

PASANTÍA APOYO TÉCNICO COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA A LA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DE LA GOBERNACIÓN DE
BOYACÁ

EDISON JAVIER BAUTISTA MARIÑO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020

PASANTÍA APOYO TÉCNICO COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA A LA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DE LA GOBERNACIÓN DE
BOYACÁ

EDISON JAVIER BAUTISTA MARIÑO

Informe de pasantía presentado para optar al título de Ingeniero Civil

Director:
Ing. WILSON ENRIQUE AMAYA TEQUIA, MSc.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020

Nota de aceptación

Firma Presidente del jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Tunja, 3 de marzo de 2020

DEDICATORIA

A mis padres José Francisco Bautista Gutiérrez y Miryam Esperanza Mariño Moreno por apoyarme siempre en cada paso que doy y en cada decisión que tomo, a mi abuelita Aura Moreno por brindarme ese cariño y apoyo incondicional, a mi hermana Tatiana Bautista por ser uno de los pilares de mi vida.

A mis demás familiares, amigos y compañeros de estudio por haberme acompañado en este arduo proceso universitario.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la vida por permitirme cumplir uno de tantos objetivos que me he trazado a lo largo de ella.

A la Universidad Santo Tomás, mi alma máter, por impartirme la formación humanista.

A mi tutor de grado, el ingeniero Wilson Enrique Amaya Tequia, por el tiempo brindado, guiar el proceso de pasantía y aconsejarme para que este trabajo fuera una realidad.

A la Gobernación de Boyacá, en especial al arquitecto John Fredy Piña Camargo por brindarme la oportunidad y confianza de hacer parte de los proyectos ejecutados en el trabajo de pasantía.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
1. OBJETIVOS	15
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO	16
2.1 DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.....	16
2.2 MUNICIPIO DE TUNJA	16
3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS	17
3.1 VEEDURÍA TÉCNICA AL PROYECTO URBANIZACIÓN SAN JERÓNIMO ...	17
3.1.1 Verificación de apartamentos de la torre 2 para observar su estado:	18
3.1.2 Fundida de la placa del tanque de almacenamiento de agua potable:.....	20
3.1.3 Acompañamiento a interventoría y a los beneficiarios del proyecto en la verificación de apartamentos:	24
3.1.4 Instalación de acometida de red de acueducto:.....	25
3.2 PLANOS ESTRUCTURALES PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL QUE EJECUTARÁ LA GOBERNACIÓN DE BOYACÁ EN LOS MUNICIPIOS DE TUTA, PÁEZ, SOCOTÁ Y SANTANA	30
3.3 DISEÑO DE DOS (2) BOX CULVERT PARA EL PROYECTO “MEJORAMIENTO CRUCE DE LA RUTA 6209 EL LLANO - SOTAQUIRÁ EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”	32

4. APORTES DEL TRABAJO	35
4.1 APORTES COGNITIVOS	35
4.1.1 Ensayos de laboratorio a la arena:	35
4.1.2 Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto (INV E-410-07):.....	41
4.1.3 Planos estructurales de viviendas de interés social en los municipios de Páez, Socotá, Tuta y Santana:	43
4.1.4 Diseño de dos (2) Box Culvert para el proyecto “Mejoramiento cruce de la ruta 6209 el llano - Sotaquirá en el departamento de Boyacá”:.....	46
4.2 APORTES A LA COMUNIDAD	51
5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	53
6. CONCLUSIONES	55
7. GLOSARIO	57
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
9. ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Seguimiento avance de obra torre 2 - piso 9.....	18
Tabla 2. Seguimiento avance de obra torre 2 - piso 9.....	19
Tabla 3. Valores de Aa, Av y definición de zonas de amenaza sísmica en el departamento de Boyacá.....	43
Tabla 4. Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones.....	44
Tabla 5. Cantidades de concreto de 3000 PSI impermeabilizado para muros.	49
Tabla 6. Cantidades de concreto de 3000 PSI impermeabilizado para placa.....	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Presión vs tiempo en proceso de termofusión.	30
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto.....	17
Figura 2. Vista en planta tanque de almacenamiento.	21
Figura 3. Corte transversal tanque de almacenamiento.	22
Figura 4. Fundida de la placa del tanque realizada el día 4 de octubre.....	22
Figura 5. Fundida de la placa del tanque realizada el día 25 de octubre.....	23
Figura 6. Especímenes de concreto.	23
Figura 7. Verificación de apartamentos por parte de beneficiarios.....	24
Figura 8. Visita técnica Veolia E.S.P.....	26
Figura 9. Zona de empalme red de acueducto.....	26
Figura 10. Descargue en la obra de la tubería de polietileno de alta densidad.	27
Figura 11. Instalación del carro alineador.	28
Figura 12. Formación del cordón.	28
Figura 13. Proceso de enfriamiento.	29
Figura 14. Fachada Principal.	31
Figura 15. Fachada lateral.	31
Figura 16. Acuerdo N° 002 del 15 de diciembre del 2012.	32
Figura 17. Corte transversal Box Culvert 2.0 m x 2.5 m.	33
Figura 18. Vista en planta Box Culvert 2.0 m x 2.5 m.	34
Figura 19. Corte transversal Box Culvert 3.0 m x 2.5 m.	34
Figura 20. Aplicación de la muestra en solución Stock-Equivalente de arena.....	36

Figura 21. Mezclado en el agitador mecánico-Equivalente de Arena.	37
Figura 22. Tamizado del material-Ensayo de Granulometría.	38
Figura 23. Toma de datos-Ensayo de Granulometría.	39
Figura 24. Secado del material – Gravedad específica.	40
Figura 25. Vertido del material al matraz - Gravedad específica.	40
Figura 26. Resultado cilindro N°3.	42
Figura 27. Muestras de concreto después de la falla.	42
Figura 28. Especificación de falla.	42
Figura 29. Planta de ubicación de vigas de cimentación de viviendas VIS.	45
Figura 30. Detalle de muro típico.	46
Figura 31. Cartilla de aceros de Box Culvert 2.0 m x 2.5 m.	47
Figura 32. Cartilla de aceros de Box Culvert 3.0 m x 2.5 m.	48

RESÚMEN

El presente trabajo de pasantía tiene como objetivo dar a conocer las diferentes actividades realizadas como apoyo a la Secretaría de Infraestructura Pública de la Gobernación de Boyacá en la Dirección de Vivienda, Edificaciones y Obra Pública. Dichas actividades se efectuaron principalmente en el proyecto “Urbanización San Jerónimo” el cual se está llevando a cabo en el barrio La Arboleda, al norte de la ciudad de Tunja. En este proyecto, se ejecutó una veeduría técnica en la que se brindó un acompañamiento constante a la interventoría, con el fin de elaborar un seguimiento diario al avance de obra mediante bitácoras semanales y acompañamiento en los comités de obra cuya finalidad fue pactar compromisos con el constructor que se debían cumplir en un plazo no mayor a ocho (8) días. Estos comités se realizaron semanalmente con la presencia de un representante de la Unión Temporal Vivienda Boyacá 2015, un representante del Consorcio Vivienda Tunja 2015, representantes de la Gobernación de Boyacá, beneficiarios representantes del proyecto, directores de obra e interventoría, y residentes de obra e interventoría.

De igual manera, se llevaron a cabo otras actividades como: apoyo en la elaboración y diseño de planos estructurales para Viviendas de Interés Social (VIS) para los municipios de Tuta, Páez, Socotá y Santana. También se realizaron memorias de cálculo para las cantidades de acero, concreto y excavación necesaria de dos (2) Box Culvert en el proyecto “Mejoramiento cruce de la ruta 6209 El Llano - Sotaquirá en el departamento de Boyacá”. Las anteriores actividades se llevaron a cabo bajo la supervisión de un Ingeniero estructural de la Secretaría de Infraestructura Pública y del Director de Vivienda, Edificaciones y Obra Pública.

Palabras claves: Veeduría técnica, Avance de obra, Interventoría, Unión temporal, Viviendas de interés social, Box culvert.

ABSTRACT

This internship work aims to introduce the different activities made in support of the Secretaría de Infraestructura Pública de la Gobernación de Boyacá en la Dirección de Vivienda, Edificaciones y Obra Pública. These activities were mainly made in the “Urbanización San Jerónimo” project, which is taking place in “La Arboleda” neighborhood, in the north of Tunja City. In this project, a technical oversight was executed in which a constant accompaniment was provided to the audit, in order to prepare a daily follow-up of the work progress through weekly logbooks and accompaniment in the work committees, focusing on the agreement on commitments with the builder that must be fulfilled in a term not exceeding eight (8) days. These committees were made weekly with the presence of one representative of the “Unión Temporal Vivienda Boyacá 2015”, one delegate of the “Consorcio Vivienda Tunja 2015”, some delegates of the “Gobernación de Boyacá”, some the project’s beneficiaries, some construction and supervision directors, and some construction residents and audit.

Similarly, other activities were made as: support in the elaboration and design of structural plans for Social Interest Housing (VIS) in the municipalities of Tuta, Páez, Socotá and Santana. Also it was made calculation reports for the quantities of steel, concrete and necessary excavation of two (2) Culverts in the project “Mejoramiento cruce de la ruta 6209 El llano - Sotaquirá en el departamento de Boyacá”. The previous activities took place under the supervision of a Structural Engineer of the “Secretaría de Infraestructura Pública” and the “Director de Vivienda, Edificaciones y Obra Pública”.

Keywords: Technical supervision, Work progress, Supervision, Temporary union, Social interest housing, culverts.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de pasantía, presentado como modalidad de grado en el Programa de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás, tuvo como propósito adquirir habilidades, conocimientos teóricos y prácticos que permitan a los estudiantes ingresar al mercado laboral. Adicionalmente, observar el impacto que tienen las obras de ingeniería sobre la vida cotidiana de los habitantes de la ciudad de Tunja, dado que en la actualidad el campo ingeniería civil está constituida como una rama encargada de llevar a cabo la construcción y mantenimiento de diversas obras civiles que responden a las necesidades de la sociedad y la comunidad en donde son ejecutadas, aportando al desarrollo económico y social de un determinado lugar¹.

En este sentido, en el proyecto “Urbanización San Jerónimo”, lugar donde fue desarrollada la pasantía, se pueden ver reflejados los procesos constructivos que se adaptan a las necesidades del mundo moderno. El proyecto mencionado se construyó mediante el sistema estructural industrializado o muros de carga, el cual comenzó a ser implementado y regulado en Colombia gracias al decreto 1400 de 1984 expedido por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Este sistema es utilizado principalmente con el fin de ahorrar costos de ejecución, mano de obra y desperdicios, dado que es un sistema basado en muros de concreto reforzado, en el cual no se hace estrictamente necesario el uso de pórticos, en consecuencia, las cargas se transmiten únicamente a lo largo de los muros y las vigas que éste posea².

No obstante, el proceso que ha evidenciado mayores tiempos de ejecución, no sólo en este sistema sino en todos los demás (sistema dual, sistema de pórticos y sistema combinado), es el proceso de acabados, en consecuencia, esto puede afectar el desarrollo de una obra de éstas dimensiones, teniendo en cuenta que su ejecución puede tardar 3 o 4 veces más que la construcción de la estructura como tal, situación que se presentó en la Urbanización San Jerónimo.

Como aportes en el proyecto “Urbanización San Jerónimo”, se efectuaron ensayos de laboratorio al agregado fino (arena), el cual inicialmente se tenía previsto utilizar como agregado para composición de la base y sub-base granular en el pavimento

¹ DE LA HOZ, Vanessa. Importancia de la ingeniería civil en el desarrollo de la sociedad [en línea]. SlideShare. (23 de febrero de 2015). [Consultado: 8 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/Vanedr53/importancia-de-la-ing-civil>

² LEON GARZÓN, Germán Steven. Análisis comparativo entre el sistema industrializado empleado en la constructora urbana MB SAS con un sistema convencional, para determinar las ventajas y desventajas obtenidas por la compañía. Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero civil. Bogotá. Universidad Católica de Colombia. Facultad de ingeniería. 2016. 23 p.

rígido, pero finalmente, decidió aplicarse como agregado en el concreto de la placa de piso para el tanque de almacenamiento de agua potable.

Además del trabajo desempeñado en la “Urbanización San Jerónimo”, se realizaron diferentes aportes a obras que actualmente se llevan a cabo en la Dirección de Vivienda, Edificaciones y Obra Pública del departamento. Estos aportes se vieron reflejados en la elaboración de planos estructurales de viviendas de interés social, que posteriormente se ejecutarán en los municipios de Tuta, Páez, Socotá y Santana; así como también, planos estructurales y cálculo de cantidades para la construcción de dos (2) Box Culvert en el Proyecto “Mejoramiento cruce de la ruta 6209 El Llano - Sotaquirá en el departamento de Boyacá”.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una práctica académica con énfasis en la ejecución de obra civil y proyección social, contribuyendo activamente en proyectos de la Secretaría de Infraestructura Pública de la Gobernación de Boyacá.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Intervenir en los comités de obra y en la programación semanal de las actividades a ejecutar del proyecto “Urbanización San Jerónimo” para identificar el estado, avance y correcta ejecución de la obra.
- Realizar seguimiento al cronograma de actividades estipuladas en la bitácora de obra del proyecto con el fin de verificar el cumplimiento de los compromisos pactados en los comités de obra.
- Apoyar el diseño estructural de obras de drenaje vial y viviendas de interés social para la ejecución de proyectos de infraestructura en el departamento de Boyacá.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

2.1 DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

Boyacá es un departamento ubicado en el centro-orienté de Colombia, y reconocido principalmente por ser la cuna de los acontecimientos independentistas del país. Es un departamento productor de una gran diversidad de productos agrícolas gracias a sus climas y relieves, además de ser el dueño de la principal zona esmeraldera del país³.

El departamento de Boyacá comprende alrededor del 20% del territorio nacional, posee 123 municipios y dispone de una superficie de 23.189 km². Limita al norte con los departamentos de Santander, Norte de Santander y parte de la República de Venezuela, al sur con Cundinamarca y Meta, al oriente con Arauca y Casanare, y al occidente con Antioquia y Caldas⁴.

2.2 MUNICIPIO DE TUNJA

Tunja es capital y municipio del departamento de Boyacá y forma parte de la provincia Centro, ubicada sobre la cordillera oriental de los Andes a 130 km al noreste de la ciudad de Bogotá. Es considerada ciudad de origen debido a los hechos que dieron lugar a la independencia de Colombia. Fue fundada el 6 de agosto de 1539 por el Capitán Gonzalo Suárez Rendón sobre las bases urbanas de la Hunza indígena⁵.

El casco urbano está localizado a 05°32'7'' de latitud norte y 73°22'04'' de longitud, posee una extensión de 121,4920 km², su altura sobre el nivel del mar varía entre 2700 y 3150 m.s.n.m, su temperatura promedio es de 13°C. Limita al Norte con los municipios de Motavita y Cómbita, al Oriente con Oicatá, Chivatá, Soracá y Boyacá, al Sur con Ventaquemada y al Occidente con los municipios de Samacá, Cucaita y

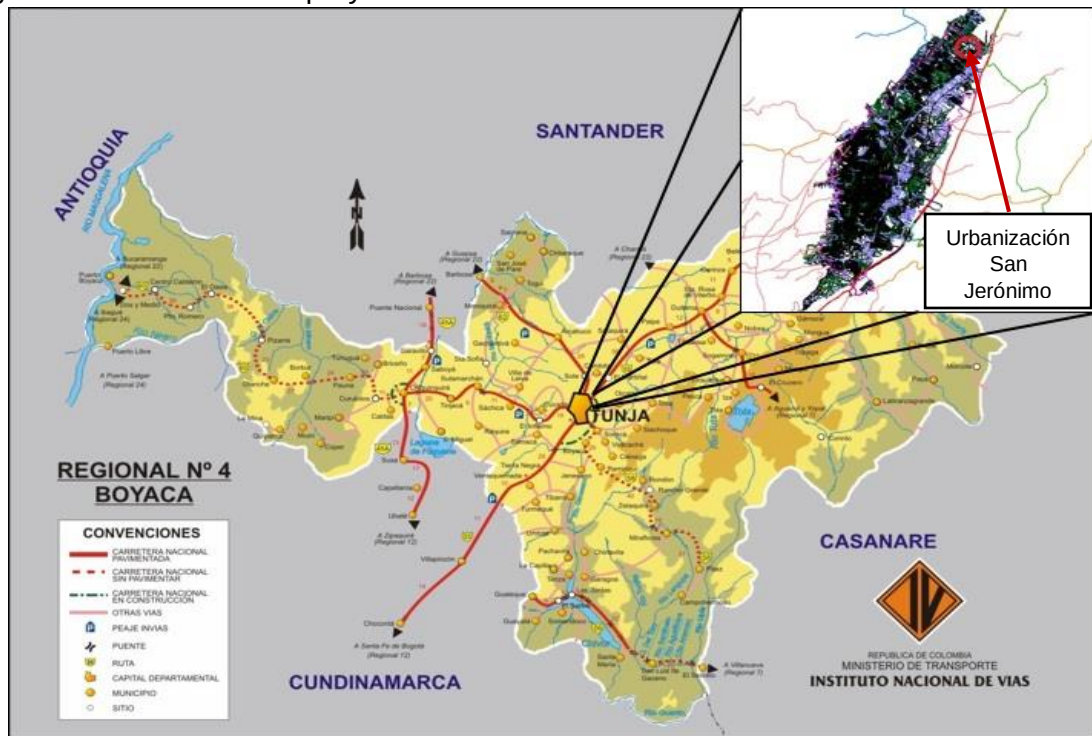
³ REINA ARANZA, Yuri y RUBIO RAMÍREZ, Karen. Boyacá: un contraste entre competitividad, desempeño económico y pobreza [en línea]. Trabajo de investigación sobre economía regional. Cartagena. Banco de la República. Centro de estudios económicos regionales. 2016. 5 p. [Consultado: 21 de febrero de 2020]. Disponible en: https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_245.pdf

⁴ GOBERNACIÓN DE BOYACÁ [sitio web]. Localización. (29 de mayo de 2012). [Consultado: 21 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.boyaca.gov.co/localizacion/>

⁵ ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA [sitio web]. Tunja. Historia. [Consultado: 8 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.tunja-boyaca.gov.co/municipio/historia>

Sora. Su población censada según datos del DANE en el año 2018 es de 167.991 habitantes y sus principales fuentes hídricas son dos ríos: el río Jordán y el río La Vega⁶.

Figura 1. Localización del proyecto.



Fuente: Instituto Nacional de Vías, Autor.

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

3.1 VEEDURÍA TÉCNICA AL PROYECTO URBANIZACIÓN SAN JERÓNIMO

El proyecto “Urbanización San Jerónimo” se ejecutó en el barrio La Arboleda, al norte de la ciudad de Tunja; consta de trescientas noventa (390) viviendas de interés social urbanas, distribuidas en 6 torres de apartamentos. Cada apartamento, tiene un área construida de 56 m², área interna de 53 m², de los cuales 50.20 m² pertenecen a área privada y 2.80 m² a área de terrazas. Además, posee una altura libre de 2.30 m, tres habitaciones, sala-comedor, cuarto de ropas, cocina, dos terrazas y dos baños de los cuales uno de ellos es para uso social.

⁶ ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA [sitio web]. Tunja. Nuestro municipio. [Consultado: 8 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.tunja-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

Para la ejecución de ésta obra, se realizó una Unión Temporal bajo el nombre “Vivienda Boyacá 2015”, conformada por la Gobernación de Boyacá y el Consorcio “Vivienda Tunja 2015” que a su vez está conformado por “Licitaciones, Contratos, Negocios y Gerencias, Liconger LTDA” e “Innovarq Construcciones S.A”. Ésta Unión Temporal fue constituida el 05 de octubre del año 2015 y tiene como único propósito llevar a cabo la construcción del proyecto “Urbanización San Jerónimo”, para la cual fue necesario intervenir en la localización, diseños, cantidades, cierres financieros, etapas de construcción, áreas y acabados previstos para el proyecto que fueron aprobados previamente por la curaduría N°1 de Tunja. Entre las actividades más relevantes en las que se participó durante éste proyecto se encuentran:

3.1.1 Verificación de apartamentos de la torre 2 para observar su estado:

Ésta actividad se desarrolló por pedido explícito de la Dirección de Vivienda y Edificaciones, y contó con el acompañamiento del residente de interventoría y un auxiliar de interventoría, con la finalidad de dar a conocer al constructor y a la Secretaría de Infraestructura Pública, el estado en el que se encontraban los apartamentos de la torre 2, debido a que en el comité realizado el día 31 de agosto, se encontró que, si bien había ciertos avances en diferentes labores, carecían de muchos detalles que impedían la entrega de los apartamentos en su totalidad.

Al realizar ésta actividad se encontraron grietas en los muros de todos los apartamentos del noveno piso, debido al asentamiento propio de la estructura, lo que generó que el concreto muestre este tipo de comportamiento, el cual es normal en las estructuras. En los demás pisos, no se encontraron grietas, pero se evidenció que existen coincidencias en labores y detalles faltantes presentes en todos los apartamentos como son: la pintura de los balcones, la grifería de los baños, tapas de registro y ajustes en las puerta-ventanas de los balcones.

Tabla 1. Seguimiento avance de obra torre 2 - piso 9

TORRE 2	SALA COMEDOR COCINA	HABITACIÓN PRINCIPAL	BAÑO AUXILIAR
901	Grieta en muro, pintura de balcón, ajustar chapa de puerta ventana.	Falta ducha, grifería de ducha, topes, tapa de registro, falta pintura en balcón.	Falta ducha, grifería de ducha y tapa de registro.
902	Grieta en muro, pintura de balcón, ajustar chapa de puerta ventana.	Falta ducha, grifería de ducha, topes, tapa de registro y enchape de baño con grietas, falta de pintura en balcón.	Falta ducha, grifería de ducha y tapa de registro.

TORRE 2	SALA COMEDOR COCINA	HABITACIÓN PRINCIPAL	BAÑO AUXILIAR
903	Grieta en muro, pintura de balcón, ajustar chapa de puerta ventana.	Falta ducha, grifería de ducha, tapa de registro y enchape de baño con grietas, falta de pintura en balcón y cambio de rejilla de piso.	Falta ducha, grifería de ducha y tapa de registro, piso con grietas.
904	Grieta en muro.	Falta ducha, grifería de ducha, tapa de registro, falta pintura en balcón y ajustar puerta ventana.	Falta tope, falta ducha, grifería de ducha y tapa de registro.
905	Grieta en muro, falta pintura de balcón.	Falta de pintura balcón, ajustar chapa puerta ventana, falta rejilla exterior, ducha y grifería.	Falta ducha y grifería, tapa de registro.
906	Grietas en muro, falta pintura de balcón, ajuste de chapa puerta ventana, arreglo caja eléctrica.	Falta pintura de balcón, ajuste de chapa puerta ventana, grietas en piso, falta ducha y grifería, falta rejilla de ducha, topes y tapa de registro.	Falta ducha y grifería, tapa de registro.

Fuente: Forzza LTDA, Autor.

Tabla 2. Seguimiento avance de obra torre 2 - piso 9

TORRE 2	CUARTO DE ROPAS	HAB 1	HAB 2	OBSERVACIONES GENERALES
901	Rejilla y tapa de registro.			Retoques de pintura, pintar los marcos de las puertas principales y balcones.
902	Tapa de registro			Retoques de pintura, pintar los marcos de las puertas principales y balcones.
903	Tapa de registro			Retoques de pintura, pintar los marcos de las puertas principales y balcones.
904	Rejillas y tapa de registro.			Retoques de pintura, pintar los marcos de las puertas principales y balcones.

TORRE 2	CUARTO DE ROPAS	HAB 1	HAB 2	OBSERVACIONES GENERALES
905	Rejillas y tapa de registro.			Retoques de pintura, pintar los marcos de las puertas principales y balcones.
906	Tapa registro y detalles en drywall.			Retoques de pintura, pintar los marcos de las puertas principales y balcones.

Fuente: Forzza LTDA, Autor.

Cabe resaltar, que a partir del reporte que se muestran en las tablas 1 y 2, se encontró que algunos inodoros se situaban a una distancia un tanto considerable respecto del muro y por ello el residente de interventoría recomendó al constructor la instalación de topes para evitar un posible colapso de estos cuando se encuentren en funcionamiento. La instalación de dichos topes no se pudo realizar debido a que el constructor no lo vio necesario argumentando que el trabajador encargado de esta labor los había asegurado de forma correcta, por lo que se consideró que fue un problema en el proceso de fundición de la placa de entepiso, en donde estaba embebida ésta red hidrosanitaria.

Finalmente, como consideraciones finales, se tuvo que en todos los apartamentos se hacen necesarios ajustes en las puerta-ventanas de los balcones, así como retoques de pintura tanto en los marcos de las puertas como en los balcones, puesto que se encontraban en regulares condiciones debido al tránsito diario de los trabajadores por los inmuebles.

3.1.2 Fundida de la placa del tanque de almacenamiento de agua potable:

El tanque de almacenamiento para éste proyecto fue diseñado con la finalidad de brindar el servicio de agua potable a las seis torres de apartamentos con las que contará la “Urbanización San Jerónimo”; tendrá una capacidad para 318.50 m³ de agua aproximadamente, y se encuentra dividido en cinco partes de las cuales una de ellas será para uso exclusivo del cuarto de máquinas. Igualmente, éste tanque tiene la capacidad de proveer agua no sólo a la red de acueducto, sino también a la red contraincendios.

En el transcurso de la pasantía se apoyó exclusivamente en una sección del proceso de fundición de placa de piso de dicho tanque, esto se ejecutó en dos fechas debido a la falta de material, el 4 y 25 de octubre donde se fundieron un total

de 48.41 m³ de concreto; el día 4 de octubre, se logró fundir un aproximado de 25 m³ de concreto de 4000 P.S.I (28 MPa). Adicionalmente, a este concreto se le aplicó un impermeabilizante con el fin de evitar futuras filtraciones de agua.

El tanque de almacenamiento, se construyó a base de muros de concreto con espesor de 0.30 m reforzado con barras de acero longitudinal N°5 cada 0.15 m y acero transversal N°4 cada 0.15 m, entre tanto, para su placa de piso con espesor de 0.35 m, se tienen refuerzos de barras en acero N°5 cada 12.5 m en ambos sentidos. Posee, además, cuatro columnas con área transversal de 0.09 m² que sirven como apoyo a la placa aérea, la cual cuenta con un espesor de 0.17 m, y se encuentra reforzada mediante barras de acero N°4 cada 12.5 m. Por último, posee vigas aéreas con un área de sección transversal de 0.12 m² y una viga de cimentación con área de sección transversal igual a 0.105 m². A continuación, se presenta una vista en planta en la figura 2 y un corte del tanque de almacenamiento en la figura 3:

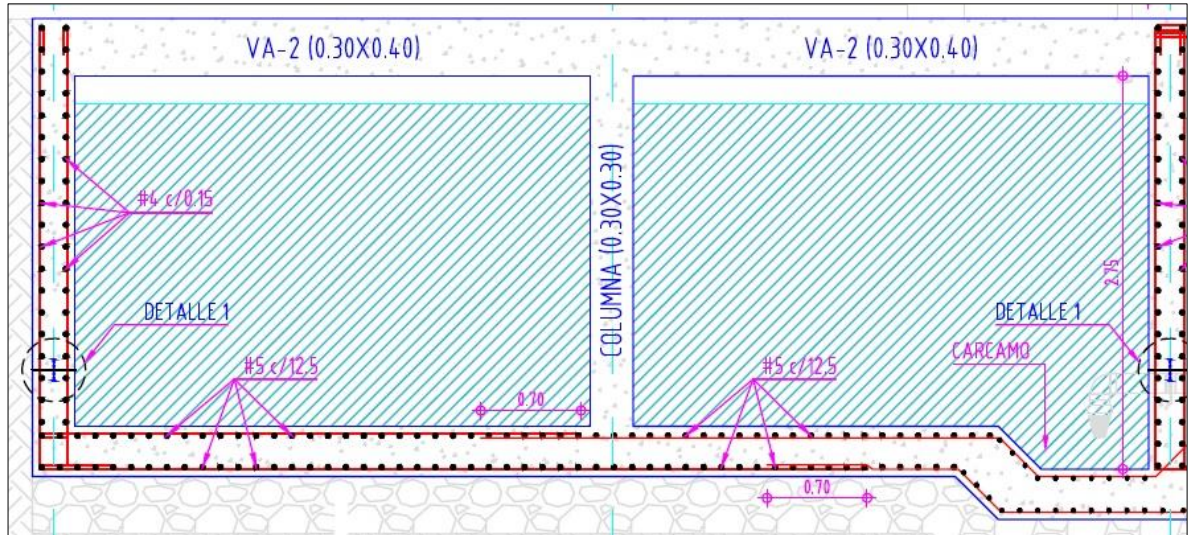
Figura 2. Vista en planta tanque de almacenamiento.



Fuente: Consorcio Vivienda Tunja 2015.

En la figura 2 se observa el cuarto de máquinas (demarcado con color rojo) y los cuatro compartimentos encargados de almacenar el agua potable de cada una de las torres del proyecto “Urbanización San Jerónimo”.

Figura 3. Corte transversal tanque de almacenamiento.



Fuente: Consorcio Vivienda Tunja 2015.

En el corte expuesto anteriormente se observa la placa de piso, la columna y la viga aérea; además, se puede apreciar el cárcamo, el cual posee un área exclusiva cuya función principal es la de asegurar la succión del líquido. En las figuras 4 y 5 se exponen las labores de fundición realizadas en los dos días ya mencionados.

Figura 4. Fundida de la placa del tanque realizada el día 4 de octubre.



Fuente: Autor.

Figura 5. Fundida de la placa del tanque realizada el día 25 de octubre.



Fuente: Autor.

De ésta manera el día 25 de octubre se finalizó con esta actividad, logrando fundir alrededor de 23.41 m³ de concreto. Cabe destacar que para cada proceso de fundición se tomaron muestras de concreto en cilindros de 15 cm de diámetro y 30 cm de longitud con el fin de realizar posteriormente el ensayo de resistencia a la compresión, aunque solamente se logró efectuar el análisis de resultados de las muestras del día 4 de octubre, teniendo en cuenta que para las muestras del 25 de octubre, el ensayo de resistencia a la compresión se debía realizar en las fechas en las que se concluía con el trabajo de pasantía. Es preciso aclarar, que el ensayo de resistencia a la compresión se realizó en conjunto con un representante de la empresa interventora Forzza LTDA.

Figura 6. Especímenes de concreto.



Fuente: Autor.

3.1.3 Acompañamiento a interventoría y a los beneficiarios del proyecto en la verificación de apartamentos:

En conformidad con la entrega de apartamentos de la torre 2, y a raíz del comité administrativo realizado el día martes 8 de octubre, en el que se discutió acerca de la entrega de apartamentos y las actividades faltantes para dar fin a la torre 2, se encontró entre las actividades más críticas el componente de suministro de la red de acueducto, ya que en ése momento no se habían iniciado las labores de excavación, de igual manera tampoco se contaba con el material suficiente para cubrir toda la red. Por ende, la entrega de apartamentos tenía prevista realizarse una vez se haya solucionado esta dificultad, pero previamente dando a conocer a los beneficiarios el estado de sus apartamentos.

Figura 7. Verificación de apartamentos por parte de beneficiarios.



Fuente. Autor.

En este sentido, ésta actividad se desarrolló entre los días 7 y 25 de octubre, donde se logró brindar un apoyo a la interventoría con el fin de aclarar cualquier duda acerca del proyecto a cada beneficiario. Entre las dudas más frecuentes de algunos beneficiarios se encontraba la ausencia de barandas de seguridad en las escaleras, lo que podría generar problemas de seguridad cuando la torre se encuentre habitada; en éste caso se les explicó, que en el presupuesto inicial no se contempló la instalación de las mismas debido a que generaría sobrecostos.

En consecuencia, el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Tunja en su visita realizada el día lunes 16 de septiembre, aclaró y recomendó al representante del

Consortio Vivienda Tunja 2015 la instalación de las barandas de seguridad en las escaleras, dado que por la ausencia de las mismas no fue posible proporcionar la certificación por parte de Bomberos, puesto que la carencia de estos elementos atentaba directamente contra la seguridad de los ocupantes de la torre. Sin embargo, la Gobernación de Boyacá debió intervenir aclarándole al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Tunja, que las barandas no se encontraban incluidas en el presupuesto y que, por lo tanto, los mismos beneficiarios deberían cubrir los costos de éstas.

Por lo demás, no se recibió queja alguna de los beneficiarios y el proceso se llevó a cabo con total normalidad, siempre contando con el apoyo del residente de obra, el residente de interventoría y un representante de la Dirección de Vivienda y Edificaciones de la Gobernación de Boyacá.

3.1.4 Instalación de acometida de red de acueducto:

Este proceso inicio mediante excavación manual desde la zona de empalme indicada por Veolia aguas de Tunja E.S.P, la cual se encuentra ubicada en el Conjunto Residencial Reina Cecilia, hasta la ubicación del proyecto “Urbanización San Jerónimo” con el fin de brindar el servicio de agua potable. Para dar comienzo a éstas actividades de excavación, se siguieron todas las recomendaciones hechas por ingenieros representantes de la empresa Veolia, entidad encargada de proporcionar el servicio de agua potable a la ciudad de Tunja.

La empresa prestadora de servicios públicos Veolia, en su visita realizada el día martes 15 de octubre proporcionó diferentes especificaciones que debían ser tenidas en cuenta una vez se haya emprendido el proceso de excavación de la vía, las cuales se presentan a continuación:

- La cimentación debe contener arena, recebo fino o grava en caso de temporada de lluvia, ésta cimentación tendrá un espesor de 0.10 m, un ancho de excavación de mínimo 0.40 m.
- La profundidad mínima que debe poseer la excavación es de 1.0 m, aunque ésta profundidad debe efectuarse respecto al nivel en el que se encuentre el terreno.
- Además, se debe presentar un plano record a esta empresa donde se exponga el posible recorrido de la red de acueducto para que se puedan ejecutar las correcciones correspondientes.
- Finalmente, se hizo énfasis en el permiso de intervención de la vía pública suministrado por la Secretaría de Planeación de la ciudad de Tunja, el cual facilitaba el pronto inicio de las labores de excavación.

Figura 8. Visita técnica Veolia E.S.P.



Fuente: Autor.

A continuación, en la figura 9 se aprecia la zona de empalme a la red pública de acueducto (enmarcada en un círculo rojo), la zona del proyecto (delineada en color amarillo) y el trazado de la red (demarcada en color verde).

Figura 9. Zona de empalme red de acueducto.



Fuente: Consorcio Vivienda Tunja 2015, Autor.

Para éste proceso se hizo necesaria la implementación de ciertos materiales y procesos propios de éste tipo de trabajos, tales son la tubería de polietileno de alta densidad; este tipo de tubería es en la actualidad la más utilizada para la instalación de redes de acueducto debido a su gran durabilidad, manejo y costo, puesto que al

ser el polietileno de alta densidad un material con características similares al acero y al PVC, proporciona excelentes propiedades al momento de ser implementado como tubería en redes de acueducto. “Tiene una vida útil de aproximadamente cincuenta (50) años cuando se encuentra expuesta a la superficie y a una temperatura de 20 °C, pero ésta vida útil se puede prolongar cuando éste tipo de tubería se encuentre bajo tierra a aproximadamente 80 cm a cota clave y sin ningún factor externo que la afecte”⁷.

Por otra parte, y como se ha mencionado previamente, su fácil manejo hace que éste tipo de tubería se utilice en grandes obras, ahorrando en ocasiones, costos en mano de obra al momento de instalar, debido a que es un material relativamente liviano en comparación con otros productos de propiedades y comportamientos similares.

En Colombia, existen diferentes empresas que comercializan éste tipo de productos y lo hacen con base a las necesidades de cada obra, ya sea obras de gran magnitud o pequeños proyectos de viviendas familiares; generalmente, se comercializan en tramos de 6, 10 y 12 m cuando de proyectos pequeños se trata, o bien, en rollos de 50 o 100 m cuando se requieren cuantiosas cantidades de tubería para proyectos de grandes dimensiones⁸, como lo fue el caso de la “Urbanización San Jerónimo”.

Figura 10. Descargue en la obra de la tubería de polietileno de alta densidad.



Fuente. Autor.

⁷ GECOSAI [sitio web]. Propiedades y aplicaciones de la tubería de polietileno de alta densidad. [Consultado: 8 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.geosai.com/tuberia-polietileno-alta-densidad/>

⁸ PAVCO WAVIN [sitio web]. Tubería polietileno acueducto – acuaflex. [Consultado: 11 de enero de 2020]. Disponible en: <https://pavcowavin.com.co/tuberia-polietileno-acueducto-acuaflex-pavco>

En el caso particular de éste proyecto, para la red de acueducto se adquirió por parte del “Consortio VT 2015” alrededor de 450 m de tubería en polietileno de alta densidad con un diámetro de 110 mm o 4.3 pulgadas y una presión nominal (PN) de 10, todo esto correspondiente a la red externa del proyecto. Entre tanto, para la red interna se utilizará el mismo tipo de tubería, pero con un diámetro de 75 mm o 3 pulgadas.

Figura 11. Instalación del carro alineador.



Fuente. Autor.

Figura 12. Formación del cordón.



Fuente. Autor.

Figura 13. Proceso de enfriamiento.



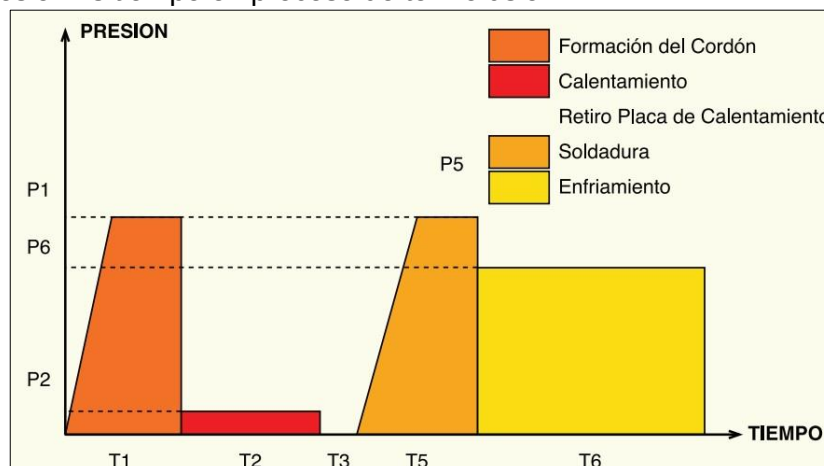
Fuente. Autor.

Como se observa en las figuras 11, 12 y 13, el empate de la tubería se ejecuta por medio de termofusión; este procedimiento es similar al que se realiza cuando se suelda el acero, por lo que una vez ejecutado, el elemento actuará de forma monolítica en toda su longitud. El equipo necesario para llevar a cabo la termofusión fue: un carro alineador manual o hidráulico, una plancha calentadora, una refrentadora, un trapo no sintético, alcohol y un cronómetro. A continuación, se presenta el proceso de termofusión elaborado en obra:

- Se acoplaron los dos tramos de tubería que se iban a empatar mediante el equipo alineador dejando que cada tubo sobresalga por lo menos 3 cm de las abrazaderas del carro alineador.
- Se ubicó la refrentadora en el carro alineador de tal forma que las cuchillas se alinearan con los dos tramos de tubería para posteriormente deshacerse del exceso de viruta.
- Se limpió con un trapo y alcohol las zonas que acababan de ser intervenidas con la refrentadora.
- Una vez se limpiaron las zonas, se procedió a colocar la plancha calentadora en medio de los dos tramos y con la ayuda del carro alineador se empujó la tubería de tal forma que estuviera en contacto con la plancha.
- Se calentó aproximadamente por 1 minuto y 40 segundos a una temperatura que varía entre 215 a 230 °C.
- Se retiró la plancha calentadora e inmediatamente se ejerció presión mediante el carro alineador.
- Se mantuvo esa presión durante 3 minutos aproximadamente y luego se retiró el equipo alineador.

El gráfico 1 que se aprecia a continuación, muestra el proceso de termofusión de la tubería de polietileno de alta densidad, desde el calentamiento de la plancha hasta su retiro y posterior enfriamiento de la tubería para así llegar a formar el cordón.

Gráfico 1. Presión vs tiempo en proceso de termofusión.



Fuente. Adaptado de manual de termofusión de Pavco Wavin, Autor.

Cabe aclarar que los tiempos, presiones y temperaturas varían de acuerdo al diámetro de tubería y al equipo que se utilice, generalmente el fabricante de los equipos proporciona los valores necesarios para cada situación que pueda presentarse en este tipo de trabajos. En total, para la red de acueducto desde la zona de empalme del Conjunto Reina Sofía hasta el tanque de almacenamiento de la Urbanización San Jerónimo, fueron necesarios 550 m de tubería.

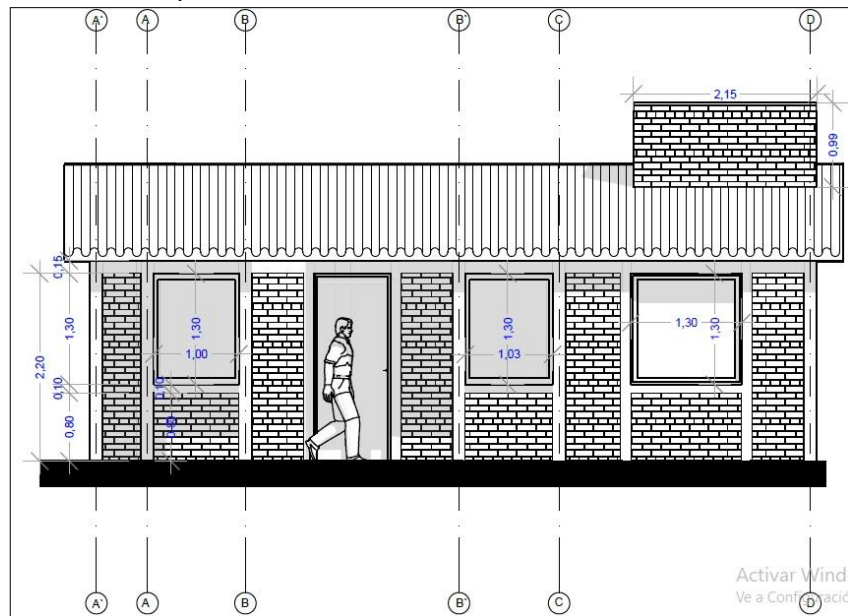
3.2 PLANOS ESTRUCTURALES PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL QUE EJECUTARÁ LA GOBERNACIÓN DE BOYACÁ EN LOS MUNICIPIOS DE TUTA, PÁEZ, SOCOTÁ Y SANTANA

Con el objetivo de apoyar a familias de estratos 2 y 3 a obtener una vivienda digna donde vivir, la Gobernación de Boyacá por medio de la Dirección de Vivienda, edificaciones y Obra pública, planea llevar a cabo éste proyecto, en el cual se construirán viviendas de interés social (VIS).

En ésta actividad se logró brindar apoyo al ingeniero estructural en la realización de los planos estructurales de viviendas de interés social (VIS) que se llevarán a cabo en los municipios de Tuta, Páez, Socotá y Santana. Estas casas tendrán un área total de 64.85 m², cuenta con tres habitaciones, con áreas útiles de 8.86 m², 8.40

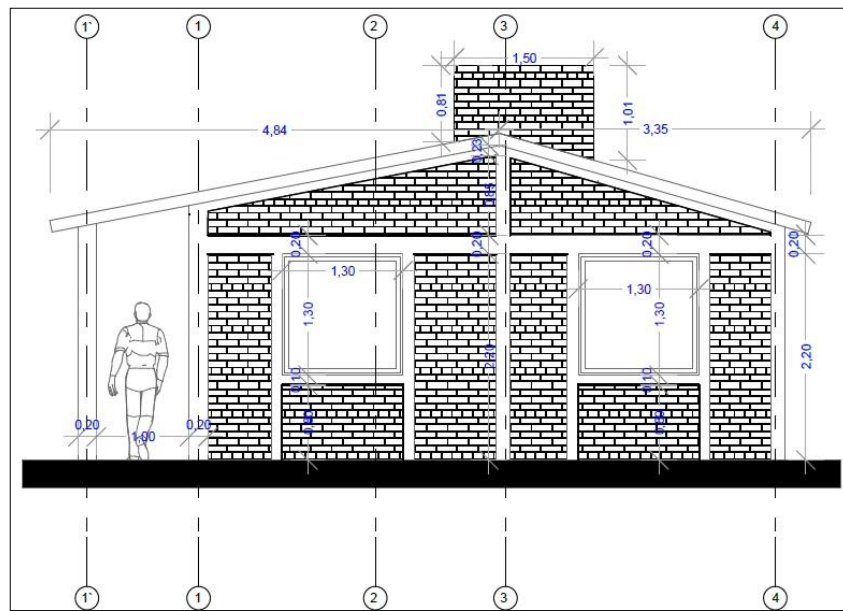
m² y 7.73 m², además, consta de una sala comedor con un área útil de 14.87 m², una cocina con un área de 4.56 m², un baño con área igual a 2.17 m² y un *hall* con un área útil de 18.26 m². Con lo descrito anteriormente, ésta vivienda beneficiará a una familia de aproximadamente cuatro habitantes.

Figura 14. Fachada Principal.



Fuente. Gobernación de Boyacá.

Figura 15. Fachada lateral.



Fuente. Gobernación de Boyacá.

3.3 DISEÑO DE DOS (2) BOX CULVERT PARA EL PROYECTO “MEJORAMIENTO CRUCE DE LA RUTA 6209 EL LLANO - SOTAQUIRÁ EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”

Este proyecto tiene como finalidad el mejoramiento del cruce de la ruta 6209 El llano – Sotaquirá, inició en el año 2012 mediante el acuerdo N° 002 del 15 de diciembre del 2012 en el cual se viabiliza, aprueba, prioriza y se asigna ejecutor a diferentes proyectos (entre ellos en el que se interviene) por parte del Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD), con cargo a los recursos del fondo de Asignaciones Directas del Sistema General de Regalías del departamento de Boyacá.

Figura 16. Acuerdo N° 002 del 15 de diciembre del 2012.

		FORMATO		VERSION: 0	
				CODIGO: PE-P19-F08	
ACUERDO OCAD BOYACÁ				FECHA: 26/09/2012	
N.	PROYECTO OCAD DEPARTAMENTAL	VALOR TOTAL	REGALÍAS DIRECTAS 2012	OTRAS FUENTES	SECTORIAL
15	Formulación de Estudios y Diseños para Terminación del Mejoramiento Pavimentación de la Vía San Miguel de Sema – Chiquinquirá Departamento de Boyacá	\$ 116.281.000,00	\$ 116.281.000,00	Ø	INFRAESTRUCTURA
16	Estudios y Diseños para el corredor vial Monquirá – Togüi – Chitaraqué Carbonero Departamento de Boyacá	\$ 487.630.000,00	\$ 487.630.000,00	Ø	INFRAESTRUCTURA
17	Estudios y Diseños para el Mejoramiento y Pavimentación de la vía Departamental Cruce Ruta 6209 el Llano – Sotaquirá con código 62BY14	\$ 337.590.000,00	\$ 337.590.000,00	Ø	INFRAESTRUCTURA
18	Estudios y Diseños Corredor Vial Firavitoba Nobsa Sogamoso del Departamento de Boyacá	\$ 375.100.000,00	\$ 375.100.000,00	Ø	INFRAESTRUCTURA
19	Mejoramiento de la vía Ramiriquí - Jenesano (Veredas Naguata y Noncetá), Departamento de Boyacá	\$ 1.227.653.584,30	\$ 913.691.797,80	\$ 313.961.876,50	ALCALDIA MUNICIPAL DE RAMIRIQUI
TOTAL		\$ 10.590.315.091,30	\$ 9.982.760.294,80		

ARTÍCULO 4°: El presente Acuerdo rige a partir de la fecha de su publicación

Fuente. Secretaría de Planeación Gobernación de Boyacá.

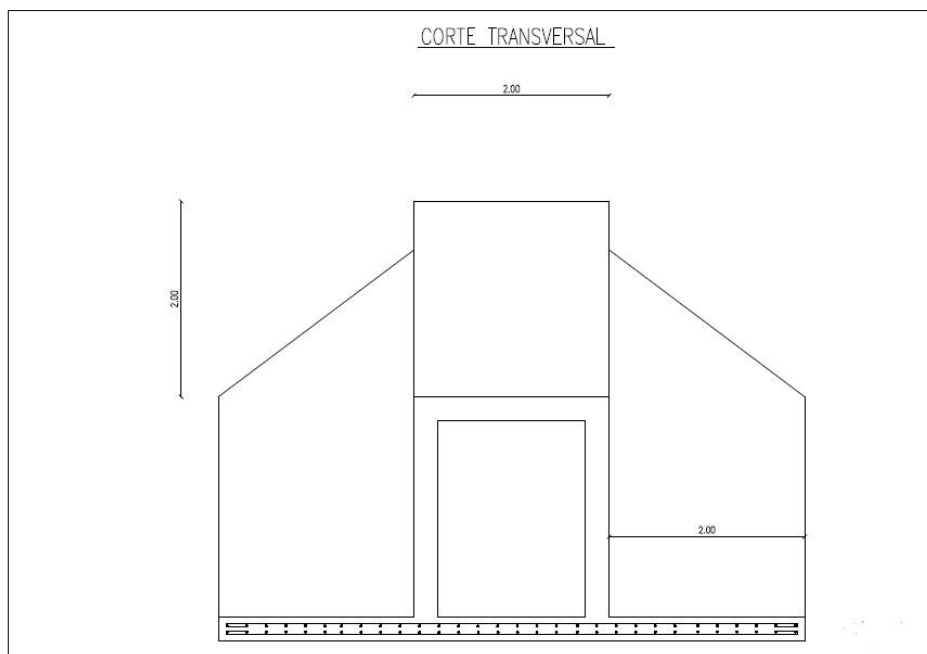
En este sentido, para el mejoramiento de ésta vía, se requirió de la elaboración de diferentes obras entre ellas los Box Culvert. Éstas estructuras se destacan por tener

diferentes usos una vez se pone en funcionamiento, pues “se utiliza como alcantarilla, puente y túnel”⁹; pero el uso principal del box culvert en diferentes proyectos es el manejo de aguas, dado que reducen desastres provocados generalmente por inundaciones y deslizamientos¹⁰.

El Box Culvert se construye en concreto reforzado y sus etapas de construcción son las siguientes: primero se realiza una excavación mecánica, posteriormente se construye una base en concreto pobre, luego se procede a armar la estructura con acero y formaletas en la parte inferior, lateral y superior, por último, se realiza el vaciado del concreto, el cual debe ser impermeabilizado.

La función que se cumplió en éste proyecto, fue la elaboración de planos estructurales, cálculo de excavación y cantidades de concreto y acero de dos Box Culvert de dimensiones 2.0 m x 2.5 m el cual se realizará en el kilómetro 8+875; y 3.0 m x 2.5 m que se llevará a cabo en el kilómetro 10+230. A continuación, se pueden apreciar en las figuras 17, 18 y 19, algunas de las vistas de cada uno de los Box Culvert realizados:

Figura 17. Corte transversal Box Culvert 2.0 m x 2.5 m.

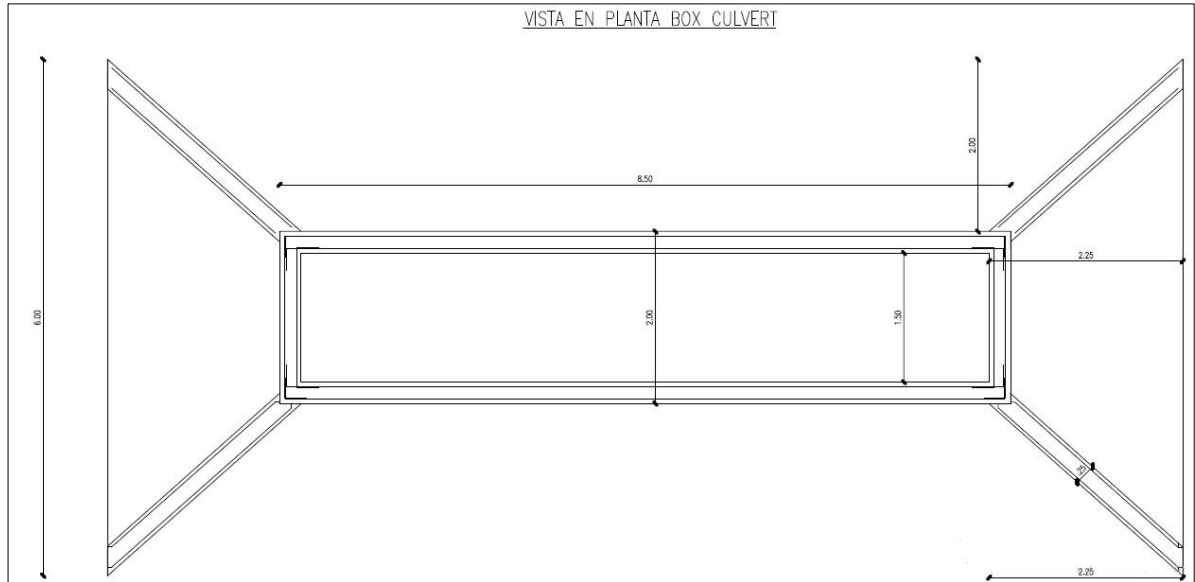


Fuente: Autor.

⁹ MARTÍNEZ, Brenda, et al. Diseño y cálculo estructural de un box-culvert para intervenir un tramo de la quebrada la dulcera. Diplomado de diseño y construcción de puentes y túneles. Pereira. Universidad Libre. Facultad de ingenierías. 2015. 10 p.

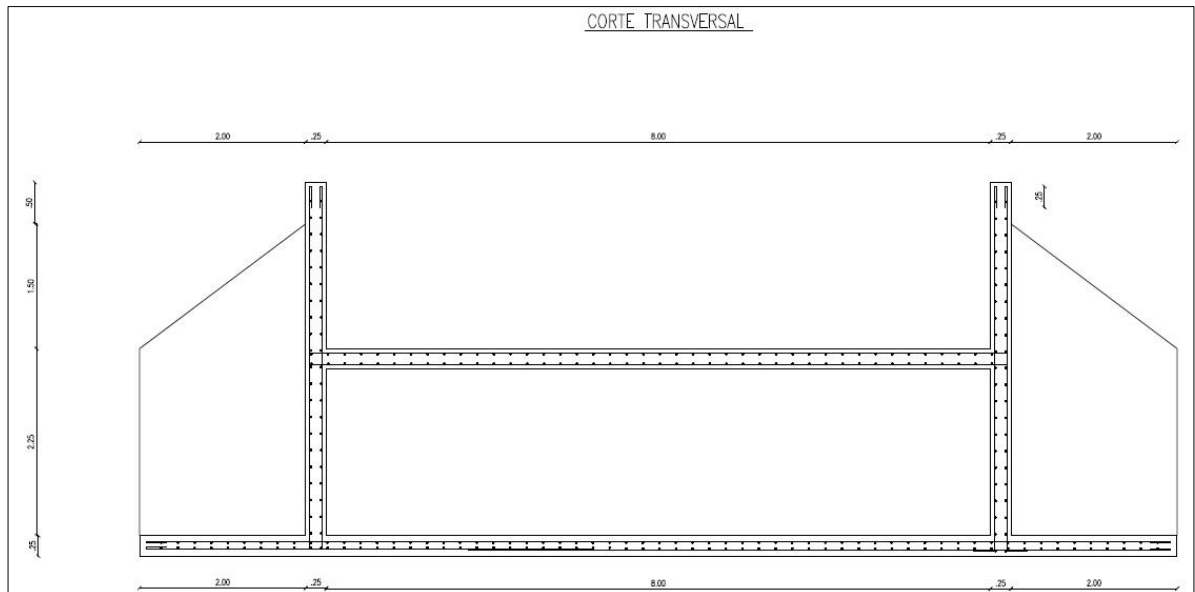
¹⁰ Ibíd., p. 26.

Figura 18. Vista en planta Box Culvert 2.0 m x 2.5 m.



Fuente: Autor.

Figura 19. Corte transversal Box Culvert 3.0 m x 2.5 m.



Fuente: Autor.

4. APORTES DEL TRABAJO

4.1 APORTES COGNITIVOS

Los aportes cognitivos realizados en el presente trabajo de pasantía permitieron a la Gobernación de Boyacá ejercer un mejor control al proyecto “Urbanización San Jerónimo”, donde se realizaron diferentes actividades que permitieron desarrollar un seguimiento constante al constructor y brindarle a través de los comités de obra, estrategias para el correcto orden en el cual debían llevarse a cabo diferentes labores con el fin de avanzar en la culminación de la primera etapa del proyecto. Además, se contribuyó en el análisis de las propiedades de materiales como la arena y el concreto aplicados en obra mediante ensayos de laboratorio, para proporcionar a la Gobernación una mejor veeduría al proyecto.

Así mismo, al realizar planos estructurales y cálculo de cantidades para proyectos de mejoramiento vial y viviendas de interés social, la Gobernación de Boyacá logró mejorar sus procesos en cuanto a tiempos de ejecución en su etapa de estudios y diseños en los proyectos “Mejoramiento cruce de la ruta 6209 El Llano - Sotaquirá en el departamento de Boyacá” y “Viviendas de interés social en los municipios de Páez, Socotá, Tuta y Santana”, dado que la entrega de estos debía realizarse en el menor tiempo posible, y para ese momento, no se contaba con el suficiente personal profesional para este tipo de trabajos.

Por otra parte, la Gobernación de Boyacá brinda a sus pasantes diferentes habilidades al ingresar en el campo laboral y que solamente se adquieren participando en obras de gran magnitud, entre las habilidades más destacadas se encuentran: trabajo a presión en situaciones reales, habilidades comunicativas con personal de construcción y estrategias de seguridad y salud en el trabajo. Así como también, la oportunidad y confianza de poder participar en grandes proyectos que requieren alta responsabilidad y concentración a fin mejorar la calidad de vida de las personas.

A continuación, se presentan los aportes cognitivos anteriormente mencionados, con los resultados obtenidos respectivamente:

4.1.1 Ensayos de laboratorio a la arena:

Se realizaron ensayos de laboratorio de arena tales como: ensayo de granulometría, ensayo de gravedad específica y ensayo de equivalente de arena; éste material se

encontraba en el proyecto “Urbanización San Jerónimo” e inicialmente se utilizaría como base y sub-base granular para las obras de urbanismo, pero finalmente decidió emplearse como agregado para el concreto. Cabe resaltar, que los informes de laboratorio de los ensayos realizados fueron suministrados a la empresa Interventora Forzza LTDA y a la Dirección de Vivienda, Edificaciones y Obra Pública de la Gobernación de Boyacá con el fin de verificar el correcto cumplimiento de las características de los materiales implementados en obra (en éste caso la arena).

- Ensayo equivalente de arena de suelos y agregados finos (I.N.V. E – 133-07): Es un procedimiento que se puede utilizar para lograr una correlación rápida en campo. A un volumen determinado de suelo o agregado fino se le adiciona una pequeña cantidad de solución floculante, mezclándolos en un cilindro de plástico (Probeta) y agitándolos para que las partículas de arena pierdan la cobertura arcillosa. Después de un período de sedimentación, se determinan las alturas de la arcilla floculada y de la arena en el cilindro. El “equivalente de arena” es la relación entre la altura de arena y la altura de arcilla, expresada en porcentaje¹¹.

Descripción de la muestra: se tomaron tres muestras distribuidas en tres probetas diferentes y con las siguientes especificaciones: agregado fino que pasa por el tamiz #4, es un material que esta sin lavar, de color amarillo anaranjado. Solución Stock (Formol, glicerina, agua destilada) la cual es un agente floculante que su función es separar partículas, esta solución se deja durante 24 horas antes de la prueba. Se realiza la mezcla y posteriormente la agitación de 90 ciclos en 30 segundos.

Figura 20. Aplicación de la muestra en solución Stock-Equivalente de arena.



¹¹ COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. INVIAS. Equivalente de arena de suelos y agregados finos. INV E-133. 1 p.

Fuente. Autor.

Figura 21. Mezclado en el agitador mecánico-Equivalente de Arena.



Fuente. Autor.

Medida: Produce como resultado un valor de la cantidad relativa de finos y material arcilloso presente en la muestra de suelo o agregado fino. También logra especificarse un valor mínimo del equivalente de arena, para limitar la cantidad permisible de finos arcillosos en un agregado.

Unidad reportada: Se tomaron dos pesos de la muestra sin lavar en unidades de gramos (g) pero sus resultados dan en porcentaje (%).

Dentro del análisis de resultados, esta es una prueba determinante para establecer si un material se puede implementar en una base, sub-base de un pavimento. Por lo tanto, el material de las probetas #1 y #3 cumplen con los requisitos exigidos por el IDU, lo que quiere decir que es un material apto para bases granulares, sub-bases granulares, capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica y capas de material granular estabilizado con cemento. Además, según lo establecido en los requisitos del IDU en sus tablas 420.2, 400.2, 400.3 y 440.2; éste material contiene un bajo porcentaje de polvos nocivos tales como limos y arcillas, por lo tanto, no tienen grandes afectaciones al utilizarlo como base y sub-base granular

- Ensayo de análisis granulométrico de agregados gruesos y finos (I.N.V. E – 213 – 07 y NTC 174):

El ensayo de granulometría es un método que nos permite identificar la fracción de granos que pasan específicamente por el tamiz N°4 y el tamiz N°200; para realizar el ensayo de granulometría, se emplea una serie de tamices, cada uno con diferente

diámetro. Su secuencia se establece de la siguiente manera: En la parte superior se encuentran los diámetros de mayor tamaño, los cuales corresponden a materiales gruesos hasta llegar a la malla o tamiz N°4, el material que pase la malla N°4 se considera como arena hasta llegar al tamiz N°200, donde cuyo material que pase este tamiz, será el material perteneciente a limos¹².

La columna de tamices se somete a movimientos y vibraciones, luego de agitar la columna de tamices se procede a evaluar el peso que se queda en cada tamiz y pesarlo en una balanza, para así ir obteniendo el porcentaje que se retiene y pasa. La suma total de cada peso debe corresponder al peso total del material que inicialmente se colocó en la columna de tamices.

Descripción de la muestra: para el ensayo de granulometría se tuvo en cuenta un tipo de material, el cual es arena.

Figura 22. Tamizado del material-Ensayo de Granulometría.



Fuente. Autor.

¹² COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos, Op. cit., p. 1.

Figura 23. Toma de datos-Ensayo de Granulometría.



Fuente. Autor.

Medida: se midió el tamaño de las partículas que pasan por cada tamiz, y se calculó la abundancia de cada uno de los tamaños por los cuales se rige la escala granulométrica.

Unidad reportada: se tomó el peso que pasa por cada uno de los tamices en gramos (gr), y así poder determinar el porcentaje que pasa (%) y el porcentaje retenido (%), para determinar la curva granulométrica según la abertura de cada tamiz.

A partir del análisis de resultados obtenidos se determinó que al realizarse el ensayo con variedad de tamices se permite tener una curva granulométrica más precisa en cuanto a sus valores, como se logra observar en el gráfico 2. Igualmente, se logró determinar que si bien, existen porcentajes retenidos que no se encuentran en el rango exigido por la NTC 174, el módulo de finura si se encuentra dentro de los rangos permisibles los cuales son entre 2,3 y 3,1 para el caso de los agregados finos como la arena.

- Ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos (I.N.V. E – 222 – 07):

“Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de gravedades específicas bulk y aparente $23 \pm 23^{\circ}\text{C}$ ($73.4/73.4^{\circ}\text{F}$), así como la absorción de agregados finos”¹³.

Descripción de la muestra: para el ensayo, se utilizó agregado fino correspondiente a arena.

¹³ COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Gravedad específica y absorción de agregados finos, Op. cit., p. 1.

Figura 24. Secado del material – Gravedad específica.



Fuente. Autor.

Figura 25. Vertido del material al matraz - Gravedad específica.



Fuente. Autor.

Medida: se midió la gravedad específica del material, es decir, “la relación entre la masa de un cierto volumen de sólidos a una temperatura dada y la masa del mismo volumen de agua destilada y libre de gas a la misma temperatura”¹⁴. Además, se midió el porcentaje de absorción que posee el material.

Unidad reportada: se sumergió la muestra en agua durante 15 horas aproximadamente, luego se procedió a calentar el material con el fin de que tenga una consistencia pertinente para posteriormente realizar la prueba de cono. Así

¹⁴ COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Determinación de la gravedad específica de los suelos y del llenante mineral, Op. cit., p. 2.

mismo, se calibró el matraz para después verter agua destilada y el material en estado saturado y superficialmente seco, inmediatamente se realizaba una agitación con el fin de remover el aire atrapado. Finalmente, se dispuso el material en un platón y se introdujo al horno la muestra durante 24 horas para posteriormente pesar el material en estado seco.

A partir de los resultados obtenidos, se determinó que los resultados de gravedad específica se encuentran dentro de los rangos normales permisibles para la implementación de la arena como agregado en el concreto, dado que generalmente, “la mayoría de los agregados naturales tienen densidades relativas entre 2,4 y 2,9”¹⁵. De igual forma, “la absorción del agregado es de vital importancia debido a la estimación del porcentaje de agua que puede absorber al momento de estimar la cantidad de agua en la mezcla del concreto”¹⁶; como consecuencia se comprobó según los datos obtenidos, que el porcentaje de absorción de la arena se encuentra dentro de los rangos normales, los cuales se recomienda que sean mayores al 1%¹⁷.

NOTA: Los resultados de cada ensayo de laboratorio se encuentran consignados en el anexo E.

4.1.2 Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto (INV E-410-07):

Este ensayo se refiere a la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tanto cilindros moldeados como núcleos extraídos, y se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/pie³). consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados o a núcleos, a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste¹⁸.

¹⁵ GUZMÁN DÍAZ, Vidal Elías. Manual de prácticas de concreto hidráulico. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Xalapa. Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería Civil. 2009. 41 p.

¹⁶ *Ibíd.*, p. 44.

¹⁷ DAFICO ALVES, José. Manual de tecnologia do concreto [en línea]. 4 ed. Goiânia. 2002. 32 p. [Consultado: 27 de febrero de 2020]. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/60448508/MANUAL_DE_TECNOLOGIA_DO_CONCRETO_-_FORMATADO20190831-18080-1ivpp3r.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMANUAL_DE_TECNOLOGIA_DO_CONCRETO.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200227%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200227T061656Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=a91c017b93ef4561a75faa8ef3cfa043d4a9bd0e1068723731d585c922de3383

¹⁸ COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Resistencia a la compresión de cilindros de concreto, Op. cit., p. 1.

Descripción de la muestra: para el ensayo se utilizaron tres especímenes de concreto con medidas de: 30 cm de longitud y 15 cm de diámetro.

Figura 26. Resultado cilindro N°3.



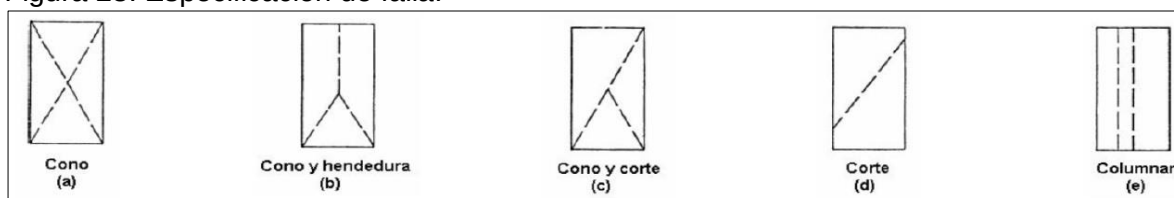
Fuente: Autor.

Figura 27. Muestras de concreto después de la falla.



Fuente: Autor.

Figura 28. Especificación de falla.



Fuente: Adaptado de INV E-410-07, Autor.

Nota: según la figura 28, el tipo de falla presentado en los especímenes de concreto fue de corte (d).

Medida: se midió la resistencia a la compresión que posee el material, en este caso el concreto.

Unidad reportada: se tomó el peso y dimensiones de cada espécimen de concreto y posteriormente se introdujo cada muestra a la máquina de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto.

Dentro del análisis realizado se observó que los resultados de laboratorio no fueron los esperados dado que no se cumplió con la resistencia de diseño, esto puede ser consecuencia de que tanto el agregado fino como el agregado grueso se encontraban expuestos a la intemperie días antes al proceso de fundición. De igual forma, al utilizar un aditivo impermeabilizante (como fue el caso de este proyecto), “la resistencia puede verse notablemente afectada, además de modificar el tiempo de fraguado del concreto, por consiguiente, se recomienda que en futuras oportunidades se realicen ensayos previos con éste aditivo”¹⁹. Sin embargo, el “Consortio Vivienda Tunja 2015”, realizó pruebas posteriores con especímenes de las mismas edades a los implementados en el presente proyecto de pasantía, y sus resultados fueron satisfactorios e incluso, superaron la resistencia de diseño de 4000 PSI.

4.1.3 Planos estructurales de viviendas de interés social en los municipios de Páez, Socotá, Tuta y Santana:

Al realizar dicha actividad, fueron necesarios en primera instancia los planos arquitectónicos, que en éste caso fueron suministrados por la Dirección de Vivienda, Edificaciones y Obra Pública, con éstos se analizó el tipo de cimentación y sistema estructural que exigían las viviendas. Además, se llevó a cabo la verificación de los coeficientes de aceleración y velocidad suministrados por el título A según el apéndice A-4 de la NSR-10, donde se encontró que el municipio con menor riesgo de aceleración horizontal en un sismo es el municipio de Santana.

Tabla 3. Valores de Aa, Av y definición de zonas de amenaza sísmica en el departamento de Boyacá.

Municipio	Código del municipio	Aa	Av	Zona de amenaza sísmica
Páez	15514	0.30	0.25	Alta
Santana	15686	0.15	0.20	Intermedia

¹⁹ UNIVERSIDAD CÉNTRAL DE VENEZUELA. Los aditivos. Trabajo de investigación grupo de hormigón. Universidad Central de Venezuela. Escuela ingeniería en construcción. 11 p.

Municipio	Código del municipio	Aa	Av	Zona de amenaza sísmica
Socotá	15755	0.25	0.30	Alta
Tuta	15837	0.20	0.25	Alta

Fuente: Adaptado de NSR-10 apéndice A-4, Autor.

Una vez identificados los datos consignados en la tabla 3, se procedió a dimensionar la estructura, basado principalmente en el título E, dado que proporciona ciertas especificaciones que se deben tener en cuenta al momento de diseñar edificaciones de uno y dos pisos como es el caso de éste proyecto.

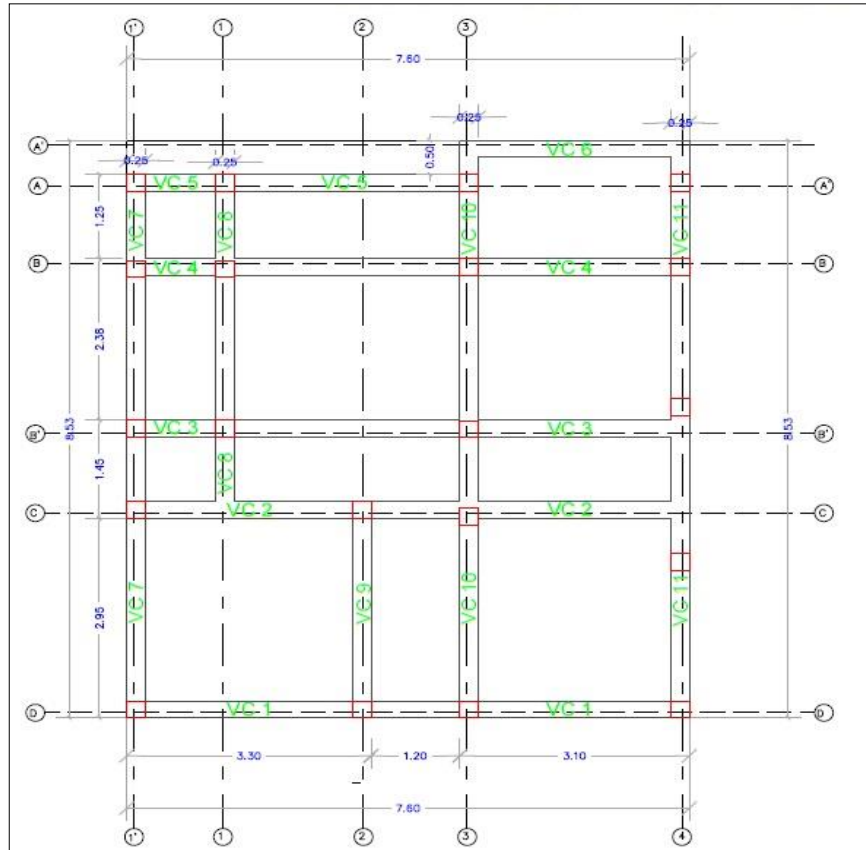
Para el proceso de cimentación fue necesario un sobrecimiento en mampostería reforzada de 0.08 m de espesor según NSR-10 E.2.2.4, y un sistema reticular de vigas de cimentación de 0.25 m de ancho por 0.30 m de alto, todo esto basado en la normatividad aplicable. Así mismo, para las columnas se implementaron dimensiones de 0.25 m x 0.25 m, se tuvo en cuenta, además, los espaciamientos permisibles respecto a su ubicación; en cuanto a su dimensión se observó la capacidad de disipación de energía que poseía el municipio más crítico según título C.

Tabla 4. Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones.

	Sistema estructural	Un piso	Dos pisos	Resistencia mínima (MPa)	
Anchura	Mampostería	250 mm	300 mm	fy	f'c
	Bahareque	200 mm	250 mm		17
Altura	Mampostería	200 mm	300 mm		
	Bahareque	150 mm	200 mm		
Acero longitudinal		4 N°3 (ó 10M)	4 N°4 (ó 12 M)	420	
Estribos		N°2 a 200 mm	N°2 a 200 mm	240	
Acero para anclaje de muros	Mampostería	N°3	N°3	412	
	Bahareque	N°3	N°4		

Fuente: Adaptado de NSR-10 E.2.2-1, Autor.

Figura 29. Planta de ubicación de vigas de cimentación de viviendas VIS.

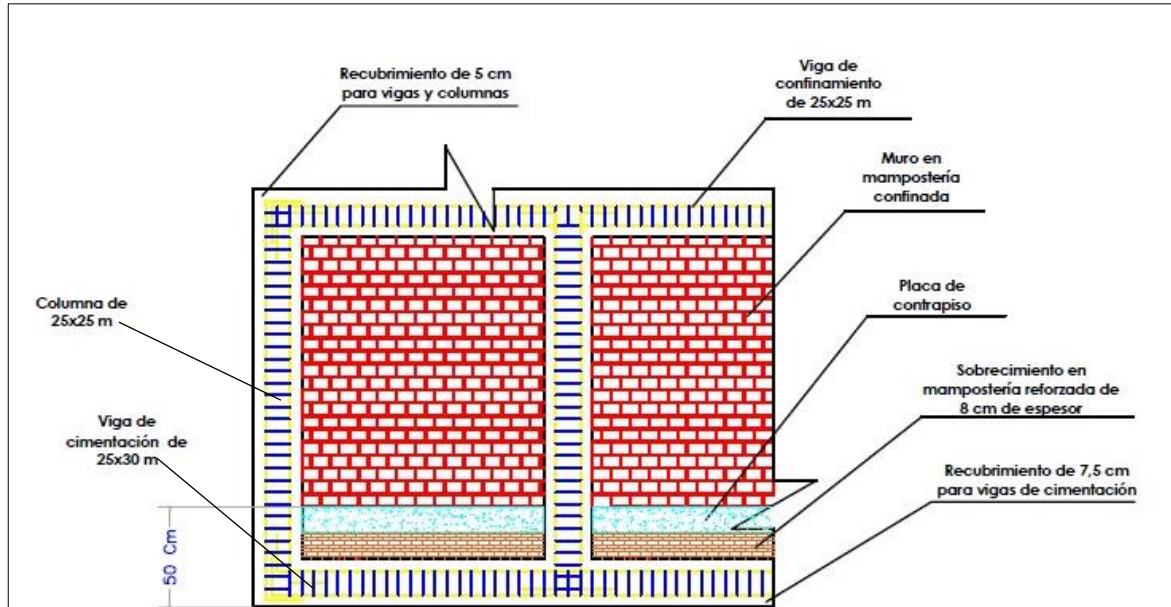


Fuente: Autor.

Por otra parte, las vigas de confinamiento se dimensionaron a partir de los requisitos correspondientes a NSR-10 E.4.4., donde se especifica el área transversal mínima de 200 cm^2 , además de la localización de estas, las cuales deben ubicarse de tal manera que formen anillos reticulados conectados entre sí; por tanto, el área transversal utilizada fue de $0.25 \text{ m} \times 0.25 \text{ m}$.

A continuación, en la figura 30 se presenta un detalle de un muro típico desde su cimentación hasta la viga de confinamiento, cabe resaltar que según NSR-10. E.2.2.4, exige que la estructura posea algún tipo de sobrecimiento que puede ser en mampostería o en concreto reforzado y debe tener un espesor mínimo de 8.0 cm ; así mismo, el nivel inferior de las vigas de cimentación se debe encontrar a una profundidad mínima de 0.50 m respecto del nivel de acabado superior en la placa de contrapiso.

Figura 30. Detalle de muro típico.

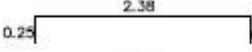
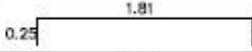
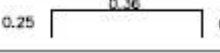
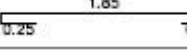
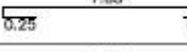
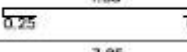
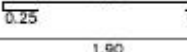
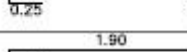
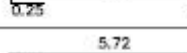
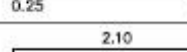
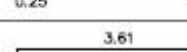
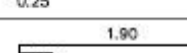


Fuente: Autor.

4.1.4 Diseño de dos (2) Box Culvert para el proyecto “Mejoramiento cruce de la ruta 6209 el llano - Sotaquirá en el departamento de Boyacá”:

Al realizar los planos estructurales expuestos previamente en las actividades desarrolladas, se procedió a elaborar el cálculo de cantidades de concreto, acero y excavación a partir de cartillas de aceros y hojas de cálculo que se presentan a continuación en las figuras 31 y 32:

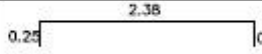
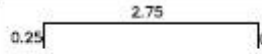
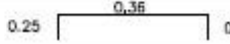
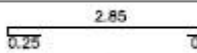
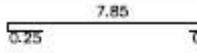
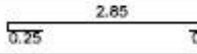
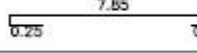
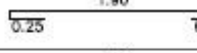
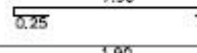
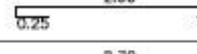
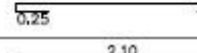
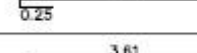
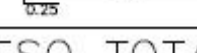
Figura 31. Cartilla de aceros de Box Culvert 2.0 m x 2.5 m.

CARTILLA DE ACEROS BOX 2.0X2.5 m							
No.	Ø	Sep.	Cant.	L	Despiece	Long. Total (m)	Peso total (Kg)
1	5	0.20	4	2.88		11.52	17.88
2	5	0.20	4	2.31		9.24	14.34
3	5	0.20	172	0.86		147.92	229.57
4	5	0.20	40	2.35		94	145.89
5	5	0.20	10	8.35		83.5	129.59
6	5	0.20	40	2.35		94	145.89
7	5	0.20	10	8.35		83.5	129.59
8	5	0.20	80	2.40		192	297.98
9	5	0.20	20	8.40		168	260.74
10	5	0.20	20	2.40		48	74.5
11	5	0.20	20	2.40		48	74.5
12*	5	0.20	22	6.22		97.72	151.66
13*	5	0.20	25	2.60		107.26	166.47
14*	5	0.20	40	4.11		137.4	213.24
15*	5	0.20	72	2.40		150.4	233.42
PESO TOTAL							2285.26
NOTAS: P12 varía desde 2.66 m hasta 6.22 m P13 varía desde 0.10 m hasta 2.60 m P14 varía desde 2.76 m hasta 4.11 m P15 varía desde 0.30 m hasta 2.40 m							

Fuente: Autor.

Las barras de refuerzo que varían su longitud (P12, P13, P14 Y P15), pertenecen al acero de las aletas, debido a que éstas tienen forma trapezoidal y como consecuencia de esto cada barra tendrá una longitud diferente. Por lo tanto, para realizar el cálculo total del acero de cada Box Culvert, se observaron los planos estructurales previamente elaborados y se efectuaron las mediciones correspondientes teniendo en cuenta los ganchos para cada barra.

Figura 32. Cartilla de aceros de Box Culvert 3.0 m x 2.5 m.

CARTILLA DE ACEROS BOX 3.0X2.5 m							
No.	Ø	Sep.	Cant.	L	Despiece	Long. Total (m)	Peso total (Kg)
1	5	0.20	4	2.88		11.52	17.88
2	5	0.20	4	3.25		13	20.18
3	5	0.20	172	0.86		147.92	229.57
4	5	0.20	40	3.35		134	207.97
5	5	0.20	15	8.35		125.25	194.39
6	5	0.20	40	3.35		134	207.97
7	5	0.20	15	8.35		125.25	194.39
8	5	0.20	80	2.40		192	297.98
9	5	0.20	20	8.40		168	260,74
10	5	0.20	30	2.40		72	111.74
11	5	0.20	20	3.40		68	105,54
12*	5	0.20	32	9.22		206.26	320.11
13*	5	0.20	86	3.61		221.26	166.47
14*	5	0.20	60	4.11		205.8	319.40
15*	5	0.20	36	3.40		211.2	327.78
PESO TOTAL							2982.11
NOTAS: P12 varía desde 3.68 m hasta 9.22 m P13 varía desde 0.18 m hasta 3.61 m P14 varía desde 2.73 m hasta 4.13 m P15 varía desde 0.30 m hasta 2.40 m							

Fuente: Autor.

Por decisión del ingeniero estructural, se estipuló que todas las barras de refuerzo se separen a una distancia de 0.20 m. Así mismo, todos los ganchos de las barras de acero corrugadas tendrán una longitud de 0.25 m y se encontrarán a 180° a excepción de las barras P1, P2 y P3, las cuales tendrán ganchos de 90° pertenecientes a la caja o túnel del Box Culvert.

Tabla 5. Cantidades de concreto de 3000 PSI impermeabilizado para muros.

Localización	Dimensiones					Unidades	m³
	Largo (m)	Espesor (m)	Ancho (m)	Cantidad	Desperdicio	Subtotal m³	Total (rendimiento * subtotal)
BOX CULVERT DE 2.0 M X 2.50 M							
Muro lateral 1	8	0,25	2	1	1,1	4,00	4,40
Muro lateral 2	8	0,25	2	1	1,1	4,00	4,40
Muro superior	8	0,25	2	1	1,1	4,00	4,40
Aleta derecha	2	0,25	3,8	2	1,1	3,75	4,13
Aleta izquierda	2	0,25	3,8	2	1,1	3,75	4,13
Elemento confinamiento	2	0,25	2	2	1,1	2,00	2,20
					SUB TOTAL		23,65
BOX CULVERT DE 3.0 m X 2.50 m							
Muro lateral 1	8	0,25	2	1	1,1	4,00	4,40
Muro lateral 2	8	0,25	2	1	1,1	4,00	4,40
Muro superior	8	0,25	2	1	1,1	4,00	4,40
Aleta derecha	3	0,25	3,8	2	1,1	5,63	6,19

Localización	Dimensiones					Unidades	m³
	Largo (m)	Espesor prom (m)	Ancho (m)	Cantidad	Desperdicio	Subtotal m³	Total (rendimiento * subtotal)
Aleta izquierda	3	0,25	3,8	2	1,1	5,63	6,19
Elemento confinamiento	3	0,25	2	2	1,1	3,00	3,30
					SUB TOTAL		28,89

Fuente: Autor.

Tabla 6. Cantidades de concreto de 3000 PSI impermeabilizado para placa.

Localización	Dimensiones					Unidades	m³
	Largo (m)	Espesor prom (m)	Ancho (m)	Cantidad	Desperdicio	Subtotal m3	Total (rendimiento * subtotal)
BOX CULVERT DE 2.0 m X 2.5 m							
Placa fondo	8	0,25	2,0	1	1,1	4,0	4,40
Placa ampliación	2,25	0,25	6,0	2	1,1	2,3	2,48
					SUB TOTAL		6,88
BOX CULVERT DE 3.0 m X 2.5 m							
Placa fondo	8	0,25	3,0	1	1,1	6,0	6,60

Localización	Dimensiones					Unidades	m ³
	Largo (m)	Espesor (m)	Ancho (m)	Cantidad	Desperdicio	Subtotal m3	Total (rendimiento * subtotal)
Placa ampliación	3,25	0,25	9,0	2	1,1	4,88	5,37
					SUB TOTAL		11,97

Fuente: Autor.

Las tablas 5 y 6, corresponden a las cantidades de concreto necesarias para la construcción de los Box Culvert, recalando que en cada una de las placas y el muro superior se utilizaron recubrimientos de 7.5 cm, mientras que para los demás elementos se emplearon recubrimientos de 5.0 cm; el recubrimiento es algo necesario para las estructuras, además de ser el encargado de proteger principalmente al acero ante agentes externos que puedan generar algún tipo de daño a este, como es el caso de la corrosión.

El presupuesto total del proyecto, el suministro, figurado y armado de acero de refuerzo 420 MPa, la cantidad de concreto pobre de 14 MPa y la cantidad necesaria de excavación para cada Box Culvert, así como los planos estructurales se pueden observar de manera detallada en los anexos G y H.

4.2 APORTES A LA COMUNIDAD

El trabajo de los ingenieros, generalmente se remite a realizar obras que generen un crecimiento tanto personal como profesional y que beneficien a la sociedad quien finalmente es la que aprovechará dichas obras facilitando principalmente las actividades comerciales entre pueblos y ciudades²⁰.

²⁰ PÉREZ, Gerson. La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia [en línea]. Trabajo de investigación sobre economía regional. Cartagena. Banco de la República. Centro de estudios económicos regionales. 2005. 5 p. [Consultado: 28 de febrero de 2020]. Disponible en: https://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-64.pdf

En éste caso, con el trabajo de pasantía realizado en la Secretaría de Infraestructura de la Gobernación de Boyacá, se logró aportar en diferentes aspectos y proyectos a la comunidad, como es el caso de los beneficiarios del proyecto “Urbanización San Jerónimo”, en cada comité y seguimiento de obra ejecutado, generalmente asistía un beneficiario de dicho proyecto; en el comité se le exponía al beneficiario el estado del proyecto y cada una de las falencias y fortalezas con las que contaba la obra hasta ese momento para su posterior entrega; para esto, se consiguió asistir a un comité administrativo en el cual se abordaron diferentes temas como: la entrega y recibos a satisfacción, escrituración, ampliación de redes de agua potable y gas natural, cierre financiero de las torres 3 y 4, pagos correspondientes a beneficiarios de las torres 3 y 4, desistimientos y devolución del dinero a los beneficiarios, así como también los trámites de áreas de cesión.

A partir del comité administrativo, se identificó la necesidad de citar a los beneficiarios de la torre 2 para verificar los apartamentos con la finalidad de dar una idea a los mismos acerca del estado de la obra, para esto, se brindó un apoyo que consistió en realizar el acompañamiento a dichos beneficiarios en la revisión de apartamentos, aclarando cualquier tipo de dudas y explicando a grandes rasgos el alcance del proyecto, es necesario resaltar que ésta labor se realizó en conjunto con la interventoría y los residentes de obra del proyecto.

Posteriormente, se debía realizar la intervención de la vía para la instalación de la red de agua potable; esta era la actividad más crítica debido a los permisos, materiales, mano de obra y tiempo necesario para su ejecución; igualmente, de ésta actividad dependía el cumplimiento de la primera etapa del proyecto, dado que sin el suministro de agua, no se podían firmar los recibos a satisfacción y tampoco el cierre financiero, por lo tanto, no se lograría realizar el proceso de escrituración ni tampoco la entrega de apartamentos a los beneficiarios. A partir de éste análisis se decidió iniciar con los trámites de intervención para ejecutar la instalación de la red de acueducto, proceso apoyado por la empresa Veolia, desde su etapa inicial hasta la finalización de la pasantía.

Así mismo, en proyectos como el mejoramiento del cruce de la ruta 6209 el Llano - Sotaquirá en el departamento de Boyacá y la elaboración de planos estructurales de viviendas de interés social en los municipios de Páez, Socotá, Tuta y Santana; la comunidad perteneciente a éstas zonas se verá ampliamente beneficiada con éste tipo de proyectos que buscan mejorar la calidad de vida de las personas con menos recursos, para que éstas puedan tener una vivienda digna donde vivir y además, brindar a las comunidades mejores vías de acceso para poder promover el turismo y mejorar el transporte de insumos agrícolas y alimentos en el municipio de Sotaquirá cuya actividad económica principal es la producción de alimentos del sector lechero.

5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

Actualmente la Secretaría de Infraestructura Pública, lleva a cabo diferentes proyectos a lo largo del departamento de Boyacá, mediante los cuales, la comunidad se ve beneficiada en aspectos como la construcción de vivienda gratuita en la “Urbanización San Jerónimo” y las “Viviendas de interés social en los municipios de Páez, Socotá, Tuta y Santana cuyo valor máximo es de 135 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV) de los cuales la Gobernación de Boyacá subsidia cierto porcentaje favoreciendo especialmente a familias de estratos dos y tres del departamento.

Así mismo, los proyectos para el mejoramiento de vías departamentales como la que conduce al municipio de Sotaquirá, impactan positivamente la economía de la región basada en la producción agrícola de papa, maíz, durazno, pera, ciruela y en la ganadería dedicada especialmente a la obtención de leche²¹. Además, el municipio cuenta con diferentes atractivos turísticos que atraen a visitantes de diferentes partes de la región y del país.

Por lo anterior, la importancia de ejecutar proyectos que impacten de forma positiva a la población boyacense puesto que, con el mejoramiento de la vía, se optimizará notablemente el transporte y extracción de alimentos agrícolas y lecheros procedentes de ésta región de importancia económica para el departamento, fortaleciendo el turismo e incentivando la llegada de visitantes nacionales y extranjeros, que finalmente, beneficiará económicamente a la población mercantil del municipio de Sotaquirá.

El apoyo brindado al proyecto “Mejoramiento cruce de la ruta 6209 El Llano – Sotaquirá” permitió consolidar los diseños estructurales y la generación de cantidades de obra, en este sentido, las actividades anteriormente mencionadas lograron reducir los tiempos en la etapa de estudios y diseños de la fase tres (ingeniería de detalle) contribuyendo directamente al desarrollo de proyectos de infraestructura departamental.

Igualmente, mediante el trabajo desempeñado como modalidad de grado de pasantía, se adquirieron diferentes conocimientos, así como también se puso en

²¹ COLOMBIA TURISMO WEB [sitio web]. Sotaquirá. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <http://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/BOYACA/MUNICIPIOS/SOTAQUIRA/SOTAQUIRA.htm>

práctica cada uno de ellos para el servicio de la comunidad, en éste caso es la más beneficiada mediante las obras que están siendo ejecutadas por la Secretaría de Infraestructura Pública. Además, se puede resaltar que la Gobernación de Boyacá también se vio plenamente beneficiada con la pasantía ejecutada en la Dirección de Vivienda, Edificaciones y Obra Pública, dado que al ser una práctica profesional estudiantil “ad honorem”, se logró reducir algunos costos de personal necesarios para desarrollar las funciones que se cumplieron durante éste periodo.

Con respecto a la Universidad Santo Tomás, promueve en sus estudiantes la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos necesarios en la vida profesional de sus futuros egresados en diversas entidades tanto públicas como privadas. Adicionalmente, mediante este tipo de modalidad de grado la Institución logra ser reconocida y generar convenios entre estas entidades que abren la oportunidad a futuros estudiantes de realizar ejercicios similares.

6. CONCLUSIONES

- Mediante el trabajo desempeñado en las diferentes actividades de apoyo realizadas durante el presente proyecto de pasantía se lograron afianzar y poner en práctica los conocimientos adquiridos en el campo de las estructuras, la geotecnia y manejo de aguas, ayudando a mejorar el desempeño de las labores propuestas en la obra.
- Por medio de la veeduría técnica realizada en el proyecto “Urbanización San Jerónimo”, y a través de los comités y las bitácoras semanales, se observó que la causa de los retrasos más importantes en obra fueron consecuencia de la falta de flujo financiero constante por parte del constructor; como resultado de esto, no era posible concluir la primera etapa de ejecución del proyecto y por lo tanto generaba retención de recursos financieros por parte de la fiduciaria encargada.
- A través del seguimiento ejecutado en el proyecto “Urbanización San Jerónimo”, se adquirieron y consolidaron conocimientos relacionados con los permisos de intervención de las vías, materiales implementados y procesos necesarios para llevar a cabo trabajos como la ampliación de la red de acueducto; nociones que solo pueden obtenerse mediante la práctica en el ámbito laboral debido a que su desarrollo está ligado con las actividades de ejecución necesarias durante el avance del proyecto.
- A lo largo del desarrollo de la pasantía en el proyecto “Urbanización San Jerónimo”, se logró realizar seguimiento a los materiales implementados en obra como la arena y el concreto, donde se verificaron sus estándares de calidad que permitieron dar a conocer a la Gobernación de Boyacá las buenas prácticas realizadas en dicho proyecto gracias a que los resultados obtenidos fueron los esperados favoreciendo así al control de los procesos ejecutados en obra.
- Mediante los planos estructurales elaborados durante la pasantía, se contribuyó al desarrollo de los preliminares de los proyectos: “Viviendas de interés social en los municipios de Tuta, Páez, Socotá y Santana” y “Mejoramiento cruce de la ruta 6209 El Llano - Sotaquirá en el departamento de Boyacá”, que permitieron observar e identificar diversas posibilidades para su ejecución, donde a partir de los planos anteriormente mencionados, se realizaron los presupuestos para su construcción teniendo en cuenta las necesidades y la topografía de los municipios. En este sentido, el diseño de estos preliminares contribuyó al

mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad, debido al impacto que estos proyectos generarán en el transporte de alimentos, el turismo y economía local.

- Gracias al proyecto “Mejoramiento cruce de la ruta 6209 El Llano - Sotaquirá en el departamento de Boyacá” y partir de sus análisis de precios unitarios, se logró establecer una relación con los planos estructurales para el cálculo de las cantidades de concreto y acero permitiendo dimensionar los costos de materiales necesarios para la ejecución de las estructuras de drenaje vial de este proyecto de gran magnitud.
- La modalidad de grado de pasantía brinda a los estudiantes la oportunidad de ingresar al campo laboral, promoviendo el crecimiento personal y profesional, beneficiando directamente a la comunidad contribuyendo en la reducción de las necesidades básicas insatisfechas del lugar donde se ejecutan los diferentes proyectos apoyados durante la pasantía, aportando al desarrollo de la misma, siendo lo anterior uno de los principales objetivos del ingeniero civil.

7. GLOSARIO

AA: coeficiente representativo para la aceleración horizontal pico efectiva para diseño²².

ACOMETIDA DE AGUA: es la parte de la instalación que enlaza la red general que está instalada en la calle con la instalación interna general del inmueble²³.

AD HONOREM: Sin retribución alguna, por solo la honra²⁴.

ÁREA ÚTIL: es la superficie del suelo delimitada por el perímetro definido por la cara interior de los cerramientos externos de un edificio o de un elemento de un edificio, incluyendo la mitad de la superficie del suelo de sus espacios exteriores de uso privativo cubiertos (tales como terrazas, balcones y tendedores, porches, muelles de carga, voladizos, etc.), medida sobre la proyección horizontal de su cubierta²⁵.

ÁREAS DE CESIÓN: son aquellas aprobadas y señaladas en los planos urbanísticos por parte de la autoridad urbanística, con una destinación pública y usos específicos como vías, zonas verdes (parques) y demás que señale dicha autoridad, la cual establece también sus dimensiones y linderos²⁶.

AV: coeficiente representativo para la velocidad horizontal pico efectiva para diseño²⁷.

BOX CULVERT: alcantarilla en cajón²⁸

²² ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. En: Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Bogotá: Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. 2010. A-13 p.

²³ DICCIONARIO DE LA CONSTRUCCIÓN [Sitio web]. Acometida de agua. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/instalaciones-cerramientos-y-acabados/fontaneria-y-calefaccion/acometida-de-agua>

²⁴ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA [sitio web]. Diccionario del español jurídico. Ad honorem. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://dej.rae.es/lema/ad-honorem>

²⁵ TINSA [sitio web]. Superficie útil. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.tinsa.es/glosario-inmobiliario/superficie-util/>

²⁶ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Bogotá, más cerca de la gente. Incorporación y entrega de las áreas de cesión a favor del municipio. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://guiatramitesyservicios.bogota.gov.co/tramite-servicio/entrega-de-zonas-de-cesion-al-distrito-capital/>

²⁷ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente, Op. cit., p. A-13.

²⁸ MARTÍNEZ, Brenda, et al. Diseño y cálculo estructural de un box-culvert para intervenir un tramo de la quebrada la dulcera. Diplomado de diseño y construcción de puentes y túneles. Pereira. Universidad Libre. Facultad de ingenierías. 2015. 7 p.

CIERRE FINANCIERO: es la consecución de un monto mínimo de Recursos de Deuda para el Proyecto, en los términos y condiciones señalados en el presente Contrato²⁹.

CIMENTACIÓN: conjunto de elementos estructurales construidos en la base de una estructura con la finalidad de transmitir sus cargas al subsuelo de soporte³⁰.

COLUMNAS: son elementos estructurales que son sometidos generalmente a una carga axial de compresión o a compresión y flexión, que puede incluir o no la torsión o los esfuerzos cortantes, y con una relación de longitud a la menor dimensión de la sección de 3 o más³¹.

COMITÉ DE OBRA: es un evento que se realiza periódicamente según la programación establecida por la dirección de obra³².

CONCRETO: material estructural que se forma por la mezcla homogénea de agregados inertes finos o arena, agregados gruesos o grava, cemento hidráulico y agua, con o sin aditivos³³.

CONCRETO REFORZADO: concreto al que se le ha adicionado un refuerzo de acero en forma de barras, mallas electrosoldadas y demás, con el fin de absorber los esfuerzos que el concreto por su propia condición no lo puede hacer, generando un trabajo conjunto a partir de la compatibilidad de deformaciones de los dos materiales³⁴.

CONSORCIO: es una asociación de dos o más personas que tienen como finalidad elaborar una propuesta de ejecución de un proyecto con el propósito de obtenerlo y posteriormente ejecutarlo de manera eficiente. A diferencia de la Unión Temporal, en el consorcio, una sanción afectará a todos los social por igual; caso contrario ocurre en la Unión Temporal donde se evalúa el grado de responsabilidad de cada socio y se determina quien o quienes serán los responsables directos³⁵.

²⁹ AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA [sitio web]. ANI. Cierre financiero. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.an.gov.co/glosario/cierre-financiero>

³⁰ SEGURA FRANCO, Jorge Ignacio. Estructuras de concreto I. 7 ed. Bogotá: 2011, 421 p. ISBN: 978-958-99888-0-0.

³¹ SEGURA FRANCO, Jorge Ignacio. Estructuras de concreto I. 7 ed. Bogotá: 2011, 263 p. ISBN: 978-958-99888-0-0.

³² MORA, Fernando. Exposición de preliminares: comité de obra [en línea]. SlideShare. (3 de marzo de 2017). [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/f3rmando39/comite-de-obra-en-colombia>

³³ SEGURA FRANCO, Op. cit., p. 3.

³⁴ *Ibíd.*, p. 4.

³⁵ COLOMBIA LEGAL CORPORATION [sitio web]. Consorcios y Uniones Temporales: definición y obligaciones. (21 de enero de 2016). [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://colombialelegalcorp.com/blog/consorcios-uniones-temporales-definicion-obligaciones-colombia/>

CURADURÍAS: son un acuerdo de la ley 338 de 1997, las entidades encargadas de estudiar, tramitar y expedir las licencias de construcción en los casos que contempla la ley³⁶.

CURADO: proceso por medio del cual el concreto endurece y adquiere resistencia, una vez colocado en su posición final³⁷.

DURABILIDAD: capacidad de una estructura o elementos estructurales para garantizar que no se presente deterioro perjudicial para el desempeño requerido en el ambiente para el cual se diseñó.³⁸

ESCRITURACIÓN: es el proceso mediante el cual el notario realiza una escritura pública que es firmada por el comprador y el vendedor, una vez logradas las firmas, se entiende formalizada la venta³⁹.

ESTRUCTURA: es un ensamblaje de elementos, diseñado para soportar las cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales. Además, se catalogan como estructuras de edificaciones o estructuras diferentes a las de las edificaciones⁴⁰.

FIDUCIA: es un mecanismo en el que una persona llamada fideicomitente transfiere la propiedad de ciertos bienes a otra persona llamada fiduciario, con el fin de que este último los administre y cumpla con un fin pactado por el fideicomitente para el beneficio de un tercero⁴¹.

FRAGUADO: es un proceso el cual inicia con la pérdida de viscosidad de la pasta, en el momento en que esta deja de ser deformable bajo cargas relativamente pequeñas y empieza el proceso de endurecimiento, en el que la estructura del cemento va adquiriendo resistencia mecánica. En el estado final de fraguado, debe iniciarse el proceso de curado⁴².

³⁶ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Título B – Cargas, Op. cit., p. B-3.

³⁷ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Título C – Concreto estructural, Op. cit., p. C-29.

³⁸ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Título B – Cargas, Op. cit., p. B-3.

³⁹ MARITANO, Ana Paula. Colombia – guía para comprender el proceso de escrituración [en línea]. DiarioJurídico.com. (25 de febrero de 2019). [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.diariojuridico.com/guia-para-comprender-el-proceso-de-escrituracion/>

⁴⁰ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente, Op. cit., p. A-129.

⁴¹ RENGIFO, Ramiro. La fiducia: legislación nacional y derecho comparado. 2 ed. Medellín: Fondo editorial Universidad EAFIT. 2001, 20 p. ISBN: 978-9041-91-4.

⁴² 360 EN CONCRETO [sitio web]. ARGOS. Protección y curado del concreto. (7 de enero de 2014). [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/proteccion-y-curado-del-concreto>

HALL: vestíbulo, recibidor⁴³.

INTERVENTOR: es el profesional, ingeniero civil o constructor en arquitectura e ingeniería, que representa al propietario durante la construcción de la edificación y bajo cuya responsabilidad se verifica que ésta se delante de acuerdo con todas las reglamentaciones correspondientes y siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores⁴⁴.

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD: es un polímero termoplástico derivado del petróleo⁴⁵.

RESISTENCIA NOMINAL A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO: corresponde a la resistencia a la compresión en MPa que se utiliza en el diseño de los elementos estructurales y se determina como el promedio de las resistencias de probetas de 150 por 300 mm o probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días⁴⁶.

SISTEMA COMBINADO: es un sistema estructural en el cual las cargas verticales son resistidas por un pórtico, resistente a momentos o no, esencialmente completo, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales⁴⁷.

SISTEMA DE MUROS DE CARGA O INDUSTRIALIZADO: sistema estructural que no posee un pórtico completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales generalmente en concreto reforzado o pórticos con diagonales⁴⁸.

SISTEMA DE PÓRTICOS: es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, no arriostrado, que resiste todas las cargas verticales y las fuerzas horizontales⁴⁹.

⁴³ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA [sitio web]. Diccionario de la lengua española. Hall. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/?formList=form&w=hall#>

⁴⁴ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente, Op. cit., p. A-129.

⁴⁵ CARTENPLAST [sitio web]. HDPE Polietileno a alta densidad. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://cartenplast.com/es/hdpe-polietileno-a-alta-densidad/>

⁴⁶ SEGURA FRANCO, Jorge Ignacio. Estructuras de concreto I. 7 ed. Bogotá: 2011, 4 p. ISBN: 978-958-99888-0-0.

⁴⁷ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. En: Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Bogotá: Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. 2010. A-133 p.

⁴⁸ Ibíd., p. A-133.

⁴⁹ Ibíd., p. A-133.

SISTEMA DUAL: es el sistema estructural resultante de la combinación de un pórtico espacial resistente a momentos (de capacidad moderada o alta disipación de energía) con muros estructurales o pórticos con diagonales⁵⁰.

SOBRECIMIENTO: es una viga o cadena de hormigón armado, más una estructura interior de acero, que descansa total o parcialmente sobre los cimientos y sirve de barrera para que la humedad del suelo no afecte al resto de la edificación⁵¹.

SOLUCIÓN STOCK: son composiciones concentradas de nutrientes las cuales están formuladas por sales minerales que se emplean en un medio particular. Debido al elevado número de compuestos que incluye y a que algunos de ellos se emplean a muy baja concentración, resulta más práctico preparar soluciones madre o "stocks" concentrados. Por lo tanto, la composición de una solución se debe medir en términos de volumen y masa, además de conocer la cantidad de soluto disuelto por unidad de volumen o masa de disolvente, es decir su concentración⁵².

TERMO-FUSIÓN: es un principio consiste en calentar dos superficies a una temperatura determinada y luego fusionarlas aplicando fuerza. Esta presión provoca el flujo de los materiales fundidos, haciendo que se mezclen y se produzca la fusión⁵³.

UNIÓN TEMPORAL: es un acuerdo mediante el cual dos personas o más presentan una propuesta para la adjudicación, celebración y ejecución de un contrato haciéndose responsable de cada uno de los términos y condiciones que se pacten en él⁵⁴.

VEEDURÍA: es la función, la labor o el lugar de trabajo del veedor. Un veedor, por su parte, es una persona que tiene la facultad y la responsabilidad de observar, inspeccionar y controlar ciertas cuestiones para determinar si tienen conformidad con lo establecido por las normas⁵⁵.

⁵⁰ Ibíd., p. A-133.

⁵¹ SODIMAC [sitio web]. Fundaciones: sobrecimientos. [Consultado: 16 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/content/a1730013/Constructor>

⁵² JÁCOME ORTIZ, Christian Santiago. Preparación y manejo de soluciones Stock [en línea]. SCRIBD. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/224318352/PREPARACION-Y-MANEJO-DE-SOLUCIONES-STOCK-Christian-Jacome-docx>

⁵³ GRUPO ZAMBRANO [sitio web]. Termofusión. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://grupozambrano.com/termofusion/>

⁵⁴ ACTUALÍCESE [sitio web]. Unión temporal, ¿qué es?. (18 de diciembre de 2017). [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://actualicese.com/union-temporal-que-es/>

⁵⁵ PÉREZ, Julián; GARDEY, Ana. Definición de veeduría [en línea]. DENIFICIÓN.DE. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://definicion.de/veeduria/>

VIGA: elemento estructural, horizontal o aproximadamente horizontal, cuya dimensión longitudinal es mayor que las otras dos y su sollicitación principal es el momento flector, acompañado o no de cargas axiales, fuerzas cortantes y torsiones⁵⁶.

VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL: son propiedades que deben reunir elementos de habitabilidad, estándares de calidad en diseño, arquitectura y construcción, y cuyo valor máximo no supere los 135 SMLMV⁵⁷.

⁵⁶ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA, Título C – Concreto estructural, Op. cit., p. C-40.

⁵⁷ DGB CONSTRUCTORA [sitio web]. Qué son las Viviendas de Interés Social y cómo acceder a ellas. (26 de noviembre de 2018). [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.dgbconstructora.com/que-son-las-viviendas-de-interes-social-y-como-acceder-a-ellas/>

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACTUALÍCESE [sitio web]. Unión temporal, ¿qué es?. (18 de diciembre de 2017). [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://actualicese.com/union-temporal-que-es/>

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA [sitio web]. ANI. Cierre financiero. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.an.gov.co/glosario/cierre-financiero>

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Bogotá, más cerca de la gente. Incorporación y entrega de las áreas de cesión a favor del municipio. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://guiatramitesyservicios.bogota.gov.co/tramite-servicio/entrega-de-zonas-de-cesion-al-distrito-capital/>

ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA [sitio web]. Tunja. Historia. [Consultado: 8 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.tunja-boyaca.gov.co/municipio/historia>

ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA [sitio web]. Tunja. Nuestro municipio. [Consultado: 8 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.tunja-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. En: Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente. Bogotá: Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. 2010. 186 p.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. En: Título B – Cargas. Bogotá: Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. 2010. 88 p.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. En: Título C – Concreto estructural. Bogotá: Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. 2010. 590 p.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. En: Título D – Mampostería estructural. Bogotá: Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. 2010. 84 p.

CARTENPLAST [sitio web]. HDPE Polietileno a alta densidad. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://cartenplast.com/es/hdpe-polietileno-a-alta-densidad/>

CLIMATE-DATA.ORG [sitio web]. Clima Sotaquirá. [Consultado: 22 de enero de 2020]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/boyaca/sotaquira-50008/>

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. INVIAS. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos. INV E-213-07. 9 p.

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. INVIAS. Determinación de la gravedad específica de los suelos y del llenante mineral. INV E-128-07. 11 p.

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. INVIAS. Equivalente de arena de suelos y agregados finos. INV E-133. 15 p.

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. INVIAS. Gravedad específica y absorción de agregados finos. INV E-222-07. 8 p.

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. INVIAS. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto. INV E-410-07. 16 p.

COLOMBIA LEGAL CORPORATION [sitio web]. Consorcios y Uniones Temporales: definición y obligaciones. (21 de enero de 2016). [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://colombialelegalcorp.com/blog/consorcios-uniones-temporales-definicion-obligaciones-colombia/>

COLOMBIA TURISMO WEB [sitio web]. Sotaquirá. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <http://www.colombiaturismoweb.com/DEPARTAMENTOS/BOYACA/MUNICIPIOS/SOTAQUIRA/SOTAQUIRA.htm>

DAFICO ALVES, José. Manual de tecnologia do concreto [en línea]. 4 ed. Goiânia. 2002. 147 p. [Consultado: 27 de febrero de 2020]. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/60448508/MANUAL_DE_TECNOLOGIA_DO_CONCRETO_-_FORMATADO20190831-18080-1ivpp3r.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMANUAL_DE_TECNOLOGIA_DO_CONCRETO.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200227%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200227T061656Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=a91c017b93ef4561a75faa8ef3cfa043d4a9bd0e1068723731d585c922de3383

DE LA HOZ, Vanessa. Importancia de la ingeniería civil en el desarrollo de la sociedad [en línea]. SlideShare. (23 de febrero de 2015). [Consultado: 8 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/Vanedr53/importancia-de-la-ing-civil>

DGB CONSTRUCTORA [sitio web]. Qué son las Viviendas de Interés Social y cómo acceder a ellas. (26 de noviembre de 2018). [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.dgbconstructora.com/que-son-las-viviendas-de-interes-social-y-como-acceder-a-ellas/>

DICCIONARIO DE LA CONSTRUCCIÓN [Sitio web]. Acometida de agua. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/instalaciones-cerramientos-y-acabados/fontaneria-y-calefaccion/acometida-de-agua>

GECOSAI [sitio web]. Propiedades y aplicaciones de la tubería de polietileno de alta densidad. [Consultado: 8 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.geosai.com/tuberia-polietileno-alta-densidad/>

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ [sitio web]. Localización. (29 de mayo de 2012). [Consultado: 21 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.boyaca.gov.co/localizacion/>

GRUPO ZAMBRANO [sitio web]. Termofusión. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://grupozambrano.com/termofusion/>

GUZMÁN DÍAZ, Vidal Elías. Manual de prácticas de concreto hidráulico. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Xalapa. Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería Civil. 2009. 88 p.

JÁCOME ORTIZ, Christian Santiago. Preparación y manejo de soluciones Stock [en línea]. SCRIBD. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/224318352/PREPARACION-Y-MANEJO-DE-SOLUCIONES-STOCK-Christian-Jacome-docx>

LEON GARZÓN, Germán Steven. Análisis comparativo entre el sistema industrializado empleado en la constructora urbana MB SAS con un sistema convencional, para determinar las ventajas y desventajas obtenidas por la compañía. Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero civil. Bogotá. Universidad Católica de Colombia. Facultad de ingeniería. 2016. 83 p.

MARITANO, Ana Paula. Colombia – guía para comprender el proceso de escrituración [en línea]. DiarioJurídico.com. (25 de febrero de 2019). [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.diariojuridico.com/guia-para-comprender-el-proceso-de-escrituracion/>

MARTÍNEZ, Brenda, et al. Diseño y cálculo estructural de un box-culvert para intervenir un tramo de la quebrada la dulcera. Diplomado de diseño y construcción de puentes y túneles. Pereira. Universidad Libre. Facultad de ingenierías. 2015. 62 p.

MORA, Fernando. Exposición de preliminares: comité de obra [en línea]. SlideShare. (3 de marzo de 2017). [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/f3rnando39/comite-de-obra-en-colombia>

PAVCO WAVIN [sitio web]. Tubería polietileno acueducto – acuaflex. [Consultado: 11 de enero de 2020]. Disponible en: <https://pavcowavin.com.co/tuberia-polietileno-acueducto-acuaflex-pavco>

PÉREZ, Gerson. La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia [en línea]. Trabajo de investigación sobre economía regional. Cartagena. Banco de la República. Centro de estudios económicos regionales. 2005. 5 p. [Consultado: 28 de febrero de 2020]. Disponible en: https://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-64.pdf

PÉREZ, Julián; GARDEY, Ana. Definición de veeduría [en línea]. DENIFICIÓN.DE. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://definicion.de/veeduria/>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA [sitio web]. Diccionario de la lengua española. Hall. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://dle.rae.es/?formList=form&w=hall#>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA [sitio web]. Diccionario del español jurídico. Ad honorem. [Consultado: 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://dej.rae.es/lema/ad-honorem>

REINA ARANZA, Yuri y RUBIO RAMÍREZ, Karen. Boyacá: un contraste entre competitividad, desempeño económico y pobreza [en línea]. Trabajo de investigación sobre economía regional. Cartagena. Banco de la República. Centro de estudios económicos regionales. 2016. 86 p. [Consultado: 21 de febrero de 2020]. Disponible en: https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_245.pdf

RENGIFO, Ramiro. La fiducia: legislación nacional y derecho comparado. 2 ed. Medellín: Fondo editorial Universidad EAFIT. 2001, 20 p. ISBN: 978-9041-91-4.

SEGURA FRANCO, Jorge Ignacio. Estructuras de concreto I. 7 ed. Bogotá: 2011, 596 p. ISBN: 978-958-99888-0-0.

SODIMAC [sitio web]. Fundaciones: sobrecimientos. [Consultado: 16 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/content/a1730013/Constructor>

TINSA [sitio web]. Superficie útil. [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.tinsa.es/glosario-inmobiliario/superficie-util/>

UNIVERSIDAD CÉNTRAL DE VENEZUELA. Los aditivos. Trabajo de investigación grupo de hormigón. Universidad Central de Venezuela. Escuela ingeniería en construcción. 13 p.

360 EN CONCRETO [sitio web]. ARGOS. Protección y curado del concreto. (7 de enero de 2014). [Consultado: 15 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/proteccion-y-curado-del-concreto>

9. ANEXOS

Anexo A: Bitácoras de pasantía

Anexo B: Convenio de pasantía

Anexo C: Bitácoras de obra Gobernación de Boyacá

Anexo D: Verificación de apartamentos torre 2 urbanización san jerónimo 02-08-19

Anexo E: Ensayos de laboratorio

Anexo F: Planos estructurales viviendas de interés social

Anexo G: Planos estructurales Box culvert

Anexo H: Memorias de cálculo de cantidades Box culvert