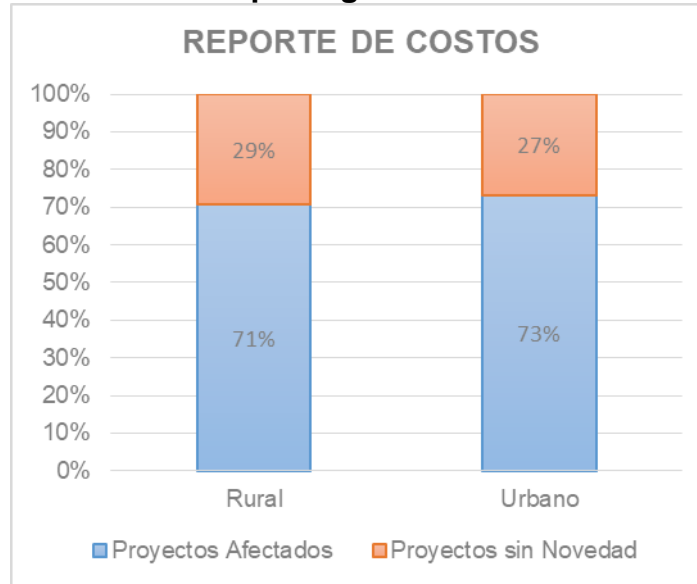
Dado lo anterior, y utilizando la base de datos como insumo, se realizó el debido proceso de análisis a los datos, buscando organizar, clasificar e interpretar la información referente a los costos obtenidos en la etapa de liquidación y en referencia a los costos de la etapa de planeación, buscando puntualizar en cada aspecto fundamental que permita describir lo ocurrido y lograr encontrar el parámetro que albergue el origen de los retrasos.

Después de sintetizar la base se logra la siguiente información clave:

Sobrecostos en la ejecución:

- El 70,59% de los proyectos rurales presentaron sobrecostos
- El 73% de los proyectos urbanos presentaron sobrecostos

Gráfica 9. Reporte general de los costos



Fuente: Elaboración propia del autor

Cuadro 16. Afectación en costos Urbano y Rural

	ZONA RURAL	ZONA URBANA
Proyectos Afectados	71%	73%
Proyectos Sin Novedad	29%	27%

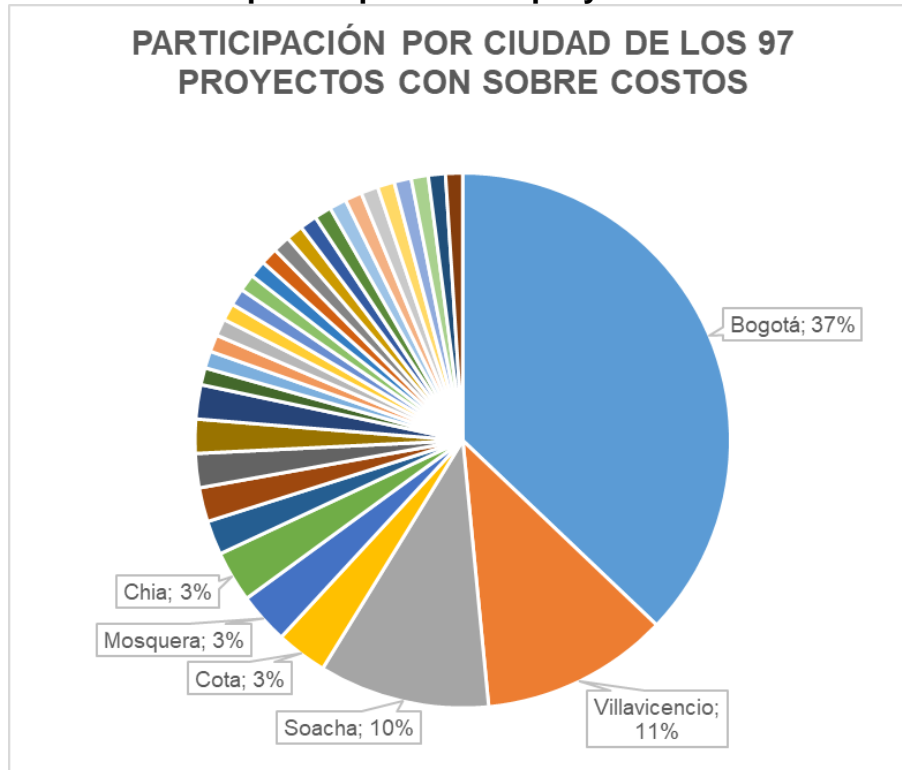
Fuente: Autor. De la base de datos.

Es evidente que la mayor proporción de proyectos presenta afectación en costos lo que, básicamente, es un aspecto real y conocido por todos los actores de los proyectos de construcción que se estudian en el presente trabajo.

Sin embargo, se observa una mayor afectación en los proyectos desarrollados en las zonas urbanas, lo cual está también condicionado por el hecho de que esas zonas urbanas cuentan con la mayor proporción de proyectos ejecutados (74,6%, Gráfica 2 de este documento). Lo anterior sería previsible, pues al tener mayor proporción de participación en las zonas urbanas, sería más probable que tuviera mayor participación en proyectos con reprocesos. No obstante, no se puede desconocer que el esfuerzo se centra en determinar esos focos clave para estos análisis.

La cantidad de proyectos afectados por reprocesos, en términos de costos, es de 97, lo que equivale al 72,4% de la totalidad de proyectos existentes en la base de datos. Buscando clasificar más detalladamente el impacto de dichos proyectos, a continuación se analizarán esos 97 proyectos en su participación por ciudad:

Gráfica 10. Participación por ciudad proyectos con sobrecostos



Fuente: Autor.

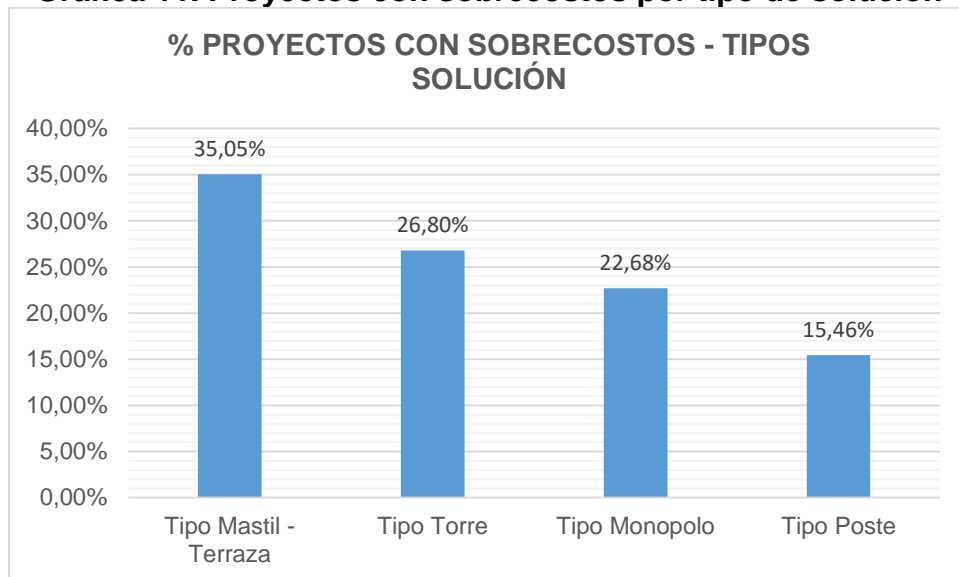
Bogotá es un objetivo estratégico de construcción y, de acuerdo con la información registrada en la base de datos, gran parte de los proyectos se concentran en la capital del país. De la misma forma y, en relación con los datos representados en la gráfica 10, en cuestión de sobrecostos Bogotá es la ciudad con mayor participación.

Los sobrecostos presentes en los proyectos corresponden a diversos tipos de reprocesos que ocurren de manera inesperada, ocasionando situaciones adversas que desencadenan en decisiones sobre materiales adicionales y tiempos perdidos, entre muchos otros aspectos que deben ser asumidos dentro del presupuesto de obra, por la naturaleza del hecho. No obstante, se presume que al desplegar algunas estructuras se tiene mayor probabilidad de materializar dichos reprocesos.

Teniendo en cuenta lo anterior y contemplando que las opciones de estructuras posibles a implementar en un sitio son variadas, tanto en características constructivas como en características estructurales, de acuerdo con lo descrito en el Cuadro 2 de este documento, “*Características de las estructuras*”, este aspecto por su naturaleza puede desembocar en un patrón que apunte a un tipo de solución

más propensa a presentar sobrecostos. De lo anterior, se analizan los datos obteniendo lo descrito a continuación, en donde se clasifican los 97 proyectos con sobrecostos:

Gráfica 11. Proyectos con sobrecostos por tipo de solución



Fuente: Autor.

Cuadro 17. Sobrecostos por tipo de solución

TIPO DE SOLUCIÓN	% PROYECTOS CON SOBRECOSTOS
Tipo Mástil - Terraza	35,05%
Tipo Torre	26,80%
Tipo Monopolo	22,68%
Tipo Poste	15,46%

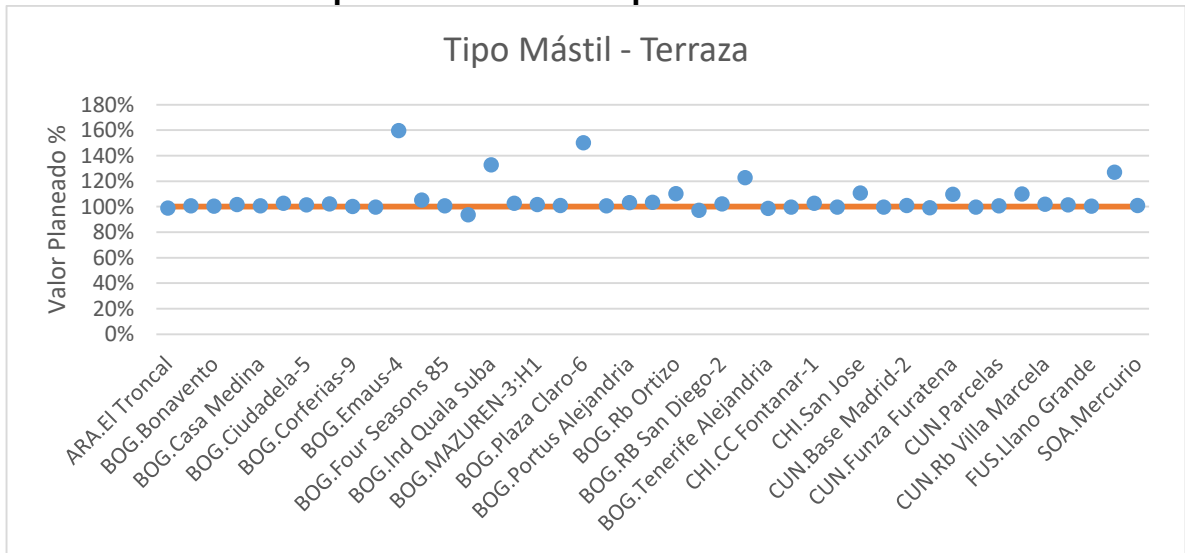
Fuente: Autor.

En consecuencia con la gráfica 11, la solución tipo “Mástil-Terraza” encabeza el listado. Es el tipo de solución con mayor participación. Esta alternativa de estructura civil se caracteriza por su bajo costo respecto a los otros tipos de solución, pero presenta la mayor proporción de reprocesos que generan sobrecosto a las obras, motivo que clasifica al tipo de solución como una alternativa que debe evaluarse con mayor detenimiento.

El objetivo claro es que los proyectos consuman el 100% del presupuesto destinado

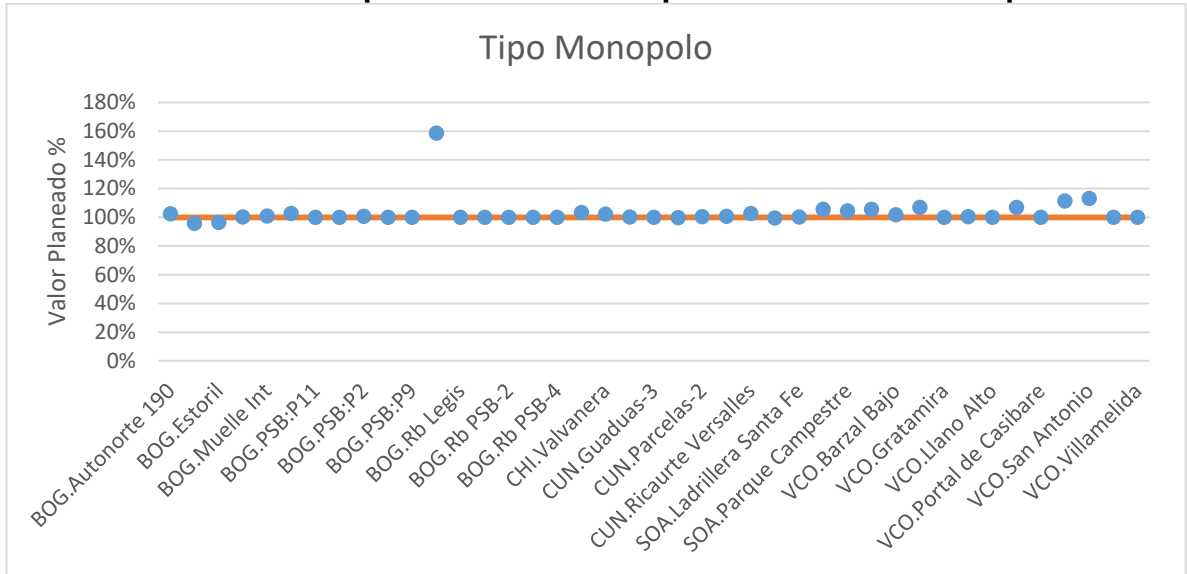
y, en lo posible, que se ahorren costos. Sin embargo, el comportamiento general no es el que se describe. Por el contrario, la mayor cantidad de todos los tipos de soluciones presentan sobrecostos. A continuación se grafica el estado de cada proyecto frente a su objetivo del 100%, en donde la línea naranja representa la meta objetivo del 100% del presupuesto y los puntos azules representan la posición de cada proyecto referente a su costo liquidado.

Gráfica 12. Comparativo Costos - Tipo de Solución - Mástil Terraza



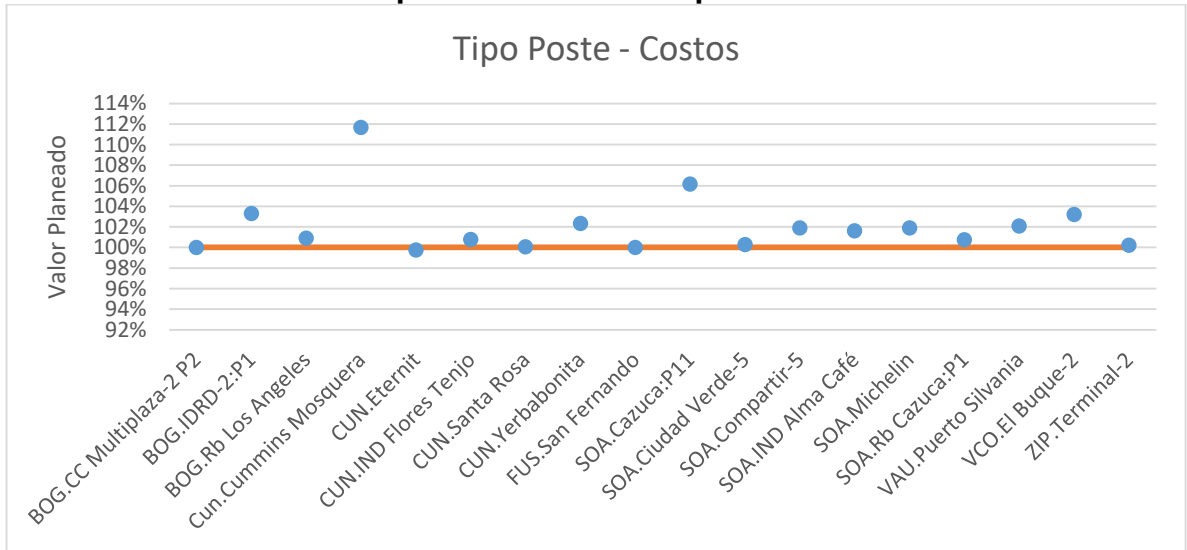
Fuente: Autor.

Gráfica 13. Comparativo Costos - Tipo de Solución - Monopolo



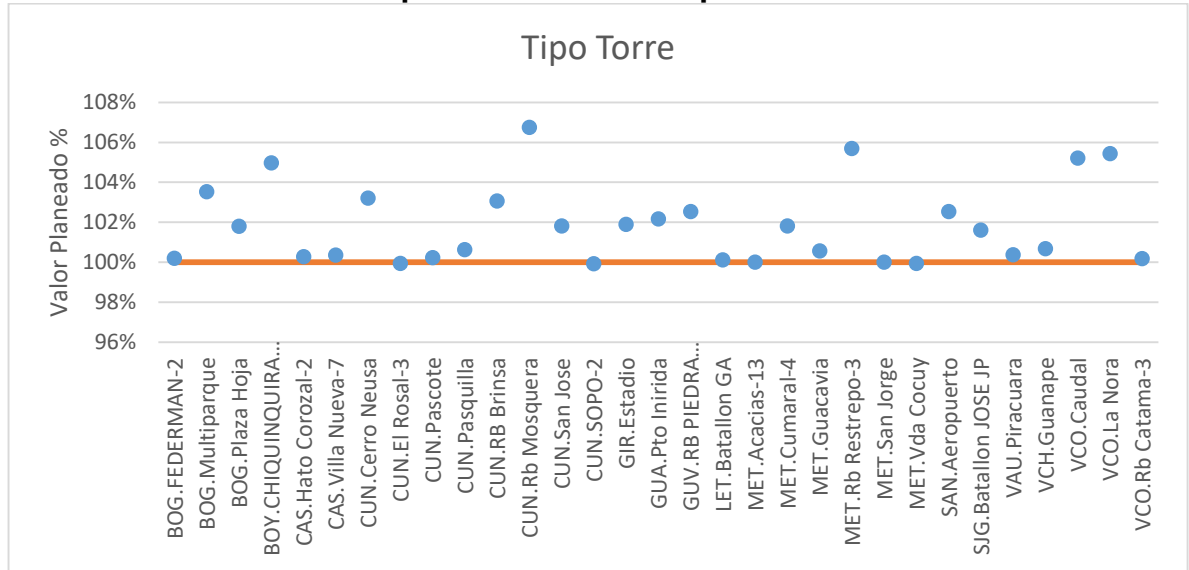
Fuente: Autor.

Gráfica 14. Comparativo Costos - Tipo de Solución - Poste



Fuente: Autor.

Gráfica 15. Comparativo Costos - Tipo de Solución - Torre



Fuente: Autor.

Los sobrecostos en un proyecto de construcción de telecomunicaciones causan un impacto directo al proyecto y, por tratarse de un aspecto que compromete los recursos de las compañías, es el que mayor interés genera al momento de evaluar gerencialmente los proyectos, el desempeño y sus reprocesos. Pero como se dijo anteriormente, la búsqueda se enfoca en identificar los puntos críticos que ocasionan inconvenientes. Por eso, una ciudad que aporte gran proporción de proyectos, como en este caso, si también es el que aporta la mayor cantidad de proyectos con sobrecostos, se determina que la atención se centra ella.

En términos de tipos de solución, como se pudo establecer, las obras civiles con estructuras del tipo de solución “Mástil-terracea” son las que aportan la mayor proporción de proyectos con reprocesos en sobrecostos, y puede deberse a temas relacionados con logística y permisos. Sin embargo, este aspecto será analizado en detalle.

5.2.3 Análisis Comparativo De Los Tiempos Ejecutados

Los proyectos de construcción de obras civiles en las telecomunicaciones se caracterizan por ser proyectos de corta duración, tanto que su duración estimada total se calcula en días. Un proyecto de construcción se extiende hasta aproximadamente un mes. Esto se debe a que las estructuras son destinadas a

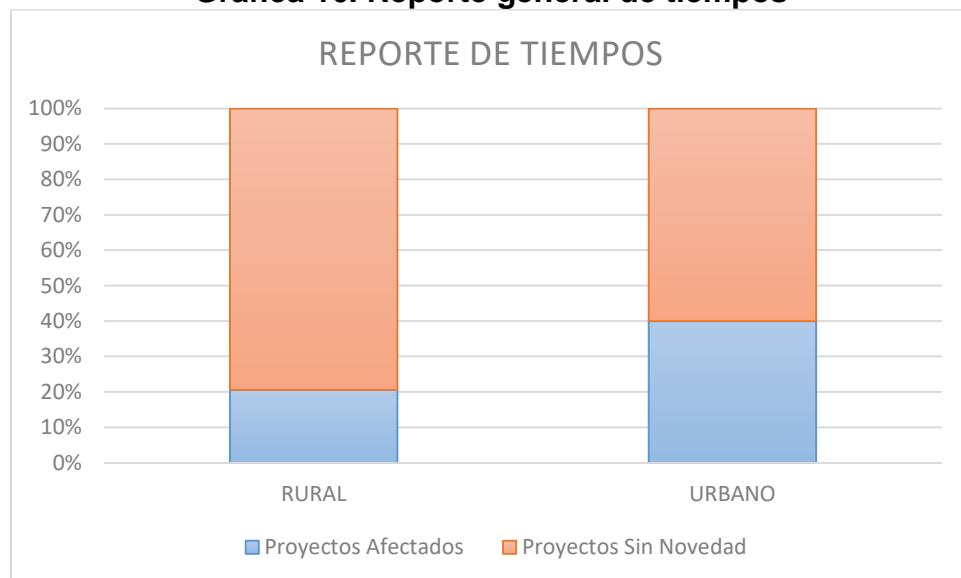
soportar las cargas específicas de equipos de telecomunicaciones, no requieren terminados y el ensamble de las mismas se realiza por medio de tornillería, lo que optimiza los tiempos.

Generalmente las construcciones de obras civiles para telecomunicaciones se dividen en cimentaciones y estructura metalmecánica. El despliegue de la estructura metalmecánica puede desarrollarse de manera acelerada incluyendo más mano de obra al proyecto para lograr finalizar en cuestión de pocos días.

Sin embargo, por la corta duración característica de la construcción de estas estructuras, un retraso de unos pocos días altera totalmente las cifras de desempeño y afecta considerablemente el proyecto. Los reprocesos, en términos de tiempo, suelen desencadenar inconvenientes a niveles comprometedores del proyecto. La prioridad establecida desde la constitución de los proyectos es finalizar en la fecha solicitada. El hecho de no cumplir con dichas fechas se considera inaceptable y debido a que gran parte de los interesados del proyecto necesitan que el mismo se culmine a la mayor brevedad, son ellos los que finalmente terminan argumentando grandes molestias que pueden poner en riesgo la continuidad del mismo.

Por lo anterior, los tiempos se analizan en el presente trabajo de grado, y es importante tener en cuenta que de los 134 proyectos de la base de datos, 47 presentan afectación en términos de tiempo. A continuación la distribución de su afectación de acuerdo con su ubicación urbana o rural:

Gráfica 16. Reporte general de tiempos



Fuente: Autor.

Cuadro 18. Afectación en tiempos Urbano y Rural

	RURAL	URBANO
Proyectos Afectados	21%	40%
Proyectos Sin Novedad	79%	60%

Fuente: Autor. De la base de datos.

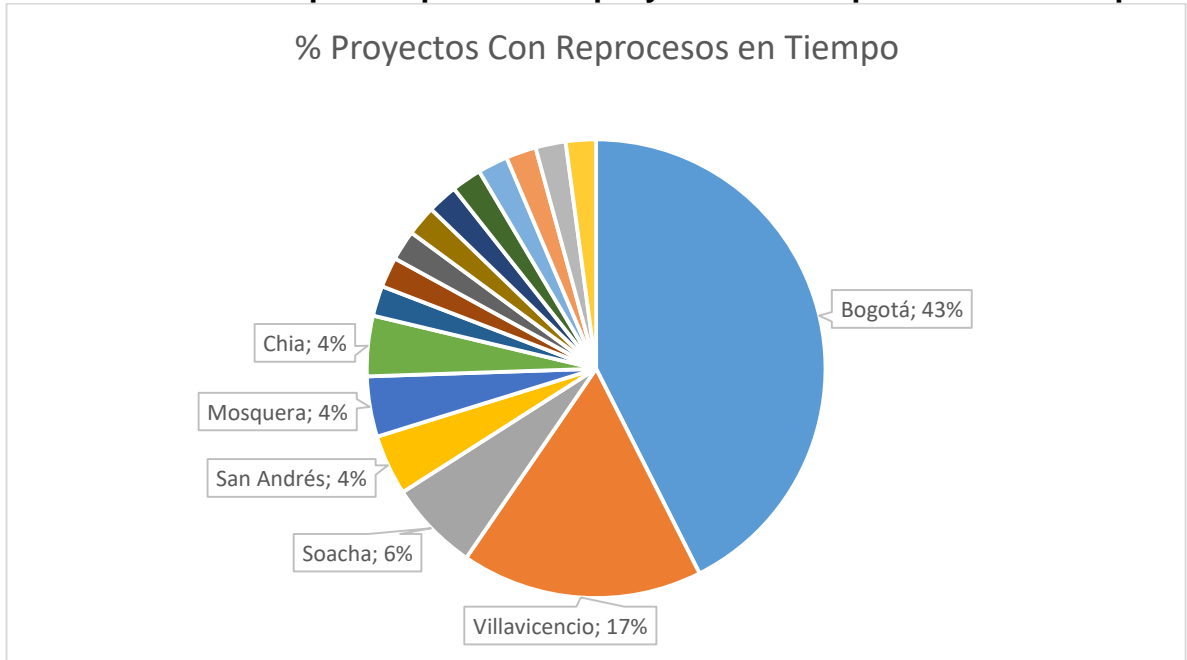
Teniendo en cuenta las cifras del cuadro 18 y la gráfica 16, el 21% de los proyectos desarrollados en zonas rurales presentan reprocesos que se traducen en retrasos de la ejecución de las obras. El porcentaje aumenta en los proyectos desarrollados en las zonas urbanas, que se ven afectadas en un 40% de sus proyectos.

Es importante tener en cuenta que el despliegue de las obras civiles de telecomunicaciones se desarrolla con el fin de otorgar cobertura de servicio a la población existente. Este despliegue de infraestructura es previamente diseñado por las áreas encargadas, sin embargo el alcance del presente trabajo no llega hasta ese punto, Así pues, se entiende que la zona objetivo del proyecto presenta demanda de servicio que implícitamente significa la presencia de comunidad vecina.

En tal sentido de lo descrito, las zonas rurales por ser zonas con mayor presencia de comunidad, mayores espacios de trabajo, menor presencia de tráfico, menor probabilidad de tener que sortear edificaciones aledañas y otros aspectos que sí se presentan en las zonas urbanas, tendrían mayor probabilidad de generar situaciones que se traduzcan en retrasos para las obras. Entonces, aunque la proporción no es abismal, existe una generosa diferencia que permite dirigir los esfuerzos a analizar más detalladamente el comportamiento de los reprocesos en tiempos en la zona urbana.

Es así como se procede a validar el impacto de los reprocesos en tiempos en cada ciudad:

Gráfica 17. Participación por ciudad proyectos con reprocesos en tiempo



Fuente: Autor.

Como ya se ha descrito de Bogotá, es la ciudad que presenta la mayor proporción de proyectos de construcción de telecomunicaciones, es el objetivo principal de despliegue de infraestructura, por tanto, tiene mayor probabilidad de contener la mayor proporción de proyectos con reprocesos en tiempos. Lo anterior se confirma con los datos producto del análisis:

Cuadro 19. Participación por ciudad proyectos con reprocesos en tiempo

CIUDAD	% Proyectos Con retraso en la ejecución
Bogotá	42,55%
Villavicencio	17,02%
Soacha	6,38%
San Andrés	4,26%
Mosquera	4,26%
Chía	4,26%
Tausa	2,13%
Girardot	2,13%
Fusagasugá	2,13%
Tenjo	2,13%
Sopó	2,13%
Cota	2,13%
Inírida	2,13%
El Retorno	2,13%
Madrid	2,13%
La Caro	2,13%

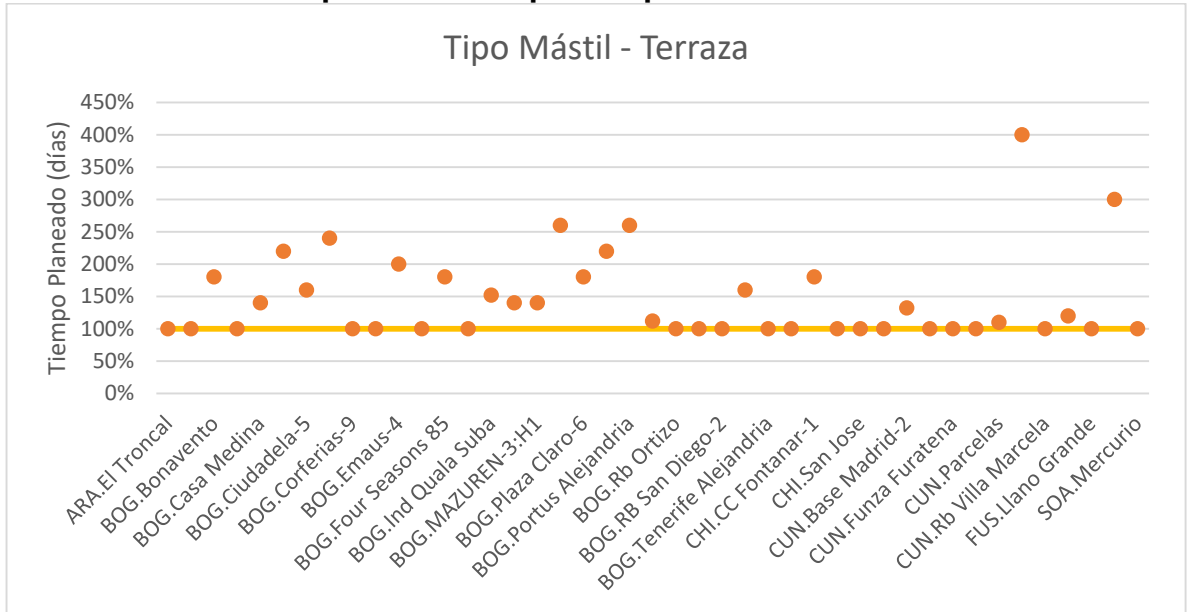
Fuente: Autor.

Con un 42,55% del total de los proyectos con reprocesos en tiempos, Bogotá encabeza la lista de ciudades que presentan mayor afectación, seguido de Villavicencio con 17,02%, Soacha con 6,38%, Mosquera y San Andrés Isla con 4,26%, cada uno. Bogotá, sin embargo, presenta un porcentaje mucho mayor y significativo, lo que la hace el foco principal de los proyectos con reprocesos en tiempo a analizar.

Finalizar las obras en los tiempos definidos en la etapa de planeación es un requerimiento prioritario desde la concepción de los proyectos de construcción en telecomunicaciones. Más, si se tiene en cuenta que este tipo de proyectos están ligados al desarrollo de proyectos siguientes y que postergar la entrega de las obras va a generar un retraso en el inicio de ellos. Por tanto, los proyectos no entregados en su fecha planeada son proyectos que, en términos generales, causan problemas en el despliegue total de la infraestructura.

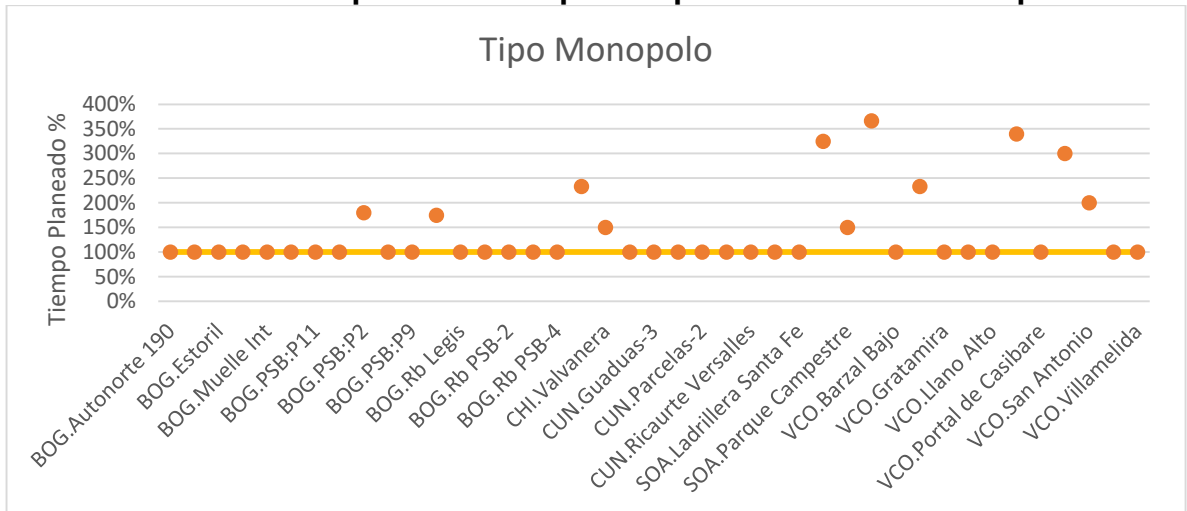
Con base en lo anterior, a continuación se grafican los proyectos con respecto a su meta de cumplimiento. Es importante aclarar que el objetivo planeado en días es asumido para este comparativo como el 100%, por tanto, todo proyecto entregado por encima del 100% es un proyecto con retrasos en su ejecución. Para la interpretación de la gráfica, la línea amarilla representa el tiempo planeado y los puntos naranja representan la posición de los proyectos en cuanto a tiempo final ejecutado.

Gráfica 18. Comparativo Tiempos - Tipo de Solución - Mástil Terraza



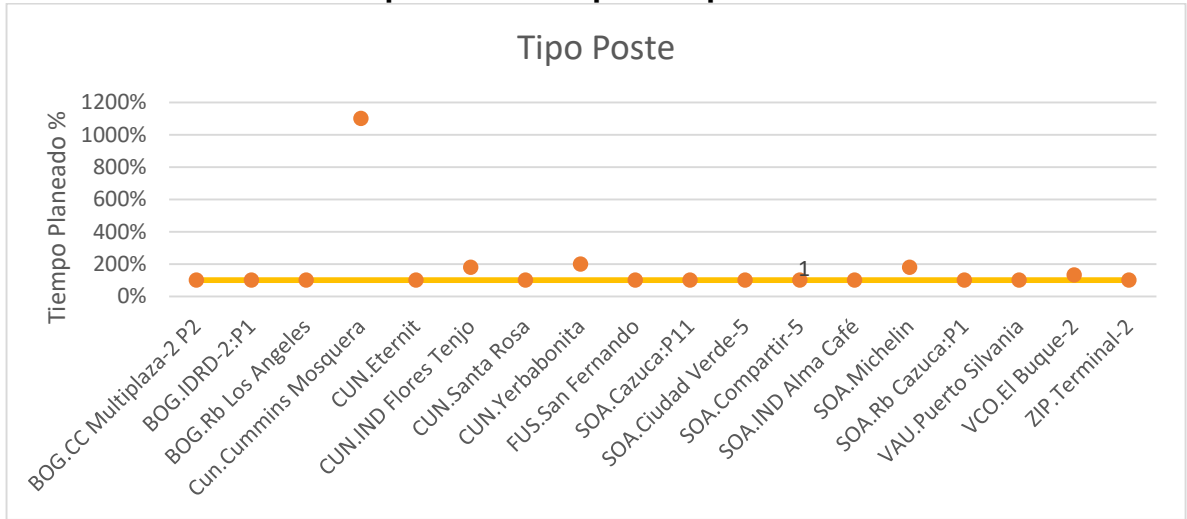
Fuente: Autor.

Gráfica 19. Comparativo Tiempos - Tipo de Solución - Monopolo



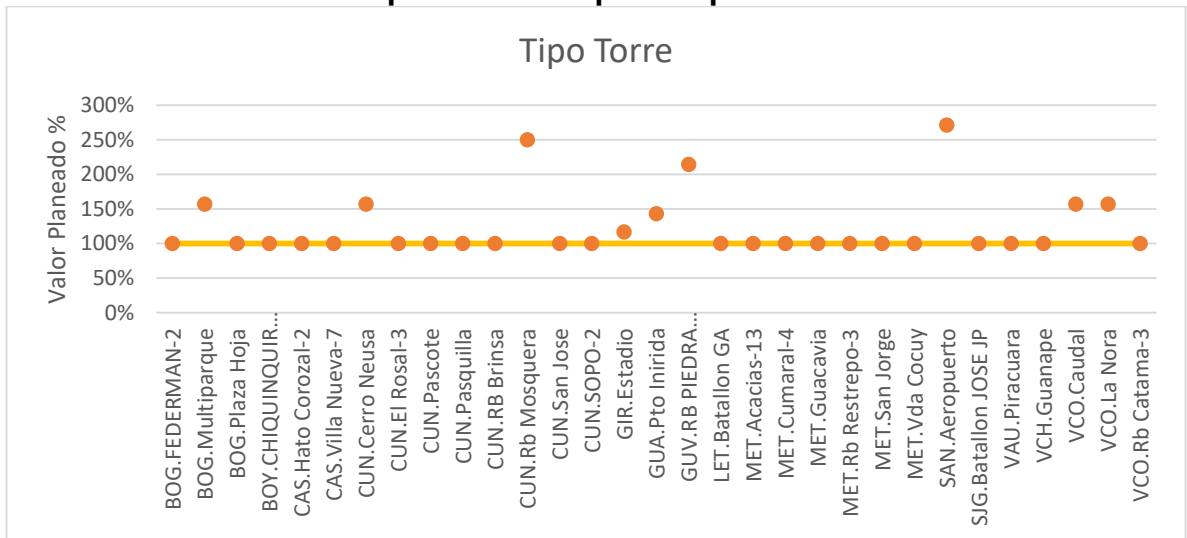
Fuente: Autor.

Gráfica 20. Comparativo Tiempos - Tipo de Solución - Poste



Fuente: Autor.

Gráfica 21. Comparativo Tiempos - Tipo de Solución - Torre

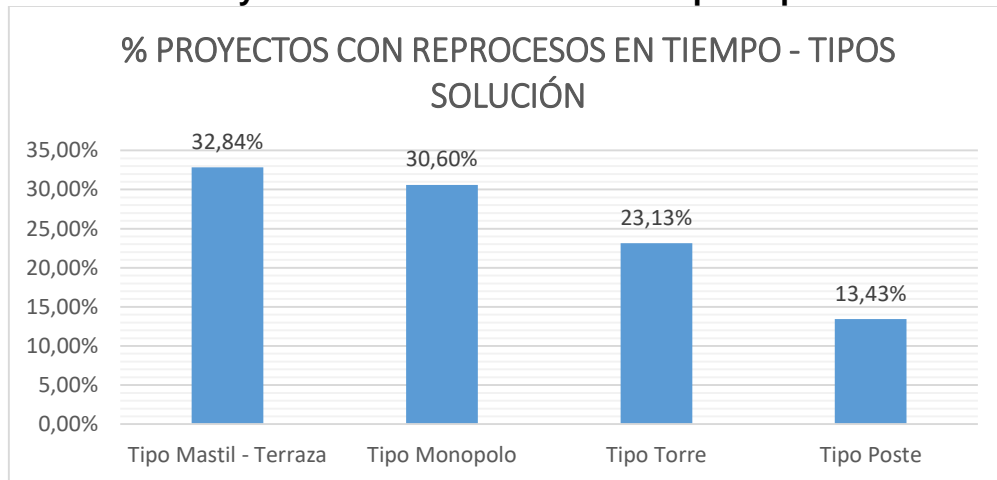


Fuente: Autor.

Tal como se ha venido analizando, se entiende que los aspectos constructivos propios de cada estructura hacen que, tanto los procesos logísticos como los espacios requeridos, entre otras variables, afecten la variable del tiempo al momento de desplegar la construcción de una estructura para telecomunicaciones. Dentro de este marco el tipo de solución a implementar juega un rol fundamental,

por lo tanto, a continuación se analiza el impacto de los tiempos en los tipos de soluciones:

Gráfica 22. Proyectos con afectación en tiempo - tipo de solución



Fuente: Autor.

Tal como se detalla en la gráfica 22 la solución tipo Mástil-terraza presenta el mayor porcentaje de los proyectos con afectación en tiempos, con 32,84%; seguido de la solución tipo monopolo, con 30,60%; la solución tipo torre, con 23,13%; y finaliza la lista la solución tipo poste, con 13,43%.

Cuadro 20. Proyectos con afectación en tiempo - tipo de solución

TIPO DE SOLUCIÓN	% PROYECTOS CON RETRASO EN LA EJECUCIÓN
Tipo Mástil - Terraza	32,84%
Tipo Monopolo	30,60%
Tipo Torre	23,13%
Tipo Poste	13,43%

Fuente: Autor.

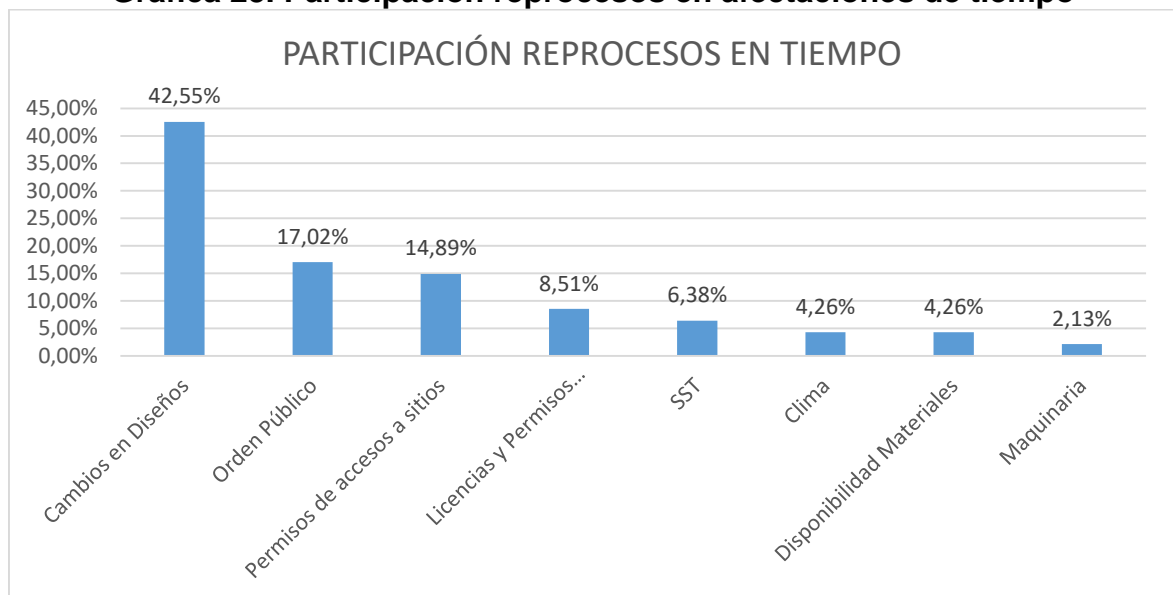
Una vez más Bogotá, como centro del despliegue de infraestructura, aporta la mayor proporción de proyectos de obras civiles para las telecomunicaciones, lo que le convierte en el foco principal y objetivo del análisis presente, que permite describir detalladamente y evaluar los hechos que, en efecto, generan los reprocesos objeto de estudio del presente trabajo de grado. Así mismo, el tipo de solución Mástil-Terraza se posiciona como la estructura de mayor afectación en términos de tiempo y también se hace objeto clave del análisis a desarrollar.

5.2.4 Análisis Comparativo De Los Reprocesos

Un aspecto característico de las obras civiles es la presencia de imprevistos, situaciones que no son fácilmente controladas y que afectan directamente a los proyectos en sus costos y tiempos. Las obras civiles para las telecomunicaciones se desarrollan en ambientes similares y cuentan con características que desencadenan en situaciones adversas parecidas, si se mira de manera global. Previamente se clasificaron los imprevistos que se presentaron en el desarrollo de los 134 proyectos objeto de estudio en este trabajo. El objetivo es analizarlos tratando de evidenciar alguna tendencia que apunte a una zona más susceptible a presentar dichos reprocesos.

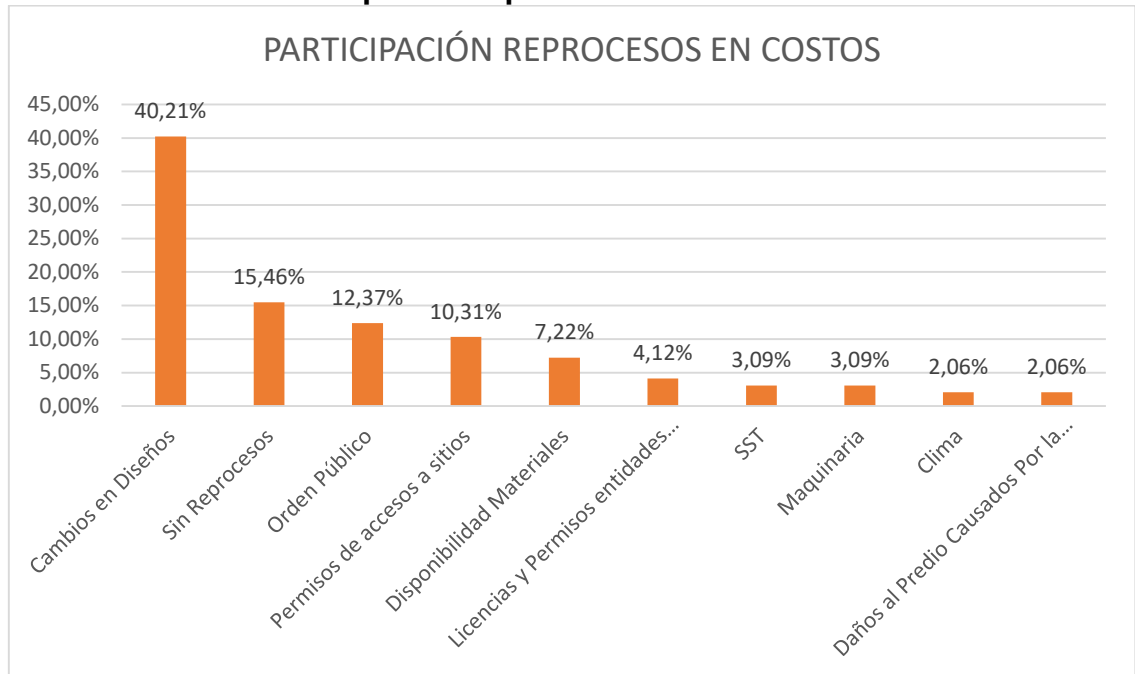
A continuación se describe la participación global de cada reproceso en la base de datos, de manera general:

Gráfica 23. Participación reprocesos en afectaciones de tiempo



Fuente: Autor.

Gráfica 24. Participación reprocesos en afectaciones de costos



Fuente: Autor.

La participación de los reprocesos en la afectación de los proyectos se presenta, de igual forma, tanto en afectaciones a los tiempos como a los costos. De acuerdo a lo representado en las gráficas 23 y 24, el reproceso relacionado con los cambios en los Diseños encabeza las afectaciones con 42,55%, en afectaciones a los tiempos; y con 40,21%, con afectaciones a los costos. Los reprocesos relacionados con temas de orden público representan el 17,02% de afectaciones a los tiempos y el 12,37% de afectaciones a los costos. El detalle de las afectaciones plasmadas en las gráficas 30 y 31 se relaciona a continuación:

Cuadro 20. Afectación reprocesos en tiempos y costos

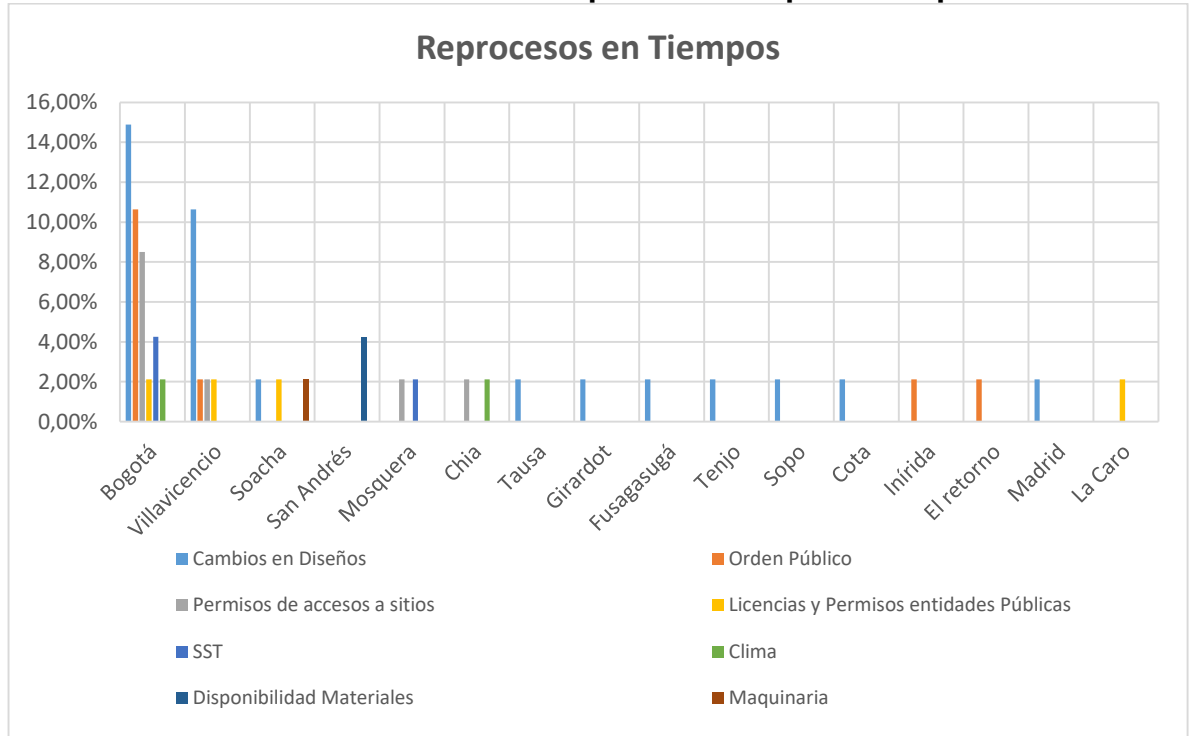
REPROCESO	AFECTACIÓN REPROCESOS EN TIEMPO	AFECTACIÓN REPROCESOS EN COSTOS
Cambios en Diseños	42,55%	40,21%
Orden Público	17,02%	12,37%
Permisos de accesos a sitios	14,89%	10,31%
Licencias y Permisos entidades Públicas	8,51%	4,12%
SST	6,38%	3,09%
Clima	4,26%	2,06%
Disponibilidad Materiales	4,26%	7,22%
Maquinaria	2,13%	3,09%
Daños al Predio Causados Por la Obra	0,00%	2,06%

Fuente: Autor.

Existen adversidades propias de las características de alguna zona en donde se desarrolla una construcción. Debería esperarse que proyectos que afectan directamente la zona urbana de una ciudad, generen inconformidades en la población o en las autoridades locales; pero en vista de la amplia variedad de reprocesos encontrados en la etapa de recolección de la información, es viable desarrollar el análisis del impacto de cada aspecto en relación con su lugar de ubicación.

Es así como a continuación se detalla el análisis desarrollado de los reprocesos en términos de su impacto a los tiempos de ejecución en cada ciudad de despliegue de las obras:

Gráfica 25. Afectación a los tiempos de los reprocesos por ciudad



Fuente: Autor.

La planeación de un proyecto que depende de una estructura existente, debe incluir la mayor cantidad de detalle de dicha estructura; la transferencia de las nuevas cargas, el proceso de logística y aspectos como la aprobación de los propietarios del predio, deben ser el eje para el diseño de todos los componentes que se requieren. Sin embargo, en los resultados obtenidos se evidencia claramente que los reprocesos relacionados con cambios en los diseños son predominantes en todas las ciudades analizadas. Bogotá, encabeza con la mayor proporción de afectación por tales reprocesos. A continuación el detalle de la información expuesta:

Cuadro 21. Afectación a los tiempos de los reprocesos por ciudad

REPROCESO	Cambios en Diseños	Orden Público	Permisos de accesos a sitios	Licencias y Permisos entidades Públicas	SST	Clima	Disponibilidad Materiales	Maquinaria	Total general
Bogotá	14,89%	10,64%	8,51%	2,13%	4,26%	2,13%	0,00%	0,00%	42,55%
Villavicencio	10,64%	2,13%	2,13%	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	17,02%
Soacha	2,13%	0,00%	0,00%	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%	6,38%
San Andrés	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,26%	0,00%	4,26%
Mosquera	0,00%	0,00%	2,13%	0,00%	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	4,26%
Chía	0,00%	0,00%	2,13%	0,00%	0,00%	2,13%	0,00%	0,00%	4,26%
Tausa	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%
Girardot	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%
Fusagasugá	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%
Tenjo	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%
Sopó	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%
Cota	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%
Inírida	0,00%	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%
El Retorno	0,00%	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%
Madrid	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%
La Caro	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,13%

Fuente: Autor.

Acorde al cuadro 21 y la gráfica 25 los cambios en diseños como reprocesos presentan una alta afectación y generan un impacto representativo para la ciudad de Bogotá, con 14,89% del total de los reprocesos; y con 10,64% del total de los reprocesos para Villavicencio. Por otro lado, los reprocesos relacionados con problemas de orden público afectan a Bogotá, en primer lugar, con 10,64% y, nuevamente, le sigue Villavicencio, con 2,13% de afectación.

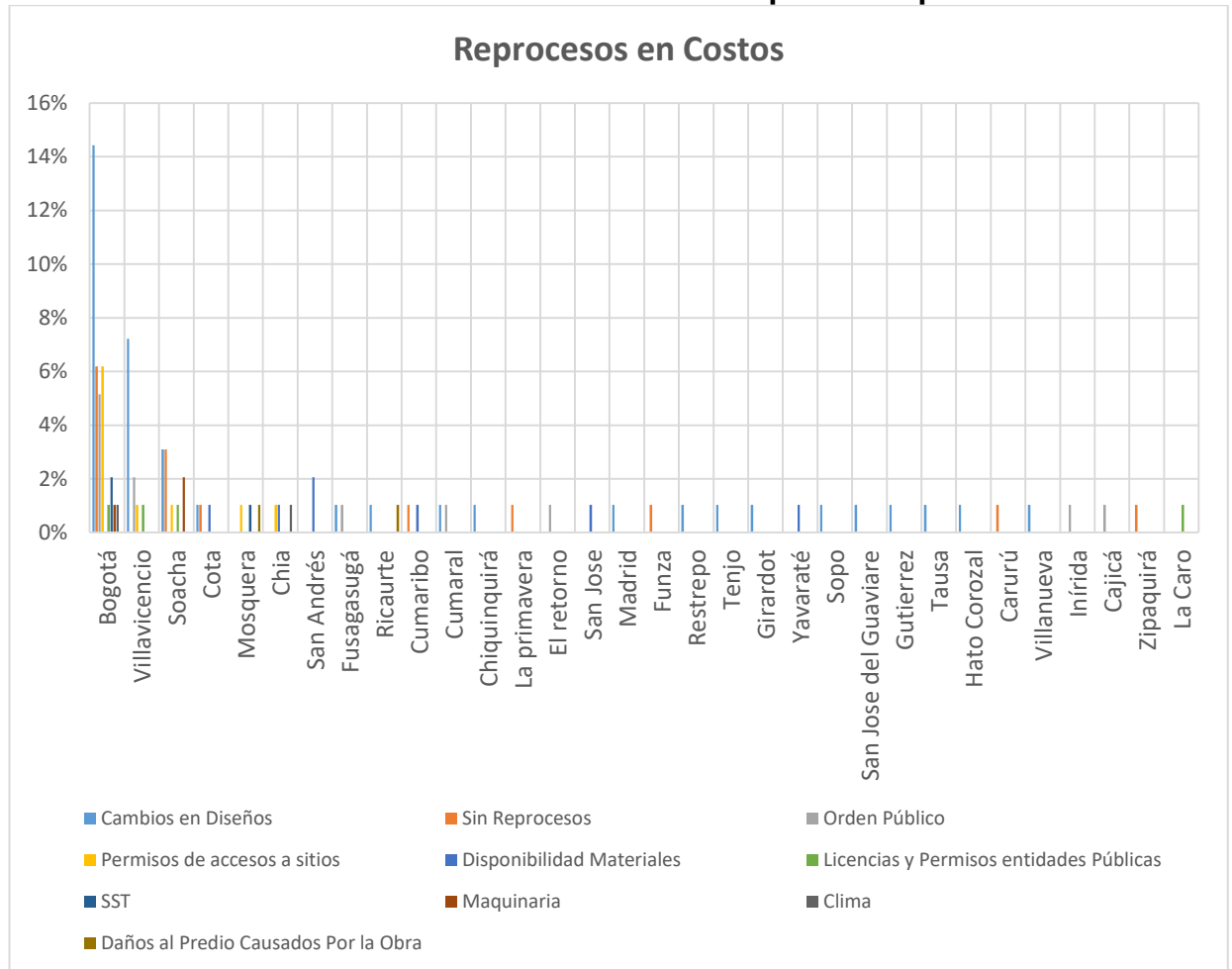
De manera general se puede evidenciar que Bogotá y Villavicencio son las dos ciudades más afectadas en términos de tiempos por los reprocesos relacionados con cambios de diseño y orden público; sin embargo, estos reprocesos extienden su impacto a otras ciudades, de manera que no es exclusivo de las dos primeras. Soacha, Tausa, Girardot, Fusagasugá, Tenjo y otras ciudades más, presentan proyectos con afectación a sus tiempos de ejecución a causa de cambios en los diseños y problemas de orden público tal como se describe en el cuadro 17.

Tanto los cambios en los diseños iniciales como los problemas relacionados con orden público, representan de manera implícita que se debe realizar un replanteo en las cantidades iniciales, en las rutas trazadas, en las dimensiones de elementos de la obra, mano de obra adicional o esfuerzos administrativos extra para buscar superar el impase; así pues, estas medidas representarán no sólo un esfuerzo

adicional al personal del proyecto, de la obra o sus áreas administrativas de apoyo, sino que generará una inversión adicional que busque subsanar el reproceso.

Es así como la variable “costo” se establece como una variable fundamental para el desarrollo del análisis. A continuación los resultados obtenidos del análisis de los reprocesos en los impactos de costos a los proyectos por cada ciudad:

Gráfica 26. Afectación a los costos de los reprocesos por ciudad



Fuente: Autor.

Tal como se ha obtenido en anteriores resultados, Bogotá concentra nuevamente la mayor proporción de afectaciones, en esta oportunidad, de las afectaciones en términos de costos por reprocesos. Del mismo modo como se pudo determinar en la afectación a los tiempos por reprocesos, Villavicencio es la segunda ciudad con mayor afectación en costos. A continuación el detalle de las afectaciones de los reprocesos de acuerdo con cada ciudad:

Cuadro 22. Afectación a los costos de los reprocesos por ciudad

REPROCESO	Cambios en Diseños	Sin Reprocesos	Orden Público	Permisos de accesos a sitios	Disponibilidad de Materiales	Licencias y Permisos entidades Públicas	SST	Maquinaria	Clima	Daños al Predio Causados Por la Obra	Total general
Bogotá	14%	6%	5%	6%	0%	1%	2%	1%	1%	0%	37%
Villavicencio	7%	0%	2%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	11%
Soacha	3%	3%	0%	1%	0%	1%	0%	2%	0%	0%	10%
Cota	1%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Mosquera	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	3%
Chía	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	3%
San Andrés	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
Fusagasugá	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
Ricaurte	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%
Cumaribo	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
Cumaral	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
Chiquinquirá	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
La primavera	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
El Retorno	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
San José	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Madrid	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Funza	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Restrepo	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Tenjo	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Girardot	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Yavaraté	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Sopó	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
San José del Guaviare	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Gutiérrez	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Tausa	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Hato Corozal	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Carurú	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Villanueva	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Inírida	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Cajicá	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Zipaquirá	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
La Caro	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%

Fuente: Autor.

Una vez analizada la información disponible en la base de datos, se demuestra que la mayor cantidad de reprocesos se encuentran concentrados en la ciudad de Bogotá, haciendo por ende que la mayor proporción de sobrecostos y retrasos de obra presentes en la base de datos direccionen los objetivos de análisis hacia la capital del país.

El comportamiento de los reprocesos presentan similitud en términos de afectación por ciudad, los impactos en costos y en tiempos lucen un comportamiento similar en donde se concentra la mayor parte, en las ciudades de Bogotá y Villavicencio; así mismo los reprocesos relacionados con los cambios de diseños y problemas de orden público encabezan los listados en los dos aspectos analizados. Esto es un comportamiento predecible, pues un proyecto que presente retrasos en su ejecución, de manera directa afectará la programación general y eso significa que los costos estarán comprometidos.

Los reprocesos como problemática actual y latente de las construcciones en obras para telecomunicaciones, representan altos riesgos que ponen en peligro la continuidad de los proyectos, y generan una afectación importante en los costos, tanto que para la totalidad de proyectos analizados en el presente trabajo, los reprocesos generan sobrecostos por un valor de cuatrocientos cuarenta y dos millones ochocientos diez mil cuatrocientos nueve pesos (\$442'810.409).

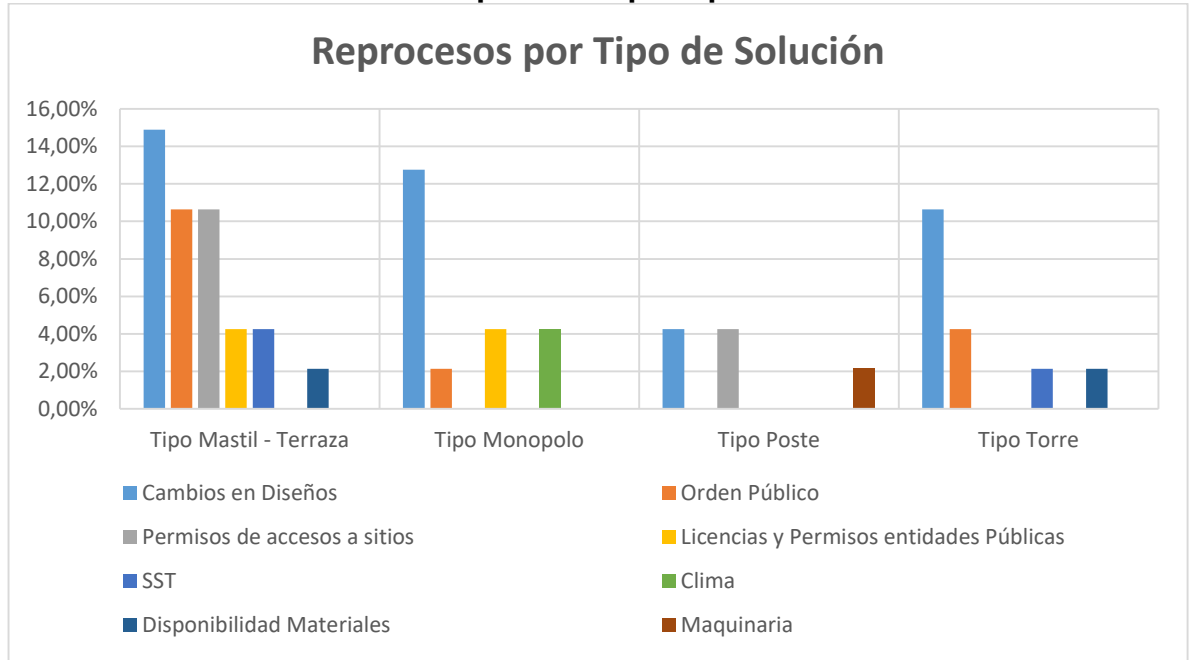
Cuadro 23. Inversiones planeadas y liquidadas en los 134 proyectos

INVERSIÓN PLANEADA	\$ 17.550.976.691
INVERSIÓN LIQUIDADADA	\$ 17.993.787.100
SOBRECOSTOS	\$ 442.810.409

Fuente: Autor.

Pero es claro que las diferentes alternativas de estructuras a construir conllevan consigo características que las hacen más o menos vulnerables a algunos reprocesos; por ello, es importante que el análisis se lleve hasta ese punto, y permitir evidenciar el impacto de los reprocesos clasificados por tipo de solución:

Gráfica 27. Reprocesos por tipo de solución



Fuente: Autor.

La existencia de reprocesos que afectan más significativamente a un tipo de solución que a otro, es un indicio claro de un aspecto en común que genera tal comportamiento. Es así como los reprocesos relacionados con los cambios en los diseños, problemas de orden público y temas de licencias y permisos de entidades públicas son reprocesos dominantes en los resultados de la información analizada. Marca claramente la dominancia de estos imprevistos en los sitios de Bogotá, específicamente en los sitios con estructuras con soluciones tipo mástil - terraza.

Cuadro 24. Reprocesos por tipo de solución

REPROCESO	Tipo Mástil - Terraza	Tipo Monopolo	Tipo Poste	Tipo Torre	Total general
Cambios en Diseños	14,89%	12,77%	4,26%	10,64%	42,55%
Orden Público	10,64%	2,13%	0,00%	4,26%	17,02%
Permisos de accesos a sitios	10,64%	0,00%	4,26%	0,00%	14,89%
Licencias y Permisos entidades Públicas	4,26%	4,26%	0,00%	0,00%	8,51%
SST	4,26%	0,00%	0,00%	2,13%	6,38%
Clima	0,00%	4,26%	0,00%	0,00%	4,26%
Disponibilidad Materiales	2,13%	0,00%	0,00%	2,13%	4,26%
Maquinaria	0,00%	0,00%	2,13%	0,00%	2,13%
Total general	46,81%	23,40%	10,64%	19,15%	100,00%

Fuente: Autor.

5.2.5 Definición: Tipo De Solución Más Propensa A Reprocesos

De acuerdo con todos los análisis realizados, se encuentra una variedad de resultados que otorgan una visión más específica de lo que ocurre en el desarrollo de los proyectos de construcción en telecomunicaciones. Aspectos de costos, de tiempos y de ubicaciones determinan las tendencias de los resultados. No obstante, uno de los aspectos que más suele generar interés es el tipo de solución a instalar.

Como se describió anteriormente, en términos de construcción de su infraestructura, las empresas de telecomunicaciones se enfrentan a la decisión de inclinarse por una u otra alternativa para construir. El argumento pasa por simple experiencia o por intuición del ingeniero responsable. Lastimosamente, la decisión se toma sin bases investigativas ni analizadas a detalle, de acuerdo con los desempeños anteriores, tal como se describe en el estado del arte del presente trabajo.

Definir cuál es el tipo de solución más propensa a reprocesos implica analizar todos los contextos que se desenvuelven en la vida de los proyectos. Para el efecto del presente trabajo de grado, las variables que se impactan son los sobrecostos, los retrasos en las ejecuciones, la participación de los reprocesos en los tipos de soluciones y la concentración de las soluciones en las ciudades, todas las cuales aumentan la probabilidad de presentar dichos reprocesos.

Gracias al análisis desarrollado se puede sustraer la información necesaria que permita determinar la solución más propensa a reprocesos. Con el fin de dar una puntuación a cada tipo de solución y poder clasificarlas para obtener el dato que se busca, se realizará una puntuación entre 1 y 4; siendo 1 el tipo de solución menos afectada y 4 el tipo de solución más afectada. Dicha puntuación se realizará en cada uno de los aspectos analizados.

Inicialmente se clasificará el tipo de solución más propensa a presentar sobrecostos. En este punto el apoyo principal es el cuadro 17 del presente trabajo de los impactos de los sobrecostos por cada tipo de solución. Dicho cuadro relaciona las soluciones tipo mástil-terraza con una participación del 35,05% (4 puntos), seguido de la solución tipo torre con 26,8% (3 puntos), Monopolos con 22,68% (2 puntos) y postes con 15,46% (1 punto).

Los retrasos en las obras, aspecto fundamental y de suma importancia en estos proyectos, se analizaron en el cuadro 20 del presente trabajo, que relaciona los reprocesos en tiempos por cada tipo de solución. Aquí los resultados: La solución tipo mástil-terraza con un porcentaje de participación del 32,84% (4 Puntos), la solución tipo monopolo con 30,6% (3 Puntos), la tipo torre con 23,13% (2 Puntos) y la tipo poste con 13,43% (1 Punto).

La afectación de los reprocesos determina los tipos de soluciones que más inconvenientes pueden estar generando, es por eso que se incluye en los aspectos

para evaluar cada solución y de acuerdo a su análisis previo se encontró en el cuadro 24, que el tipo de solución con mayor proporción de afectación es la solución tipo mástil-terraza con 46,81% (4 Puntos) del total de los proyectos, seguido de la solución tipo monopolio con 23,4%, (3 Puntos), luego la solución tipo torre con 19,15% (2 Puntos) y, finalmente, la solución tipo poste con 19,15% (1 Punto).

Finalmente, la concentración de proyectos en ciudades es un aspecto que influye de manera significativa, pues aumenta la probabilidad de que ocurran imprevistos que conlleven a un reproceso. Es claro, en el desarrollo de los análisis se encontró que Bogotá concentra una gran proporción de proyectos y, de la misma forma, es la ciudad que aporta la mayor cantidad de reprocesos a todo el despliegue estudiado en este trabajo; por tanto, el hecho de que una solución tenga concentración en dichas ciudades aumenta su probabilidad de ser susceptible a reprocesos.

De lo anterior se encontró, de acuerdo con el cuadro 15, de los tipos de solución por ciudades, que la solución tipo mástil-terraza presenta una concentración, del total de los proyectos, del 20,1% en la ciudad de Bogotá (4 Puntos); enseguida aparece la solución tipo monopolio en Villavicencio con 13,4% (3 Puntos), luego la solución tipo poste con 4,5% en la ciudad de Soacha (2 Puntos) y, finalmente, la solución tipo torre con 3% en Villavicencio y 3% en Bogotá (1 Punto).

Una vez asignada la puntuación, de acuerdo con los resultados en los análisis, se obtiene:

Cuadro 25. Tipo de solución más propensa a reprocesos

TIPO DE SOLUCIÓN	COSTOS	TIEMPOS	REPROCESOS	CONCENTRACIÓN POR CIUDAD	PUNTUACIÓN TOTAL
Tipo Mástil-Terraza	4	4	4	4	16
Tipo Monopolio	2	3	3	3	11
Tipo Poste	1	1	2	2	6
Tipo Torre	3	2	1	1	7

Fuente: Autor.

Con el resultado anterior se comprueba que, en relación con los aspectos que comprende el presente trabajo de grado, y basados en el análisis desarrollado, el tipo de solución más propensa a presentar reprocesos es la solución tipo “Mástil-Terraza”.

El resultado obtenido en la clasificación, es un reflejo claro de la problemática a la que se enfrentan los proyectos en el desarrollo de las construcciones. Tal como se pudo evidenciar en la etapa de construcción de la base de datos, existen variables que dependen de terceros como en el caso de las construcciones en predios relacionados con la propiedad horizontal, conjuntos de apartamentos, centros

comerciales, fábricas, empresas de manufactura y, en general, predios que cuentan con administración o interesados que son ajenos a la empresa que despliega la solución.

La etapa de negociación de los sitios, previa a la construcción, se desenvuelve en un ambiente jurídico y de negocios, que no incluye los aspectos técnicos necesarios para evitar desacuerdos con las personas del sitio donde se construirá. Es por esto que una vez iniciada la etapa constructiva, los constructores se encuentran con desacuerdos por parte de los administradores o propietarios en temas de diseños, rutas definidas para el cableado o, en algunos casos como las fábricas o grandes corporaciones, una burocracia compleja que no es ágil al momento de otorgar permisos de ingreso y/o trabajo.

Las soluciones como las torres, los postes o los monopolos, requieren de un espacio en piso, libre de otras estructuras y que sea de uso exclusivo en la etapa constructiva. Esto hace que el desarrollo de la construcción se torne más independiente y minimiza el riesgo de los reprocesos que, de acuerdo con los resultados de este trabajo de investigación, hacen que las soluciones Mástil-Terraza sean las de más problemáticas y, por lo mismo, las más propensas a presentar esos reprocesos.

5.3 UTILIDAD FINANCIERA

Las empresas de telecomunicaciones desarrollan de manera constante un despliegue de infraestructura civil buscando ampliar sus coberturas de servicio; claramente el despliegue de la infraestructura es un proceso arduo y de importante trabajo, pues se busca optimizar los recursos y garantizar el alcance de los objetivos planteados. Un operador de telecomunicaciones obtiene grandes beneficios al decidir ejecutar el despliegue de infraestructura propia. Esto en el largo plazo es una decisión que otorga beneficios económicos y operacionales, que, además, le agrega valor a la compañía. Sin embargo, es una carga operacional que se debe asumir.

Además de los operadores de telecomunicaciones existen diversos actores que participan dentro de las construcciones de obras civiles para telecomunicaciones, donde claramente las empresas constructoras son un actor importante, pues son ellas las que finalmente ejecutan las obras. Pero hay un actor más en el sector, el grupo de empresas comercializadoras de infraestructura. Dichas empresas tienen como negocio el alquiler de estructuras para que los operadores de telecomunicaciones instalen sus equipos celulares y, de esta manera, el operador no destina esfuerzos a construcciones de infraestructura sino que trasfiere dicha responsabilidad a un tercero. Es una figura de arrendamiento según la cual el operador de telecomunicaciones actúa como arrendatario y las empresas que construyen la infraestructura actúan como arrendadores.

El modelo de negocio descrito, es un modelo que actualmente se desarrolla en Colombia, que otorga grandes ventajas a los operadores de telecomunicaciones y brinda beneficios para las empresas que ofrecen la infraestructura a los operadores.

El presente trabajo de grado se desarrolla con base en información recolectada del plan de expansión de Claro Colombia; sin embargo la información sirve como un referente de análisis, pues, sus resultados pueden ser homologados y utilizados en cualquier compañía que se interese en la construcción de infraestructura para telecomunicaciones. Por lo anterior, se procederá a evaluar financieramente los proyectos disponibles en la base de datos, en un supuesto de poder comercializar dichas estructuras al mercado de arrendamiento de infraestructura.

Para el desarrollo de la evaluación se tomarán en cuenta algunos aspectos importantes que permitirán el desarrollo del mismo:

- El costo del arrendamiento es un promedio del costo del mercado y es diferencial para las zonas urbanas y rurales, pues por la densidad poblacional una estación base de telecomunicaciones es utilizada por una menor cantidad de usuarios en zonas rurales.

Cuadro 26. Valor Canon Arrendamiento por Antena

ZONA	Canon Mensual Arrendamiento por Antena Instalada
URBANA	\$ 653.000
RURAL	\$ 450.000

Fuente: Claro Colombia

- El valor total del arrendamiento de la estructura depende de la capacidad de carga de la misma y del espacio ocupado por el operador arrendatario; el espacio ocupado en la estructura depende de la cantidad de antenas de radiofrecuencia que se instalen (Antenas Rf). En el Cuadro 2 de las características de las estructuras del presente trabajo, se especifica la capacidad de carga de cada tipo de estructura, este aspecto será aplicado para calcular el costo de arrendamiento de la estructura.

Cuadro 27. Capacidades de carga para Utilidad financiera

Tipo Estructura	Capacidad de Carga
Poste Concreto	3
Poste Metálico	3
Poste Metálico PSB	3
Monopolo	5
Monopolo Ecológico	5
Celda Portátil	9
Torre Convencional	15
Terraza Mástiles	2
Terraza Torrecilla	3
Valla	2

Fuente: Autor. Tomado del cuadro 2 del presente trabajo.

- Para términos del presente análisis, se trabajará sobre el supuesto de que la negociación del arrendamiento se logre para todos los proyectos con el 100% de capacidad de las estructuras.
- Para el cálculo del mes en que inicia el arrendamiento, se supondrá que será el mes inmediatamente siguiente a la finalización de la obra.
- Los contratos de arrendamiento se negocian de manera particular en cada sitio. Sin embargo, el tiempo de arrendamiento siempre se plantea en un término de mínimo 10 años; este aspecto puede cambiar de acuerdo con la negociación, pero por ser el término más aceptado, para el análisis del presente trabajo se asumirá el supuesto de que todos los contratos se realizarán por 10 años.
- Aunque cada proyecto particular tendrá un contrato de arrendamiento de 10 años, es importante tener en cuenta que, de acuerdo con la distribución de la construcción de los proyectos durante el segundo semestre de 2019, el inicio de los primeros contratos tendrá una diferencia de cerca de 6 meses con los últimos proyectos desplegados. Por lo anterior, el cálculo de la utilidad financiera anual será extendida a 11 años.
- La elaboración del flujo de caja, se realizará en la herramienta Microsoft Excel, en donde se tomarán los datos de la base construida para el presente trabajo de investigación. La información para la elaboración del flujo es:

Cuadro 28. Datos para elaboración del flujo de caja

Nº	DATO	DESCRIPCIÓN
1	Tipo Ubicación	Información tomada de la base de datos, hace referencia a la ubicación de la estructura en zona rural o Urbana
2	Estructura	Información tomada de la base de datos, que hace referencia al tipo de estructura construido. Esto es necesario porque se necesita identificar la capacidad de carga para el cálculo del arrendamiento
3	Cap. Antenas	Cantidad máxima de antenas que soporta la estructura. Este dato es tomado del Cuadro 2 del presente documento y es clave para calcular el valor del arrendamiento
4	CANON ARRENDAMIENTO	Este dato fue suministrado por los interventores que aportaron la información para la base de datos. Hace referencia al valor comercial promedio de arrendar el espacio para una sola antena celular en una estructura construida de telecomunicaciones
5	NOMBRE	Dato tomado de la base de datos
6	MES ORIGEN	Es el mes en que se inicia la construcción de la estructura
7	Fecha Inicio Obra	Fecha exacta de inicio de la obra
8	Fin de Obra	Fecha exacta del fin de la obra. Este dato varía para el escenario de planeación y el escenario real, pues el de planeación se calcula de acuerdo con el tiempo total planeado para la obra, por el contrario, para el escenario real es la fecha real de finalización de la obra
9	Mes de Arriendo	Supuesto para el presente trabajo de investigación como el mes inmediatamente siguiente a la finalización de la obra
10	DURACIÓN	Duración en días de la obra
11	Costo	Este dato varia en los escenarios planeado, real y propuesto. En el escenario planeado corresponde al costo total en la etapa de planeación, en el escenario real corresponde al costo final de la obra y en el escenario propuesto corresponderá al costo final para los proyectos que no se reemplazan y costo planeado en las soluciones que se propone entran a reemplazar las determinadas
12	DURACIÓN BRUTA EN MESES	Hace referencia a los meses que abarca la obra. Por ejemplo, un proyecto de 35 días abarca 2 meses.

Fuente: Autor.

Con la información relacionada en el cuadro 28 se procede a desarrollar el flujo de caja; con el fin de detallar y aclarar el procedimiento se sustrae un segmento del documento Excel como ejemplo:

Figura 21. Elaboración flujo de caja

DURACIÓN	Costo	DURACIÓN BRUTA EN MESES	EGRESO		INGRESOS		
			jul-19	ago 19	sep-19	oct-19	nov-19
25	\$ 42.720.000,00	1	\$ 42.720.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000
25	\$ 43.320.000,00	1	\$ 43.320.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000
25	\$ 34.800.000,00	1		\$ 34.800.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000
30	\$ 72.000.000,00	1		\$ 72.000.000	\$ 1.959.000	\$ 1.959.000	\$ 1.959.000
25	\$ 41.526.745,20	2		\$ 41.526.745	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000
25	\$ 41.910.919,20	2		\$ 41.910.919	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000
25	\$ 42.296.774,40	1		\$ 42.296.774	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000
30	\$ 132.600.780,00	2			\$ 132.600.780		\$ 1.350.000
25	\$ 44.711.880,00	1			\$ 44.711.880	\$ 1.306.000	\$ 1.306.000

PERIODO SIN EGRESO NI INGRESO, NO HA INICIADO EL PROYECTO
PERIODO SIN EGRESO NI INGRESO, NO SE HA FINALIZADO LA OBRA

Fuente: Autor.

Tal como se describe en la figura 21, los datos ingresados en color rojo corresponden al costo del proyecto, que para términos del flujo de caja son los egresos; los datos ingresados en color negro representan los arrendamientos que se reciben por cada estructura, y para efectos del flujo de caja corresponde a los ingresos; y, finalmente, los espacios sin contenido y de fondo azul hacen referencia a un periodo en el que no se presentó movimiento de dinero, porque aún no ha iniciado el proyecto o porque, por la duración de la obra o retraso en la ejecución, no se han finalizado los trabajos y por tanto tampoco se ha arrendado la estructura.

- En cada nuevo año se realiza un incremento al valor del arriendo. En Colombia, es determinado por el aumento en el Índice de Precios al Consumidor (IPC). Para el presente trabajo se tomará como dato el promedio de los últimos 5 años y dicho promedio se aplicará a partir del mes de enero de cada nuevo año.

Cuadro 29. IPC Promedio últimos 5 años

Años	IPC
2015	6,77%
2016	5,75%
2017	4,09%
2018	3,18%
2019	3,80%
Promedio	4,72%

Fuente: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-historico#base-2018>

Tal como se planteó en el objetivo específico, el presente análisis se realizará enfocado en la tasa interna de retorno TIR. Como lo describen Carrasco Castillo y Domínguez Martínez: “TIR es la abreviatura utilizada habitualmente para denominar la tasa interna de rentabilidad o de retorno de un proyecto de inversión. Este concepto tiene una utilidad particular cuando queremos conocer la rentabilidad que nos genera un proyecto de inversión que requiere una serie de desembolsos a lo largo del tiempo y que, también en distintos momentos, permite obtener una serie de ingresos”²⁵. (Carrasco Castillo & Domínguez Martínez, 2011)

El valor actual neto o VAN, es el valor actualizado neto y es fundamental para el cálculo de la TIR. Para proceder a calcular la TIR es necesario generar una VAN igual a 0 (Carrasco Castillo & Domínguez Martínez, 2011):

Figura 22. Cálculo de la TIR

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Fuente: <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>

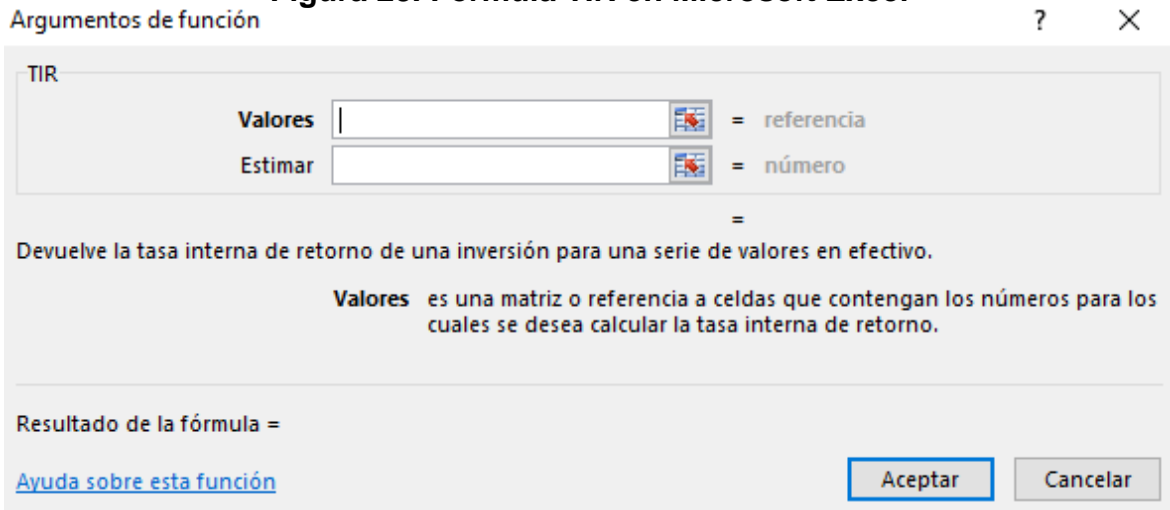
Una vez reemplazados los datos en la ecuación de la figura 48 es necesario resolverla para hallar, finalmente, el valor de la TIR.

Dado lo anterior, se aclara el proceso que se debe llevar a cabo para desarrollar el cálculo de la tasa interna de retorno TIR para los proyectos. Sin embargo, para fines del desarrollo del presente trabajo de grado y alineados con los avances tecnológicos y el momento de digitalización de la sociedad, el cálculo de la TIR se desarrollará por medio de la herramienta Microsoft Excel, la cual permite desarrollar estos cálculos gracias a las fórmulas incluidas en sus celdas calculadas.

En Microsoft Excel se ingresará la fórmula de acuerdo con sus instrucciones, que se plasman a continuación:

²⁵ Carrasco Castillo, G., & Domínguez Martínez, J. (2011). ¿Qué es la TIR de un proyecto de inversión? Metodología económica aplicada.

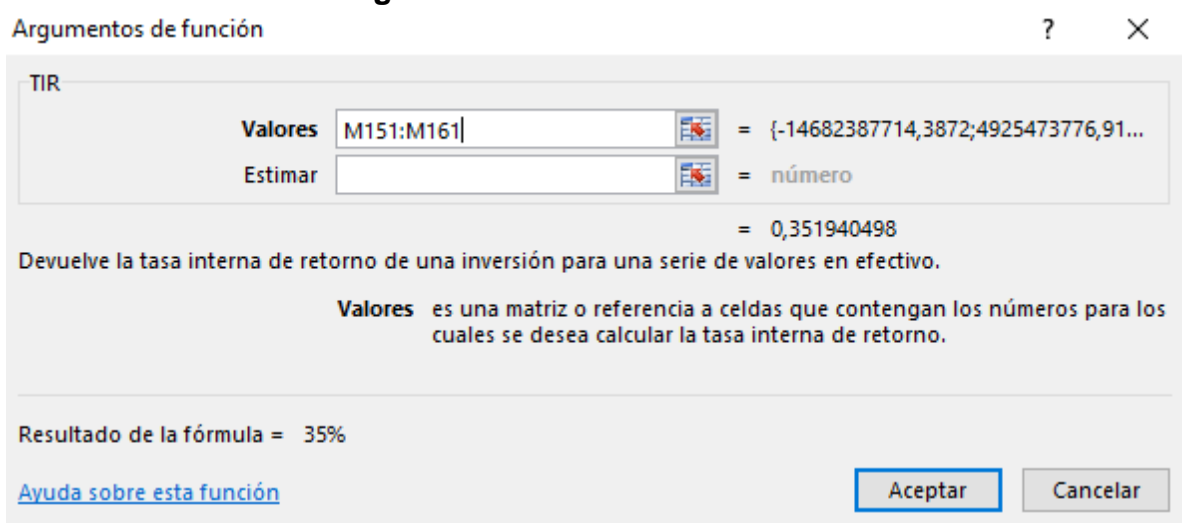
Figura 23. Fórmula TIR en Microsoft Excel



Fuente: Microsoft Excel

En la Figura 23 encontramos qué información se debe ingresar para calcular la TIR en Microsoft Excel. En primer lugar, los *valores* que, específicamente, corresponderán a los valores del flujo de caja calculados del proyecto. Luego se encontrará el campo *estimar* que, para efectos de este trabajo, no se diligenciará, de tal manera que los campos diligenciados en Excel serán:

Figura 24. TIR en Microsoft Excel



Fuente: Microsoft Excel

Posteriormente se debe hacer clic en el botón “Aceptar” y se obtendrá el valor de la TIR para los valores ingresados.

Utilizar las herramientas disponibles permite optimizar el tiempo destinado a los cálculos del presente trabajo de grado, y ayuda a minimizar los riesgos de fallas humanas. Con lo anterior se define el método de cálculo de la TIR para los análisis que se harán a continuación.

5.3.1 Utilidad Financiera De La Planeación

Los proyectos construidos en la base de datos que corresponde al presente trabajo de grado, fueron planeados antes de ser entregados a los contratistas de obras civiles. Dentro de los aspectos planeados se encuentra el presupuesto estimado para la ejecución de la obra. Dicho presupuesto no fue cumplido a cabalidad en gran parte de los proyectos, incurriendo en sobrecostos, tal como se ha descrito. Sin embargo, para términos del presente trabajo se realizará una evaluación sobre la utilidad financiera de acuerdo con el escenario planteado de arrendamientos de infraestructura.

Para esta evaluación se tomarán los datos de planeación, los tiempos planeados y los costos planeados, omitiendo las afectaciones ya conocidas y descritas. El escenario planteado, es el escenario ideal de 134 proyectos de construcción de telecomunicaciones sin retrasos ni sobrecostos.

A continuación el flujo de caja obtenido:

Cuadro 30. Flujo de caja de lo planeado

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO
1	\$ 2.868.588.977	\$ 17.550.976.691	-\$ 14.682.387.714
2	\$ 4.925.473.777		\$ 4.925.473.777
3	\$ 5.157.857.630		\$ 5.157.857.630
4	\$ 5.401.205.353		\$ 5.401.205.353
5	\$ 5.656.034.221		\$ 5.656.034.221
6	\$ 5.922.885.916		\$ 5.922.885.916
7	\$ 6.202.327.673		\$ 6.202.327.673
8	\$ 6.494.953.493		\$ 6.494.953.493
9	\$ 6.801.385.399		\$ 6.801.385.399
10	\$ 7.122.274.762		\$ 7.122.274.762
11	\$ 2.909.662.117		\$ 2.909.662.117
TOTAL	\$ 59.462.649.317	\$ 17.550.976.691	\$ 41.911.672.625

Fuente: Autor. Base de datos - EVALUACIÓN FINANCIERA DE LO PLANEADO

El resultado obtenido corresponde al valor de la TIR anual de lo planeado:

TIR ANUAL PLANEADO: 35,4%

5.3.2 Utilidad Financiera De Lo Ejecutado

Es claro que las cifras planeadas en gran parte de los proyectos no lograron ser cumplidas y, por tanto, se obtuvieron resultados de sobrecostos y reprocesos en términos de tiempos. Por tanto, el escenario ideal analizado en el punto anterior no corresponde a la realidad, que aunque era lo esperado, por diversos factores se vio afectado.

Con el fin de obtener los resultados de la utilidad financiera, a continuación se realizará el mismo análisis enfocado a la TIR, pero en esta ocasión con los resultados reales obtenidos de la ejecución de los proyectos. Todas las afectaciones que generaron retrasos y sobrecostos a los proyectos serán tenidas en cuenta.

A continuación el flujo de caja:

Cuadro 31. Flujo de caja de lo ejecutado

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO
1	\$ 2.868.588.977	\$ 17.993.787.100	-\$ 15.125.198.123
2	\$ 4.925.473.777	\$ -	\$ 4.925.473.777
3	\$ 5.157.857.630	\$ -	\$ 5.157.857.630
4	\$ 5.401.205.353	\$ -	\$ 5.401.205.353
5	\$ 5.656.034.221	\$ -	\$ 5.656.034.221
6	\$ 5.922.885.916	\$ -	\$ 5.922.885.916
7	\$ 6.202.327.673	\$ -	\$ 6.202.327.673
8	\$ 6.494.953.493	\$ -	\$ 6.494.953.493
9	\$ 6.801.385.399	\$ -	\$ 6.801.385.399
10	\$ 7.122.274.762	\$ -	\$ 7.122.274.762
11	\$ 2.909.662.117	\$ -	\$ 2.909.662.117
TOTAL	\$ 59.462.649.317	\$ 17.993.787.100	\$ 41.468.862.217

Fuente: Autor. Base de datos - EVALUACIÓN FINANCIERA DEL RESULTADO DE LA EJECUCIÓN

A los datos en la tabla anterior se aplica el cálculo de la TIR obteniendo el siguiente resultado:

TIR ANUAL EJECUTADO: 34,1%

5.3.3 Utilidad Financiera Del Escenario Propuesto

Dadas las condiciones de las construcciones analizadas, es claro que, aunque se presenta una tasa interna de retorno muy cercana entre lo planeado y lo ejecutado (35,2% Vs 34,1% respectivamente), la problemática es latente y las molestias sobre todos los interesados en los proyectos es un aspecto fundamental y que pone en riesgo la aceptación o no de una infraestructura.

En aras de plantear alternativas a lo desarrollado actualmente, se evaluará una alternativa que permita mitigar el impacto de los proyectos problemáticos identificados en los análisis previos.

De acuerdo con el análisis desarrollado en el cuadro 20 de los reprocesos por tipo de solución, se concluyó que el tipo de solución tipo Mástil-Terraza es el que tiene mayor porcentaje de afectación por reprocesos; lo anterior es un dato clave para contemplar la propuesta, pues determinaremos que el tipo de solución problema es el tipo Mástil-Terraza.

El análisis del impacto de los reprocesos en términos de costos y de tiempos arrojó resultados que determinan que la ciudad de Bogotá es el foco de la mayor proporción de proyectos que concentran los reprocesos. De acuerdo con el cuadro 10 y el cuadro 14, Bogotá se posiciona como la ciudad con mayor cantidad de proyectos afectados en sus costos y sus tiempos, respectivamente.

Por lo anterior, el planteamiento conlleva a que el plan de acción se desarrolle específicamente sobre los proyectos tipo Mástil-Terraza ubicados en la ciudad de Bogotá.

Buscando mitigar los impactos que generan los proyectos con solución tipo Mástil-Terraza, se propone reemplazar dicho tipo de solución por una menos propensa a presentar reprocesos. Esto puede ser posible si desde la etapa de búsqueda de sitios se priorizan los adecuados para la instalación de otro tipo de solución.

El cuadro 25 del presente trabajo permitió determinar el tipo de solución más propensa a presentar reprocesos, con base en una calificación que contempla aspectos de costos, tiempos, reprocesos y ciudad de ubicación. Esta tabla permitiría determinar de la misma forma el tipo de solución menos propensa a presentar reprocesos, por tanto, y de acuerdo con el cuadro en mención, la solución tipo Torre sería la alternativa menos propensa a reprocesos. Sin embargo, las soluciones tipo torre tienen una variable que hace que su despliegue sea más complejo y es que, por ser estructuras tan robustas, requieren de una mayor disponibilidad de área, lo cual se hace complejo al momento de la búsqueda de sitios en la ciudad de Bogotá.

Por lo anterior y basado en recomendaciones del sector, la alternativa viable para reemplazar la solución Mástil-Terraza es la solución tipo Poste, que en el cuadro 25

estaría por encima de la solución tipo torre.

En resumen, la propuesta se basa en reemplazar los proyectos con soluciones tipo Mástil-Terraza que generaron problemática en términos de tiempo y costos y con ubicación en la ciudad de Bogotá. Dichos proyectos se reemplazarían por soluciones tipo Poste.

A continuación los resultados del flujo de caja:

Cuadro 32. Flujo de caja propuesta

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO
1	\$ 3.058.798.553	\$ 17.183.814.245	-\$ 14.125.015.691
2	\$ 5.158.042.370		\$ 5.158.042.370
3	\$ 5.401.398.809		\$ 5.401.398.809
4	\$ 5.656.236.805		\$ 5.656.236.805
5	\$ 5.923.098.057		\$ 5.923.098.057
6	\$ 6.202.549.824		\$ 6.202.549.824
7	\$ 6.495.186.124		\$ 6.495.186.124
8	\$ 6.801.629.006		\$ 6.801.629.006
9	\$ 7.122.529.862		\$ 7.122.529.862
10	\$ 7.458.570.821		\$ 7.458.570.821
11	\$ 2.960.214.601		\$ 2.960.214.601
TOTAL	\$ 62.238.254.833	\$ 17.183.814.245	\$ 45.054.440.588

Fuente: Autor.

Evidentemente al implementar una solución que es más económica, el costo de inversión disminuye, pero para tener mayor claridad con respecto a su rentabilidad se procede a ejecutar el cálculo de la TIR y se obtiene:

TIR ANUAL PROPUESTA: 39%

La utilidad financiera representa un aumento en la rentabilidad del proyecto si se ejecutara el reemplazo de los proyectos que se plantea en el presente trabajo de grado.

5.4 APORTE A LA GERENCIA DE OBRAS

Con este trabajo de grado se ahonda en el estudio integral del desarrollo simultáneo de varios proyectos de construcciones en telecomunicaciones. Se analizan aspectos que hasta el momento no se han estudiado, los cuales facilitan un enfoque en la optimización del despliegue de infraestructura civil para las telecomunicaciones, y para gestionarlos de una manera más efectiva. Así se minimiza el impacto de reprocesos que pueden presentarse en los mismos.

De lo anterior se logran aportes para recomendar las mejores agrupaciones de estructuras para implementar en una empresa de telecomunicaciones, ya sea una empresa operadora del servicio, una empresa constructora de la infraestructura o una empresa comercializadora de las infraestructuras, y que con estas recomendaciones se puedan planear y controlar de forma más asertiva los proyectos.

Los gerentes de obras de construcciones en telecomunicaciones pueden contar con una nueva visión sobre los proyectos que desarrollan y, al momento de tomar decisiones, pueden adoptar las medidas y procedimientos que se desarrollan en este trabajo de grado.

5.5 CÓMO SE RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN CON LOS RESULTADOS

Gracias a los análisis que se desarrollaron en el presente trabajo de grado, el contenido de la base de datos se pudo ver con el enfoque que se necesitaba para cada uno de los aspectos a responder. Por lo anterior, en el capítulo 5.2.5, titulado “Definición: Tipo De Solución Más Propensa A Reprocesos” se concluyeron los datos analizados con respecto a impactos de costos, tiempos, reprocesos y ciudades propensas a reprocesos. De allí se sustrajeron los resultados enfocados a tipos de soluciones y, por medio de una puntuación, se definió el tipo de solución más propensa a reprocesos.

Para consolidar el análisis desarrollado en el capítulo 5.2.5 se elaboró el cuadro 25, en el que se plasma claramente la puntuación obtenida por cada tipo de solución.

Con base en lo anterior y respondiendo a la pregunta de investigación se concluye que: Los tipos de solución o proyectos de construcción de telecomunicaciones más propensos a presentar incumplimientos, en términos de costos y tiempos, son los tipos de solución Mástil-Terraza, que incluyen todos los proyectos desarrollados en las terrazas de edificaciones, mástiles instalados en vallas y cualquier tipo de estructura existente.

5.6 ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN

El gran interés que aporta la presente investigación, la utilidad que se le puede dar a la misma y la alternativa de utilizar la base de datos para reemplazar la información recolectada, hace viable que este trabajo llegue a los grupos profesionales que puedan aprovechar, al máximo, lo desarrollado aquí.

La elaboración de un artículo se plantea como la primera alternativa de divulgación, junto a la disponibilidad de este trabajo de investigación en el repositorio de la Universidad Católica de Colombia. La alternativa de poder publicarse en una revista indexada y/o una revista de información general de telecomunicaciones también está contemplada dentro de las estrategias de comunicación y divulgación del presente trabajo de grado así como una posible participación en el congreso internacional de innovación y tendencias en ingeniería CONIITI.

6. NUEVAS ÁREAS DE ESTUDIO

El trabajo desarrollado es una muestra del estudio de varios proyectos en simultáneo para proyectos de construcción en el sector de las telecomunicaciones. Los análisis aquí desarrollados son apreciativos de los resultados obtenidos en el caso de estudio objeto. Sin embargo, no se plantea una modificación de fondo en las metodologías de gestión de los mismos.

Por tanto, la presente investigación podría ser llevada hacia la implementación de modelación BIM, que permita ahondar, con más detalle, en cada proyecto y buscando aspectos que puedan ser mejorados u optimizados y que, tal vez, esta investigación no alcanza a detectar.

Del mismo modo, esta investigación puede ser evaluada desde la aplicación de la metodología del PMI para el periodo propuesto que, aunque algunos términos y procesos son tomados de allí, no presentan una estandarización para la gestión de proyectos por dicha metodología.

Los proyectos de construcción de obras civiles para telecomunicaciones son proyectos que hacen parte de un portafolio y se complementan entre sí para finalmente hacer posible la culminación de las estaciones base de telecomunicaciones operativas y funcionales. Por tanto, es claro que existen otros proyectos que se desarrollan, ya sea de manera previa, como la consecución de los sitios, radicación de licencias, estudios de suelos entre otros; de manera paralela, como la construcción de redes de fibra óptica para interconectar la estación base; y de manera posterior a la obra civil, como la implementación de equipos de hardware. Así, esta investigación puede ser tomada como un modelo para desarrollar los análisis correspondientes a cada proyecto que compone todo el portafolio. Con esto se lograría una unión de propuestas de mejora que beneficiaría de forma general el crecimiento de las redes.

7. CONCLUSIONES

- ✓ Las soluciones Tipo Torres tienen una participación general de 23,2% en toda la base de datos. El 14,2% de la totalidad de proyectos corresponde a torres en zonas rurales, son las más desplegadas en esas localidades y, por sus resultados en afectaciones con respecto a los reprocesos en tiempos y costos, siguen siendo la mejor alternativa de tipo de solución a construir en estas zonas.
- ✓ Aunque se determina que la solución tipo Mástil-Terraza es la solución predominante en las zonas urbanas, la solución tipo Monopolo representa un porcentaje importante de proyectos construidos en tales zonas, con 30,6% del total de los proyectos. Esta solución es menos propensa a reprocesos que la solución Mástil-Terraza, por lo cual también se posiciona como una buena alternativa, después de la solución tipo poste, en zonas Urbanas.
- ✓ Los reprocesos asociados a “Cambios en Diseños” representan el 42,55% del total de los reprocesos, motivo por el que se hace urgente que las compañías de construcción en telecomunicaciones se apoderen de dichos aspectos, que están afectando de manera significativa los proyectos.
- ✓ Más del 70% de los proyectos presentan afectación por reprocesos en costos. Es una cifra muy elevada y revela que las empresas de telecomunicaciones deben fortalecer la etapa de planeación de los proyectos por una evidente falla en ese punto.
- ✓ Inicialmente se podría asumir que los reprocesos en tiempos están muy relacionados con los reprocesos en costos, sin embargo al comparar las cifras de cantidad de proyectos con impactos a los costos y a los tiempos, se evidencia que hay una diferencia en el impacto, pues las afectaciones en costos superan el 70% mientras que los impactos en tiempos no superan el 40%. Esto indica que algunos factores, como los cambios en los diseños, elevan los costos sin aumentar el tiempo de ejecución.
- ✓ Los reprocesos que afectan los proyectos están generando que los retornos financieros se vean igualmente afectados; si se detallan las pérdidas respecto a los costos planeados, los reprocesos están significando un sobrecosto general de \$442'810,409 en el periodo de 6 meses estudiado en el presente trabajo de investigación.

- ✓ La alternativa planteada en esta investigación, que propone el reemplazo de algunos proyectos tipo Mástil-Terraza en Bogotá, por soluciones tipo poste, generaría un ahorro de \$ 809'972,855, respecto a lo ejecutado actualmente.
- ✓ Después de evaluar financieramente los proyectos, con sus parámetros planeados y luego con los resultados de tiempos y costos reales, se encontraron valores de TIR de 35.2% y 34.1%, respectivamente. Aunque se evidencia que la rentabilidad baja por culpa de los impactos de los reprocesos, aun así, los proyectos siguen generando una buena rentabilidad.
- ✓ Si por algún motivo se adoptara la propuesta planteada para el reemplazo de algunos proyectos tipo Mástil-Terraza en Bogotá, por soluciones tipo poste, la tasa interna de retorno TIR obtenida sería de 39%, una ganancia de 3.8% de cara al escenario planeado o de 4.9%, en relación con la ejecución real.

8. RECOMENDACIONES

Dado lo anterior se entregan las siguientes recomendaciones que pueden ser tenidas en cuenta en cualquier compañía de telecomunicaciones, ya sean operadores del servicio, empresas constructoras de infraestructura o empresas de arrendamiento de infraestructura, para definir su plan de expansión y, en consecuencia, la construcción de las estaciones base:

- Se recomienda que el proceso de búsqueda y adquisición de sitios para la ciudad de Bogotá priorice a aquellos que permitan reemplazar la solución tipo Mástil-Terraza por una solución tipo Poste.
- Los proyectos de construcción de estaciones con solución tipo Mástil-Terraza presentan alta probabilidad de sufrir reprocesos a causa de cambios en los diseños. Por ello se recomienda que las compañías ahonden esfuerzos involucrando a todas las áreas interesadas, desde el diseño, incluyendo en este punto a los propietarios del predio objeto de la obra, para garantizar que los detalles constructivos sean de claro conocimiento para todas las partes, y minimizar así la probabilidad de futuros cambios.
- Se sugiere que el desarrollo de proyectos de construcción de estaciones con solución tipo Mástil-Terraza en la ciudad de Bogotá, cuente con una detallada gestión de interesados. Específicamente, con los interesados que hacen parte del predio objeto de la obra, se deberán gestionar las comunicaciones en todas las etapas del proyecto. Lo anterior buscando minimizar los reprocesos relacionados con el acceso al sitio, ya que son reprocesos de alto impacto, según los análisis desarrollados.
- De acuerdo con los análisis ejecutados y ante la alta probabilidad de que se presenten problemas de orden público a causa de la obra, se recomienda desplegar un plan de trabajo en conjunto con las autoridades policiales, buscando apoyo previo al inicio de cada obra, con el fin de reducir el impacto generado.
- De acuerdo con el análisis realizado y la sugerencia en el capítulo 5.3.3 Utilidad Financiera Del Escenario Propuesto, se recomienda que, en lo posible, se reemplace la solución tipo Mástil-Terraza por la solución tipo Poste para disminuir la probabilidad de reprocesos.
- Ejecutar un cambio de solución implica una modificación al presupuesto destinado Por esa razón y, respecto a la sugerencia de cambiar las soluciones tipo Mástil-Terraza, se debe prestar atención detallada. El costo promedio de una solución Mástil-Terraza es de \$49'506.805. En contraste, el costo promedio de una solución tipo poste es de 38'963.752. Esta diferencia

en costo implica una disminución en el presupuesto destinado anualmente para las obras civiles. Aquí se recomienda que el gerente evalúe la alternativa, pues es claro que estas decisiones no deben estar influidas por el aspecto económico, solamente. También deben estar alineadas con los objetivos estratégicos de las compañías, deben analizarse desde la imagen corporativa y todos los aspectos que determine cada compañía. Es una decisión que el gerente de las construcciones debe elevar, al nivel que sea requerido, para su aprobación.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACEBEDO FRANCO, F. (2019). DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA TORRE METÁLICA AUTOSOPORTADA DE TELECOMUNICACIONES EN PATERNA (VALENCIA). *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/125744>
2. ALDANA GELVES, S. (2018). *EL AVANCE DE LA TELEFONÍA MÓVIL EN COLOMBIA*. (UAMF, Editor) Obtenido de EL AVANCE DE LA TELEFONÍA MÓVIL EN COLOMBIA: <http://fce.unal.edu.co/boletines/uamf/art4.pdf>
3. BALMORI, A. (Septiembre de 2004). *¿Pueden afectar las microondas pulsadas emitidas por las antenas de telefonía a los árboles y otros vegetales?* Obtenido de *¿Pueden afectar las microondas pulsadas emitidas por las antenas de telefonía a los árboles y otros vegetales?: file:///D:/onedrive/OneDrive%20-%20Comunicacion%20Celular%20S.A.-%20Comcel%20S.A/perfil/Downloads/534-1014-1-SM.pdf*
4. BAQUERO MARTÍNEZ, H. (7 de Julio de 2018). *ESTUDIO DE AMENAZAS, VULNERABILIDADES Y RIESGOS EN LA INFRAESTRUCTURA DE TECNOLOGÍAS MÓVILES ANTE UNA EVENTUALIDAD DE SISMO EN BOGOTÁ*. (U. M. Granada, Editor) Obtenido de ESTUDIO DE AMENAZAS, VULNERABILIDADES Y RIESGOS EN LA INFRAESTRUCTURA DE TECNOLOGÍAS MÓVILES ANTE UNA EVENTUALIDAD DE SISMO EN BOGOTÁ: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17774>
5. BARRENO NARANJO, D. G. (Noviembre de 2016). *Evolución de la tecnología móvil. Camino a 5G*. Obtenido de Evolución de la tecnología móvil. Camino a 5G: <http://www.eumed.net/rev/cccss/2016/04/5G.html>
6. BELTRÁN GARZÓN, J. J. (2011). Diseño de torres de transmisión y telecomunicaciones. *Universidad Católica de Colombia*.
7. Business Wire En Español, 2016. (2011). ZTE ganó el premio global mobile por la estación base MIMO masiva Pre5G en el mobile world congress 2016. *Business Wire En Español, 2016*. Obtenido de <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/1767392076?accountid=45660>
8. CABAL, C. y. (Julio de 2005). Informe sobre Campos electromagnéticos y la salud humana. *Instituto de Ingeniería Eléctrica - Facultad de Ingeniería - Universidad de la República*. Obtenido de <https://iie.fing.edu.uy/files/rfsalud/emfsalud%20humana.pdf>
9. CARACOL RADIO. (31 de Mayo de 2013). *Hitos de la telefonía celular en Colombia*. Recuperado el 20 de Octubre de 2019, de Hitos de la telefonía celular en Colombia: https://caracol.com.co/radio/2013/05/31/tecnologia/1370007960_908446.html
10. Carrasco Castillo, G., & Domínguez Martínez, J. (2011). *¿Qué es la TIR de un proyecto de inversión? Metodología económica aplicada*.
11. COMISIÓN DE REGULACIÓN DE TELECOMUNICACIONES. (s.f.). *EL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES EN COLOMBIA 1998-2001*.

Obtenido de EL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES EN COLOMBIA 1998-2001:
https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/Las_Telecomunicaciones_en_Colombia_1998-2001.pdf

12. CORREA, A. (Febrero de 2017). Modalidades de despliegue de infraestructura en telecomunicaciones. *Economía (02544415)*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=130210370&lang=es&site=ehost-live>
13. ESCOBAR BRIONES, R. y. (Diciembre de 2018). Disponibilidad regional de la infraestructura de telecomunicaciones. Un análisis multivariado. *Trimestre Económico*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=132153461&lang=es&site=ehost-live>
14. FAINBOIM YAKER, I. y. (Marzo de 2000). *EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA EN COLOMBIA EN LA DÉCADA DE LOS NOVENTA*. Obtenido de EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA EN COLOMBIA EN LA DÉCADA DE LOS NOVENTA: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7532/S2000550_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. GIRALDO PALACIO, M. E. (2019). La privatización de las telecomunicaciones en Colombia El rol de las empresas públicas en el nuevo marco institucional. *Gestión y Política Pública, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 81–117, 2016*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=118302718&lang=es&site=ehost-live>
16. GONZALEZ, A. (2018). *Frena la "trasmititis" a obras de telecom*. Mexico City: Mexico. Obtenido de <https://search-proquest-com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/docview/2050918304?accountid=45660>
17. HistoriaDel.com. (2019). *La historia del fax*. Obtenido de La historia del fax: www.historiadel.com/fax/
18. Institute, P. M. (2013). *GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS*. Newtown Square, Pensilvania.
19. JOSKOWICZ, J. (2014). *Historia de las Telecomunicaciones*. Obtenido de Historia de las Telecomunicaciones: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34597018/Historia_Telecomunicaciones_presentacion.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DHistoria_de_las_Telecomunicaciones.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ
20. LOBATO ORTIZ, M. (2018). Proyecto de implantación de estación base para equipos de telecomunicaciones con tecnología 3g. (U. d. Telecomunicación, Ed.) *Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación*. Obtenido de Proyecto de implantación de estación base para equipos de telecomunicaciones con tecnología 3g:

- <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/33033>
21. LÓPEZ HERNÁNDEZ, S. A. (2016). Diseño de Torres de Telecomunicación. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/13622/Dise%C3%B1o%20de%20Torres%20de%20Telecomunicaciones.pdf?sequence=1>
 22. MARTÍN RODRÍGUEZ, P. (2012). *Revista Cubana de Ingeniería*. Obtenido de *Revista Cubana de Ingeniería*: <http://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/86/pdf>
 23. MENDOZA SOLÓRZANO, C. T. (2015). Planeamiento y construcción de estaciones desmontables de configuración metálica para telecomunicaciones en zonas rurales de difícil acceso. *Universidad Nacional de Ingeniería*. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4419>
 24. MINISTERIO DE LAS TELECOMUNICACIONES. (26 de 02 de 2018). *HISTORIA MINISTERIO DE LAS TELECOMUNICACIONES*. Obtenido de *HISTORIA MINISTERIO DE LAS TELECOMUNICACIONES*: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Ministerio/Acerca-del-MinTIC/Historia/>
 25. MinTIC. (2019). *Despliegue de infraestructura, campos electromagnéticos y salud - preguntas frecuentes*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de *Despliegue de infraestructura, campos electromagnéticos y salud - preguntas frecuentes*: https://mintic.gov.co/portal/604/w3-article-5360.html?_noredirect=1
 26. MURCIA MARTÍNEZ, L. A. (2016). Proceso constructivo de una estación base de telefonía celular ubicada en el departamento de Cundinamarca en el municipio de La Calera. *Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Especialización en Gerencia de Obra*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/13942>
 27. MURILLO ARANGO, J. F. (Enero de 2017). Laboratorios interactivos para la enseñanza práctica de normas internacionales en infraestructura de telecomunicaciones. *Vector (1909-7891)*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com/ucaticolica.basesdedatosprox.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=131268488&lang=es&site=ehost-live>
 28. NOTICIAS CARACOL. (28 de Noviembre de 2006). *La marca de telefonía celular Ola desaparece para darle paso a "Tigo"*. Obtenido de *La marca de telefonía celular Ola desaparece para darle paso a "Tigo"*: https://caracol.com.co/radio/2006/11/28/economia/1164692760_362054.htm
 29. QUEVEDO ZAVALA, F. F. (2013). La ingeniería simultánea en Proyectos EPCM - Caso Hipermercados. *Universidad Nacional de Ingeniería*. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1140>
 30. REDACCIÓN EL TIEMPO. (7 de Enero de 2003). *COMCEL COMPRA CELCARIBE*. Obtenido de *COMCEL COMPRA CELCARIBE*: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-986590>
 31. REDACCIÓN EL TIEMPO. (28 de Octubre de 2004). *TELEFÓNICA ASUME HOY LA OPERACIÓN DE BELLSOUTH*. Obtenido de *TELEFÓNICA ASUME*

HOY LA OPERACIÓN DE BELLSOUTH:
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1529662>

32. Revista Dinero. (Junio de 2012). *ASÍ NACIÓ, CRECIÓ Y MURIÓ COMCEL*. Recuperado el 15 de 10 de 2019, de ASÍ NACIÓ, CRECIÓ Y MURIÓ COMCEL: <https://www.dinero.com/negocios/articulo/asi-nacio-crecio-murio-comcel/154085>
33. REVISTA DINERO. (21 de 12 de 2019). *Tres operadores se quedaron con la subasta del espectro*. Obtenido de <https://www.dinero.com/pais/articulo/resultados-de-la-subasta-del-espectro-en-colombia-2019/280397>
34. RIVERA MARTÍNEZ, F. (2010). *Administración de proyectos: guía para el aprendizaje*. México: Pearson Educación.
35. RODRÍGUEZ JORGE, L. F. (2016). *Telecomunicaciones, Historia y conceptos básicos. Opúsculos*. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=f9QDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT12&dq=historia+telecomunicaciones&ots=Q1sU9Xv6nR&sig=m61VmyhJNqwb83G22IST88Mnmnc#v=onepage&q=historia%20telecomunicaciones&f=false>
36. THAKUR, A. A. (Octubre de 2019). Influence of rooftop telecommunication tower on set back-step back building resting on different ground slopes. *Earthquake Engineering & Engineering Vibration*. Obtenido de <http://search.ebscohost.com.ucatolica.basesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=135996210&lang=es&site=ehost-live>
37. VÁSQUEZ GONZÁLEZ, J. M. (2018). *Propuesta de mejoramiento del proceso de adquisición de espacios para implementación de nodos de telefonía móvil*. (U. S. AQUINO, Editor) Obtenido de Propuesta de mejoramiento del proceso de adquisición de espacios para implementación de nodos de telefonía móvil: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12610/2018juanvasquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>