

AUXILIAR RESIDENTE DE OBRA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL  
“EDIFICIO LIMARUZ”, EN LA CIUDAD DE DUITAMA, BOYACÁ, COLOMBIA.

MANUEL ANDRÉS ACEVEDO ROJAS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
PAMPLONA  
2016

AUXILIAR RESIDENTE DE OBRA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL  
“EDIFICIO LIMARUZ”, EN LA CIUDAD DE DUITAMA, BOYACÁ, COLOMBIA.

MANUEL ANDRÉS ACEVEDO ROJAS

Anteproyecto de grado como requisito para optar al título de  
INGENIERO CIVIL

Director  
HUMBERTO JAIMES PALACIOS  
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
PAMPLONA  
2016

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Pamplona, 8 de junio de 2016.

A mi madrecita querida, que confió en mis capacidades y jamás perdió la fe en mí, quien con su apoyo desde la distancia me dio fuerza y valor para lograr esta meta en mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas aquellas personas que han apoyado mi proceso de formación. A mi madre María del Carmen, quien desde la distancia siempre me tuvo en cada una de sus oraciones, a mi hermana Blanca Emma, apoyo incondicional quien estuvo al tanto de mi avance académico y de quien siempre obtuve una voz de ánimo sin importar las circunstancias.

A mis hermanos Jairo y Ramiro, que con su sabiduría y buenos consejos siempre estuvieron allí para alentarme a seguir adelante.

A mi cuñado Nelson (El Ingeniero de la casa), que con su gran conocimiento y experiencia me asesoró para la elaboración de este proyecto.

Al Ingeniero Edgar Pérez, apoyo incondicional durante la etapa lectiva del Programa de Ingeniería Civil.

## CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN. ....	18
2. OBJETIVOS. ....	19
2.1. OBJETIVO GENERAL. ....	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS. ....	19
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	20
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA. ....	20
3.2 JUSTIFICACIÓN. ....	21
4. MARCO TEÓRICO. ....	22
4.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES Y OBRA CIVIL. ....	22
4.1.1. Trabajos preliminares. ....	22
4.1.1.1. Demoliciones. ....	22
4.1.1.2. Campamentos. ....	22
4.1.1.3. Almacén de Obra. ....	22
4.1.1.4. Cerramientos provisionales. ....	23
4.1.1.5. Desmontes y Limpieza. ....	23
4.1.1.6. Explanación y Nivelación del terreno. ....	23
4.1.2. Excavaciones. ....	23
4.1.2.1. Consideraciones Generales. ....	23
4.1.2.2. Clasificación de las excavaciones. ....	23
4.1.2.3. Excavaciones en Tierra o Conglomerado. ....	23
4.1.2.4. Excavaciones para filtros. ....	24
4.1.3. Obras Varias. ....	24
4.1.3.1. Filtros (Sub-drenajes). ....	25
4.1.3.2. Materiales. ....	25

4.1.4. Concretos.....	26
4.1.4.1. Generalidades.....	26
4.1.4.2. Materiales. ....	26
4.1.4.3. Diseño de la mezcla.....	29
4.1.4.4. Ensayos del concreto.....	30
4.1.4.5. Transporte.....	30
4.1.4.6. Colocación del concreto.....	30
4.1.4.7. Vibrado del Concreto. ....	31
4.1.5. Acero de refuerzo. ....	31
4.1.5.1. Suministro, doblaje, figuración y colocación del acero de refuerzo.....	31
4.1.5.2. Colocación del refuerzo. ....	31
4.1.5.3. Recubrimiento para el refuerzo.....	32
4.1.5.4. Ganchos, doblajes y empalmes en las barras. ....	32
4.2. DE LA ADMINISTRACIÓN DE OBRA. ....	33
4.2.1. Propietario.....	34
4.2.2. Empresa contratante.....	34
4.2.3. Ingeniero Residente.....	34
4.2.4. Maestro General. ....	34
4.2.5. Coordinador de Seguridad Industrial. ....	35
4.2.6. Almacenista. ....	35
4.2.7. Oficial de Obra.....	35
4.2.8. Auxiliar de Obra. ....	35
5. MARCO GEOGRÁFICO. ....	36
5.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	36
6. MARCO LEGAL.....	38
7. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	40
7.1. ACTIVIDADES.....	40
7.1.1. Levantamiento topográfico.....	40
7.1.2. Excavación Combinada. ....	41
7.1.3. Cimentación.....	42

7.1.4. Amarre de aceros. ....	45
7.1.5. Muro de contención perimetral. ....	46
7.1.6. Vaciado de concreto en vigas, columnas y zapatas. ....	48
7.1.7. Construcción de rampa acceso a parqueaderos. ....	49
7.1.8. Armado, Encofrado y vaciado de columnas.....	50
7.1.9. Placa de entre piso (techo del sótano, nivel 0,00m). ....	52
7.2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	54
CONCLUSIONES .....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	56
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Especificaciones para ancho de zanjas según diámetro de tubería.	24
Tabla 2. Gradación de la arena para la elaboración de filtros.	25
Tabla 3. Gradación de gravilla para la elaboración de filtros.	26
Tabla 4. Granulometría agregado fino.	27
Tabla 5. Granulometría agregado grueso fundaciones.	28
Tabla 6. Granulometría agregado grueso columnas y paredes.	28
Tabla 7. Granulometría agregado grueso losas y vigas.	28
Tabla 8. Tamaño máximo nominal agregado grueso para tanques.	29
Tabla 9. Dimensiones Zapatas Edificio Limaruz. Fuente: Autor.	43
Tabla 10. Dimensiones Vigas Edificio Limaruz. Fuente: Autor.	43
Tabla 11. Resultados ensayo de compresión de cilindros. Fuente: SERINCO LTDA.	48
Tabla 12. Dimensiones Columnas por tipo. Fuente: Autor.	51
Tabla 13. Especificaciones Aceros placa. Fuente: Autor.	52
Tabla 14. Cronograma de actividades ejecutadas durante la práctica empresarial. Fuente: Autor.	54

## LISTA DE GRÁFICOS.

	Pág.
Gráfico 1. Organigrama Administrativo Edificio Limaruz.	33

## LISTA DE IMÁGENES.

	Pág.
Imagen 1. Ubicación de Duitama respecto al Departamento de Boyacá.	21
Imagen 2. Duitama: cabecera municipal.	24
Imagen 3. Ubicación del Edificio Limaruz, en la ciudad de Duitama.	31
Imagen 4. Nombre de la Imagen	37
Imagen 5. Ejecución del levantamiento topográfico.	40
Imagen 6. Excavación mecánica.	42
Imagen 7. Distribución de Vigas y Zapatas Edificio Limaruz.	44
Imagen 8. Cimentación en concreto armado: encofrado y fundición de vigas.	45
Imagen 9. Amarre cruzado doble.	45
Imagen 10. Amarre de aceros: zapata y viga de cimentación.	46
Imagen 11. Detalle estructural muro de contención perimetral.	47
Imagen 12. Muro de contención perimetral con aceros de refuerzo número 5 y 4.	47
Imagen 13. Ensayo de concreto realizado por SERINCO LTDA.	48
Imagen 14. Vaciado de concreto en columnas.	49
Imagen 15. Rampa de acceso a parqueaderos en construcción.	49
Imagen 16. Detalle estructural rampa de acceso a parqueaderos	50
Imagen 17. Armado y encofrado de columnas.	52
Imagen 18. Placa entre piso, techo del sótano	53
Imagen 19. Placa entre piso, nivel 3,5 metros (locales).	53

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: carta de terminación de prácticas empresariales	58
Anexo 2: Representación en 3D del proyecto terminado.	59
Anexo 3: Apartamentos tipo A1 y A2.	60
Anexo 4: Apartamentos tipo A3 y A4.	61
Anexo 5: Apartamentos Tipo B y C.	62
Anexo 6: Apartamentos Tipo D y E.	63
Anexo 7: Apartamento Tipo F y Terraza.	64

## GLOSARIO.

**AISLAMIENTO.** Forma de separar o proteger algún elemento en la construcción.

**ALZADO.** Diseño de un edificio, máquina, aparato, etc., en su proyección geométrica y vertical sin considerar la perspectiva.

**ARCILLA.** Roca sedimentaria formada por silicatos de aluminio que adquiere plasticidad al mezclarse con agua. Por el contrario, sometida a altas temperaturas, la arcilla se deshidrata y, por tanto, se contrae y endurece.

**ARENA.** Pequeñas partículas de piedra producidas por disgregación de las rocas; se utiliza para fabricar mortero y hormigón.

**ANDAMIOS.** Elementos de acero que se utilizan para que los trabajadores alcancen niveles elevados en una construcción, como techos, paredes altas, se usan también como cimbra para losas, estos se dividen en: Móviles: apoyados en ruedas para tener movimiento; estáticos: apoyados sobre placas de acero.

**ARMADURA.** Conjunto de piezas de madera o de hierro unidas unas a otras, para sostener o reforzar elementos de construcción. También es el conjunto de varillas y alambres que forman el esqueleto de una pieza de hormigón armado.

**BITÁCORA DE OBRA.** La bitácora de obra es la herramienta en la que el supervisor y el contratista apuntalan su actuación. Por ello debe evitar los problemas relacionados con registros insuficientes e incluso ausencia de la misma, ya que repercuten finalmente en la recepción de la obra y en el cierre del contrato.

**CEMENTO.** Mezcla calcinada de piedra calcárea, arcilla y otras sustancias molida hasta obtener una textura muy fina. Es un material hidráulico que posee la propiedad de endurecerse al entrar en contacto con el agua, siendo el aglomerante más usado en construcción. Según su composición y procedimiento de fabricación se obtienen diversos tipos de cemento.

**CIMBRA.** Armazón que sostiene el peso de un arco o de otra construcción, destinada a salvar un vano en tanto no está en condiciones de sostenerse por sí misma. Se usa en la construcción de arcos hasta la colocación de la dovela central o clave.

**CONCRETO.** Elemento deformable, formado por cemento, grava, arena y agua, en estado plástico toma la forma del recipiente, ocurre una reacción química entre el cemento y el agua, esto hace que la mezcla fragüe y se convierte en un elemento rígido, se usa como material de construcción y soporta grandes cargas de compresión. Comúnmente se usa concreto con acero de refuerzo en el interior del elemento para darle resistencia a la tensión y esto recibe el nombre de concreto reforzado.

**CONCRETO POBRE.** Mezcla de concreto con bajo contenido de cemento, usado principalmente como una capa de limpieza que evita la entrada de lodo en el concreto definitivo.

**COLUMNA.** Una columna es una pieza arquitectónica vertical y de forma alargada que sirve, en general, para sostener el peso de la estructura, aunque también puede tener fines decorativos.

**DESCAPOTE.** Actividad que consiste en preparar un terreno de tal forma que quede sin altibajos, demoliciones, desechos, vegetación.

**ENCOFRADO.** Molde formado con tableros o chapas de metal en el que se vacía el hormigón hasta que fragua y que se desmonta después.

**ENTREPISO.** Nombre dado a las placas que limitan un piso con otro. Se diferencian de las placas de piso porque estas últimas quedan apoyadas sobre el suelo.

**EXCAVACION.** Actividad manual o mecánica de movimiento de tierras.

**FRAGUADO.** Endurecimiento de los morteros o de los concretos

**FUNDIR.** Acción de vaciar concreto dentro de una formaleta y vibrarlo adecuadamente para lograr un elemento estructural: viga, columna, placa, etc.

**FILTRACIÓN.** Agua que atraviesa un muro presentándose en forma de manchas de humedad.

**FRAGUADO.** Proceso de endurecimiento del mortero, producido por la reacción del cemento con el agua.

**NIVEL FREÁTICO.** Es el nivel en el que se encuentran las aguas subterráneas. Cuanto más alto sea el nivel freático, más cerca están las aguas subterráneas de la superficie y cuando más bajo, más lejos se encuentran.

**PARAMENTO.** Cualquier de las dos caras de una pared o de las seis de un sillar labrado.

**RENDIMIENTO.** Inversión de horas/hombre de construcción o por unidad de obra. El rendimiento se expresa en horas/hombre por unidad de medida. Por ejemplo: el pañete se mide en horas/hombre por metro cuadrado, la sentada de ladrillo se mide en horas hombre por metro cuadrado de muro, la excavación en horas/hombre por metro cúbico de excavación, etc.

**RIESGO.** Es la condición, impropia dentro del trabajo, en que se encuentra cualquier elemento, equipo o el medio ambiente, que representa peligro para la integridad física y funcional de las personas y las instalaciones.

**RUBRO.** En lenguaje comercial se entiende como partida o asiento contable.

## RESUMEN.

La elaboración de este proyecto pretende identificar las diferentes actividades ejecutadas durante la construcción del Edificio Limaruz, ubicado en la ciudad de Duitama, departamento de Boyacá. Además de esta importante labor, también permite identificar las funciones propias del Ingeniero Auxiliar Residente de Obra, como una estrategia para adquirir experiencia y conocimiento propios de las situaciones características en la construcción de edificaciones de gran magnitud.

El proyecto abarca temas Ingenieriles, así como los métodos y especificaciones técnicas orientadas a la construcción de edificaciones según normativas vigentes. Busca complementar la etapa lectiva de la Ingeniería Civil permitiendo aplicar conocimientos teóricos al trabajo de campo, con lo cual se pretende mejorar las condiciones de seguridad para los futuros habitantes del edificio teniendo en cuenta lo establecido en la Normatividad Colombiana, participando en la ejecución de las actividades de Excavación, Cimentación, Amarre de aceros, construcción de muro de contención, armado, encofrado y vaciado de concreto en zapatas, vigas de cimentación, placas de entrepiso y columnas.

Como evidencia del avance del proyecto, es necesario preparar Informes de Obra, los cuales serán enviados de manera quincenal al Director de Prácticas en la Universidad de Pamplona.

Es importante señalar que la construcción del “Edificio Limaruz” en la ciudad de Duitama quiere ayudar a mejorar las condiciones de vida de un grupo de familias que pretenden ver cumplido el sueño de tener casa propia y que buscan una alternativa acorde a sus necesidades económicas y sociales, familias que durante muchos años han esperado para ser propietarios de su vivienda.

La ubicación de Duitama respecto al territorio nacional es muy privilegiada. Su clima, sus costumbres, su gente y el empuje que ha venido presentando en los últimos años gracias a la gestión realizada por los entes territoriales y el apoyo de las instituciones gubernamentales han permitido que hoy en día sea considerada como una de las ciudades más atractivas para vivir en el departamento de Boyacá. Esta situación es la que ha despertado el interés público y privado para la construcción de edificaciones empleando nuevas técnicas que garantizan la integridad de las personas y los inmuebles en un entorno de seguridad y buenas prácticas.

Por último, debo resaltar la colaboración y el apoyo prestados por la empresa Camargo Construcciones, la cual es ejemplo de desarrollo en la región con proyectos importantes en cuanto a construcción de edificaciones, centros de recreación, auditorios, y centros de concentración masiva de ciudadanos como el Nuevo Terminal de Transportes de Duitama. En la actualidad, trabaja en conjunto con la Alcaldía de la Ciudad de Tunja para la construcción del nuevo y moderno Terminal de Pasajeros, proyecto que le cambiará la cara a la Capital del Departamento.

Es motivo de orgullo haber trabajado con tan importante empresa y haber aprendido aspectos importantes para la ejecución, control y manejo de Obras Civiles. De esta manera, puedo afirmar que pude complementar de manera exitosa la etapa práctica empresarial del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Pamplona atendiendo a los lineamientos establecidos y como requisito indispensable para optar al Título de Ingeniero Civil.

**PALABRAS CLAVE:**

Obra Civil, Estructuras, Ingeniería Civil, Proyecto de Grado, Normas Icontec, NSR – 10, Estrategias, Capacidad portante del suelo.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Como parte fundamental del proceso educativo, es necesario que como estudiante de pregrado consolide mediante las distintas opciones de grado ofrecidas por el programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Pamplona, cada uno de los conocimientos adquiridos durante la etapa práctica. Aunque en teoría se requiere que se complemente de manera general cada uno de los temas abordados dentro del plan de estudios, en muchos casos y dadas las condiciones del mercado laboral, el estudiante debe centrar su esfuerzo en profundizar acerca de la temática de su interés particular.

La opción de grado seleccionada en el caso de este proyecto, corresponde al contemplado en el Reglamento Estudiantil del programa de pregrado de Ingeniería Civil de la Universidad de Pamplona, que en su Artículo 36 (*Modalidades de trabajo de grado*), literal d, hace referencia a la *“Práctica Empresarial<sup>1</sup>: comprende el ejercicio de una labor profesional del estudiante en una empresa, durante un período de tiempo. Cuando el estudiante seleccione esta modalidad, deberá presentar al Director de Departamento el anteproyecto, que debe contener: nombre de la empresa, descripción de las características de la empresa, objetivos de la práctica, tipo de práctica a desarrollar, tutor responsable de la práctica en la empresa, cronograma de la práctica, presupuesto (si hubiere) y copia del convenio interinstitucional Universidad – Empresa o carta de aceptación de la empresa.”*

La Práctica Empresarial ejecutada en la empresa “Camargo Construcciones” en calidad de AUXILIAR RESIDENTE DE OBRA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL “EDIFICIO LIMARUZ”, EN LA CIUDAD DE DUITAMA, BOYACÁ, COLOMBIA, pretende profundizar conocimientos para la edificación de obras civiles, así como aprender acerca de las especificaciones técnicas, métodos, procedimientos y características propias del proceso constructivo. También permite aplicar experiencias previas para garantizar la seguridad y buenas prácticas durante las etapas de Excavación, Cimentación, Relleno, Construcción de vigas y columnas en la edificación del sótano y la primera planta de este edificio.

---

<sup>1</sup> Tomado de: REGLAMENTO ACADÉMICO ESTUDIANTIL DE PREGRADO. UNIVERSIDAD DE PAMPLONA. Acuerdo No. 186 del 02 de diciembre de 2005. Página 22.

## 2. OBJETIVOS.

### 2.1. OBJETIVO GENERAL.

Ejecutar labores de apoyo como auxiliar residente de Obra durante la construcción del “Edificio Limaruz”, proyecto ubicado en la ciudad de Duitama, Boyacá.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Participar de las actividades relacionadas con la programación de la obra, desde el proceso de excavación hasta el armado de la estructura del primer nivel del edificio de acuerdo al cronograma establecido en el proyecto y/o hasta completar el período de práctica.
- Realizar modificaciones por construcción a detalles dentro del diseño del edificio para mejorar la funcionalidad de algunas zonas dentro de la unidad edificada, teniendo en cuenta parámetros y conocimientos adquiridos durante la etapa lectiva del programa de Ingeniería Civil.
- Enviar informes quincenales al Director de Práctica, para evidenciar el progreso de las actividades ejecutadas durante la realización de la práctica.
- Velar por el cumplimiento de la Normatividad vigente en cada uno de los procesos constructivos, garantizando la seguridad de los bienes y las personas dentro de la edificación.
- Supervisar el trabajo del personal involucrado en cada uno de los frentes establecidos para la ejecución de la obra.
- Velar por el cumplimiento de la programación de la obra, establecida dentro del cronograma de actividades.
- Controlar costos en materiales y mano de obra para ajustar el presupuesto.
- Supervisar y verificar los cortes de obra, para poder cumplir con los procesos de pago a proveedores y personal.
- Desarrollar actividades asignadas por la empresa contratante.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

#### 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Al terminar su carrera, el estudiante debe escoger la opción de grado que permita consolidar de manera articulada los conocimientos adquiridos durante la etapa lectiva. Busca ofrecer su conocimiento para el diseño, construcción y mantenimiento de las infraestructuras emplazadas en el entorno, adaptando la ejecución de tareas propias de su oficio a la problemática social y económica de su región.

La opción de grado es requisito indispensable para la obtención del Título como Ingeniero Civil. En calidad de profesional, se garantiza que las decisiones tomadas durante la construcción de obras civiles conllevan a un aseguramiento de la calidad en cuanto a la selección de materiales y métodos necesarios para ejecutar labores relacionadas a su profesión.

Existen en el mercado laboral alternativas para permitir la inserción del estudiante dentro del mundo empresarial. Una de ellas podría ser la de participar del proceso constructivo de obras civiles, principalmente la de edificación de soluciones de vivienda y locales comerciales en las diferentes ciudades del país.

El sector de la construcción<sup>2</sup> ha sido uno de los sectores líderes que han empujado la economía del país con una expansión del 9,9 % en el 2014 (DANE). Debido principalmente a la dinámica de los programas de vivienda de interés social, tanto gratuitos como subsidiados.

“La construcción se consolidó como el motor de la economía, poniendo en evidencia el creciente rumbo de la inversión de las firmas y los hogares en ese sector”, comentó Sandra Forero, presidenta de la Cámara Colombiana de la Construcción.

---

<sup>2</sup> Tomado de: <http://www.elpais.com.co/elpais/economia/noticias/sector-construccion-motor-crecimiento-economia>

Los llamados servicios comunales, sociales y personales, en los que entró a jugar la contratación pública, la salud, la educación (privada y oficial), crecieron el 5,5 %, siendo la segunda actividad más dinámica del país.

Es conveniente la realización de prácticas empresariales y de esta forma crear profesionales capacitados para enfrentar los desafíos que la Globalización y las nuevas tecnologías nos ofrecen día a día.

### 3.2 JUSTIFICACIÓN.

La ejecución de la práctica empresarial es una de las opciones de grado que permite la obtención del título como Ingeniero Civil de la Universidad de Pamplona. Esta es una de las principales razones por las cuales se decide apoyar la construcción del “Edificio Limaruz”, en la ciudad de Duitama.

Además de esta importante labor, es necesario realizar una transferencia de conocimientos encaminada a la mejora de los procesos, métodos, procedimientos y tiempos establecidos para la ejecución de Obras Civiles en la región. Los conocimientos y experiencias previas adquiridas durante la etapa lectiva del Programa, serán transmitidos a cada una de las personas involucradas en la construcción de esta edificación, fomentando las buenas prácticas y la seguridad de las personas y bienes a cargo durante esta etapa.

El beneficio es para cada uno de los futuros propietarios de este edificio y de la ciudadanía en general. Para los propietarios, al asegurar que la edificación cumple con los requerimientos establecidos por la normatividad vigente, garantizando que cada uno de los componentes estructurales no representará riesgo para su integridad.

Este tipo de características permiten el crecimiento controlado y armónico de las ciudades, atrayendo inversionistas, mejorando las condiciones de trabajo de sus profesionales y de la comunidad en general. Permite visualizar las ciudades no como “montañas de concreto”, sino como centros de desarrollo de los ciudadanos, como focos de innovación ajustados a la realidad de un país ad portas de terminar con el conflicto armado y que requiere con suma urgencia una modernización de la infraestructura en cada una de las cabeceras municipales y de las grandes ciudades.

## 4. MARCO TEÓRICO.

### 4.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES Y OBRA CIVIL<sup>3</sup>.

#### 4.1.1. Trabajos preliminares.

Comprende actividades necesarias para la ejecución de las obras, tales como: demoliciones, campamentos, almacén, oficinas, cerramientos, instalaciones provisionales de servicios de acueducto, energía, teléfono, sanitarios, limpieza y descapote del terreno y la localización de las obras.

##### 4.1.1.1. Demoliciones.

En caso de ser necesario se deben realizar labores de demolición, retirando los escombros y demás materiales resultantes del proceso. La empresa constructora se reserva el derecho de propiedad sobre los materiales de valor resultantes de la demolición y puede disponer de los mismos en lugares destinados para tal fin. Las demoliciones deben realizarse teniendo en cuenta las normativas y regulaciones vigentes tomando las medidas correspondientes para evitar daños en las personas y la propiedad privada y/o sobre terceros o propiedades vecinas.

##### 4.1.1.2. Campamentos.

El contratista levantará en el sitio de labor una caseta o construcción provisional que reúna los mínimos requisitos de higiene, comodidad, ventilación y ofrezca protección y seguridad contra agentes atmosféricos. En caso de existir construcciones en el área a intervenir, puede emplearlas para tal fin si estas se pueden adaptar a la situación. El sitio elegido para la ubicación del campamento no debe ofrecer peligros de contaminación con aguas negras y demás desechos. Deben garantizar servicios higiénicos mínimos.

##### 4.1.1.3. Almacén de Obra.

Es necesario contar con un centro de acopio de materiales de obra, para almacenar adecuadamente los elementos necesarios para la construcción de la edificación.

---

<sup>3</sup> <http://www.guafa.com/costos/esap.html>

#### 4.1.1.4. Cerramientos provisionales.

La empresa encargada de realizar la obra, está en la obligación de aislar el lugar de los trabajos de las zonas circundantes, mediante cerramientos provisionales con una altura mínima de 2,5 metros. El contratista debe gestionar ante la Secretaría de Infraestructura los permisos correspondientes.

#### 4.1.1.5. Desmontes y Limpieza.

Comprenden cada uno de los trabajos tendientes a despejar el área de trabajo y prepararlo para dar inicio a las obras. Se debe limpiar el terreno y disponer de los residuos generados durante esta etapa en lugares adecuados y teniendo en cuenta las medidas de seguridad para proteger las zonas vecinas.

#### 4.1.1.6. Explanación y Nivelación del terreno.

Comprende la ejecución de todas las obras de explanación necesarias para la correcta nivelación de las áreas destinadas a la construcción, la disposición final de materiales excavados y la conformación y compactación de las áreas a intervenir.

Los trabajos en esta actividad, deben realizarse de acuerdo a los diseños estipulados por el constructor, empleando el equipo y el personal idóneo para la labor.

### 4.1.2. Excavaciones.

#### 4.1.2.1. Consideraciones Generales.

Este ítem abarca la ejecución de toda clase de excavación necesaria para la construcción de la obra mostrada en los planos. Podrán ejecutarse por métodos manuales o mecánicos de acuerdo con las normas establecidas. Durante el progreso del trabajo puede ser necesario o aconsejable variar las excavaciones en los planos según las características del terreno.

#### 4.1.2.2. Clasificación de las excavaciones.

Pueden ser por: Tipo de material excavado, Grado de humedad y Profundidad.

#### 4.1.2.3. Excavaciones en Tierra o Conglomerado.

El fondo y los taludes de excavación deberán terminarse exactamente de acuerdo con las líneas y pendientes establecidas. No se permitirá que equipos pesados trabajen a menos de 20 m. de las líneas de fondo de las excavaciones.

Inmediatamente se termine la excavación de la última capa de material por medio de métodos manuales o equipo liviano, se colocará sobre el suelo excavado una capa de mortero, concreto o material granular, con las especificaciones y dimensiones que se muestran en los planos. Si no se puede colocar esta capa inmediatamente se termine la excavación, el Contratista protegerá las superficies expuestas de ésta con un sistema aprobado por el Interventor, en forma continua y total, hasta tanto se coloque la capa protectora.

#### 4.1.2.4. Excavaciones para filtros.

Las excavaciones para zanjas de drenaje se deben realizar de manera vertical, excavadas uniformemente de modo que el espacio entre las paredes y la tubería sea igual. El ancho mínimo aconsejable de la zanja deberá mantenerse sin tener en cuenta el tipo de suelo sobre el cual se colocará la tubería, la profundidad de la excavación, ni el método de compactar el lleno. Las zanjas tendrán los siguientes anchos:

<b>Diám. tub. mm.</b>	<b>Diám. tub. pulg.</b>	<b>Ancho en Metros</b>
150 y 200 mm.	(6" y 8")	0.60
250 y 300 mm.	(10" y 12")	0.70
375 y 400 mm.	(15" y 16")	0.80
450 mm.	(18")	0.90
500 y 525 mm.	(20" y 21")	1.00
600 mm.	(24")	1.10
675 mm.	(27")	1.20
750 mm.	(30")	1.30
825 mm.	(33")	1.40

*Tabla 1. Especificaciones para ancho de zanjas según diámetro de tubería.*

*Tomado de: <http://www.guafa.com/costos/esele.html>*

#### 4.1.3. Obras Varias.

Hace referencia a la construcción de elementos como cunetas, afirmados, filtros, andenes y otras obras de frecuente utilización.

#### 4.1.3.1. Filtros (Sub-drenajes).

Para el control y adecuado encauzamiento de las aguas subterráneas deben emplearse filtros de arena y cascajo según diseño de los planos. Deben tomarse las medidas necesarias para mantener los sistemas de drenaje y filtros libres de obstrucciones, basuras y materiales extraños hasta el término de la obra.

#### 4.1.3.2. Materiales.

Para la construcción del filtro deben tenerse en cuenta las siguientes especificaciones en cuanto a la selección de arenas:

<b>Malla US Standard</b>	<b>Porcentaje que Pasa cada Malla</b>
No.	
4	85- 100
10	70- 90
20	45- 75
40	15- 35
80	5- 15
120	0- 10
200	0- 5

*Tabla 2. Gradación de la arena para la elaboración de filtros. Tomado de <http://www.guafa.com/costos/esele.html>*

En cuanto a la gravilla, la granulometría que debe tenerse en cuenta debe cumplir con los siguientes criterios:

<b>Mallas U Standard</b>	<b>Porcentaje que Pasa cada Malla</b>
No.	
6"	100
4"	90- 100
3"	80- 100
2"	70- 95
1"	60- 80
1/2"	40- 70
4	10- 20
10	0

*Tabla 3. Gradación de gravilla para la elaboración de filtros. Tomado de <http://www.guafa.com/costos/esele.html>*

#### 4.1.4. Concretos.

##### 4.1.4.1. Generalidades.

El concreto debe estar constituido por una mezcla de cemento Portland, agua, agregados finos y grueso. En casos especiales, aditivos. La mezcla entre estos materiales debe basarse en la relación agua-cemento requerida para obtener una mezcla plástica y manejable según las condiciones específicas de colocación de tal manera que se logre un concreto de durabilidad, impermeabilidad y resistencia que esté de acuerdo con los requisitos que se exigen para las diferentes estructuras, según planos y especificaciones.

##### 4.1.4.2. Materiales.

- **Cemento Portland.** El diseño de las estructuras y estas especificaciones fueron ejecutadas para el uso de cemento Portland que se ajuste a las especificaciones C-150 tipo 1 de la ASTM y las normas ICONTEC 30, 33, 117, 121, 107, 108, 110, 184, 225, 297, 321. Si se utilizare otro tipo de cemento será necesario efectuar los cambios correspondientes, siempre que

dicho tipo sea aceptado por el Interventor. Sólo se aceptará cemento de calidad y características uniformes y en caso de que se le transporte en sacos, éstos serán lo suficientemente herméticos y fuertes para que el cemento no sufra alteraciones durante el transporte, manejo y almacenamiento. El cemento utilizado en la obra corresponderá al que sirvió de base para el diseño de la mezcla.

- Agregado Fino: La granulometría de la arena estará dentro de los siguientes límites:

<b>Malla No.</b>	<b>% que Pasa</b>
3/8	100
4	95 - 100
8	80 - 100
16	50 - 85
30	25 - 60
50	10 - 30
100	2 - 10

*Tabla 4. Granulometría agregado fino. Tomado de:  
<http://www.guafa.com/costos/esele.html>*

- Agregado Grueso. Se compondrá de roca o grava dura; libre de pizarra, lascas u otros materiales exfoliables o descompuestos que puedan afectar la resistencia del hormigón. No contendrá exceso de piedras planas; estará limpio y desprovisto de materias orgánicas.  
El tamaño máximo del agregado oscilará entre 1/5 y 2/3 de la menor dimensión del elemento de la estructura. Para el caso de losas este tamaño no será mayor que 1/3 del espesor de las mismas. La granulometría será la siguiente:

Para fundaciones:

<b>Tamiz que Pasa</b>	<b>%</b>
2- 1/2"	100
2"	95 a 100
1"	35 a 70
1/2	10 a 30
No. 4	0 a 5

*Tabla 5. Granulometría agregado grueso fundaciones.*

Para columnas y paredes:

<b>Tamiz que Pasa</b>	<b>%</b>
2"	100
1-1/2"	95 a 100
3/4"	35 a 70
3/8"	10 a 30
No 4	0 a 5

*Tabla 6. Granulometría agregado grueso columnas y paredes.*

Para losas y vigas:

<b>Tamiz que Pasa</b>	<b>%</b>
1-1/2"	100
1"	95 a 100
1/2"	25 a 60
No 4	0 a 10
No 8	0 a 5

*Tabla 7. Granulometría agregado grueso losas y vigas.*

Para tanques de almacenamiento de agua el tamaño máximo del agregado estará de acuerdo con las dimensiones de las partes de la estructura donde se va a colocar el concreto, así:

<b>Parte de la Estructura</b>	<b>Tamaño del Agregado</b>
Fundaciones de concreto simple	4"
Paredes de tanque	1-1/4"
Losas de fondo	1"
Columnas	1"
Cúpula esférica	3/4"

*Tabla 8. Tamaño máximo nominal agregado grueso para tanques.*

Además, se debe tener en cuenta, que la cantidad de material que pasa tamiz 200 no será mayor de 1%.

- Agua: el agua debe ser preferiblemente potable y no contendrá: ácidos, álcalis fuertes, aceites, materias orgánicas, sales, cantidades apreciables de limos o cualquier otra sustancia que perjudique la buena calidad del concreto; se podrán emplear aguas que contengan menos del 1% en sulfatos.

#### 4.1.4.3. Diseño de la mezcla.

Es responsabilidad del contratista el diseño de las mezclas de concreto y efectuar las pruebas de laboratorio que confirmen y garanticen su correcta utilización.

Para evaluar la diferencia existente entre las condiciones de laboratorio y las condiciones en la obra, las resistencias de diseño de las mezclas y las resultantes de las pruebas de los concretos preparados, tendrán un valor superior, cuando menos en un 20% a las resistencias de los concretos requeridos en la obra. La dosificación propuesta y los ensayos de laboratorio que comprueben su resistencia, cumplirán con los asentamientos exigidos para las diferentes partes de la obra, asentamientos que serán certificados por el laboratorio que realice las pruebas. El Contratista, con treinta (30) días de anticipación mínima, someterá al Interventor para su aprobación, muestras de todos los materiales indicando su procedencia y los diseños de las mezclas de concreto correspondientes, señalando la cantidad de cemento y de agua por metro cúbico de concreto para cada una de las

proporciones usadas y con tres diferentes dosificaciones de agua por cada tamaño máximo de los agregados.

#### 4.1.4.4. Ensayos del concreto.

La Entidad atribuye la máxima importancia al control de calidad de los concretos que vayan a ser usados en la obra y por conducto del Interventor o de su representante, obligará a un minucioso examen de su ejecución y los informes escritos harán parte del diario de la obra.

Para controlar la calidad de los concretos se harán los siguientes ensayos:

- Asentamiento. Las pruebas de asentamiento se harán por cada cinco (5) metros cúbicos de concreto a vaciar y serán efectuados con el consistímetro de Kelly o con el cono de Abrams (ICONTEC 396). Los asentamientos máximos para las mezclas proyectadas serán los indicados al respecto para cada tipo, de acuerdo con la geometría del elemento a vaciar y con la separación del refuerzo.
- Testigos de la Resistencia del Concreto. Las muestras serán ensayadas de acuerdo con el "Método para ensayos de cilindros de concreto a la compresión" (designación C-39 de la ASTM o ICONTEC 550 Y 673).

#### 4.1.4.5. Transporte.

El concreto deberá transportarse de la mezcladora al sitio de destino tan pronto como sea posible y por métodos que eviten segregación de los materiales, pérdida de los ingredientes o pérdidas en el asentamiento de más de 5 cm (2"). El concreto endurecido no se usará. El Contratista tendrá en cuenta las condiciones de acceso y de tráfico a la obra para que la mezcla cumpla con las condiciones exigidas.

#### 4.1.4.6. Colocación del concreto.

El concreto tendrá la consistencia y disposición que permita su colocación en todas las esquinas o ángulos de las formaletas, alrededor del refuerzo y de cualquier otro elemento embebido, sin que haya segregación. El agua libre en la superficie del concreto colocado se recogerá en depresiones alejadas de la formaleta y se retirará antes de colocar una nueva capa de concreto. Esta se colocará tan pronto como sea posible y nunca después de treinta (30) minutos de preparada la mezcla, a menos que haya sido dosificada con un aditivo plastificante, que garantice su colocación después de ese tiempo. Cuando se coloque concreto sobre tierra, ésta estará limpia y húmeda, pero

sin agua estancada en ella o corriendo sobre la misma. No podrá colocarse concreto sobre lodo, tierra porosa seca o llenos que no hayan sido compactados a la densidad requerida.

#### 4.1.4.7. Vibrado del Concreto.

El concreto se colocará con la ayuda de equipo mecánico de vibradores, complementado por labores manuales. En ningún caso los vibradores se usarán para transportar concreto dentro de la formaleta.

#### 4.1.5. Acero de refuerzo.

##### 4.1.5.1. Suministro, doblaje, figuración y colocación del acero de refuerzo.

Las varillas deberán ser usadas sin ningún tipo de dobladura: Las barras lisas deben cumplir con un esfuerzo de cedencia de 2.820 kg/cm<sup>2</sup>, y las barras redondas corrugadas con un esfuerzo de cedencia de 4.000 kg/cm<sup>2</sup>, grado 60, de acuerdo con los planos, los cuales se ajustarán a la NSR – 10 y las normas ASTM-1562 y ASTM-615-68.

##### 4.1.5.2. Colocación del refuerzo.

Las barras de refuerzo se doblarán en frío de acuerdo con los detalles y dimensiones mostrados en los planos. No podrán doblarse en la obra barras que estén parcialmente embebidas en el concreto, salvo cuando así se indique en los planos o lo autorice el Interventor.

Todo el acero de refuerzo se colocará en la posición exacta mostrada en los planos y deberá asegurarse firmemente, en forma aprobada por el Interventor, para impedir su desplazamiento durante la colocación del concreto. Para el amarre de las varillas se utilizará alambre y en casos especiales soldadura. La distancia del acero a las formaletas se mantendrá por medio de bloques de mortero prefabricados, tensores, silletas de acero u otros dispositivos aprobados por el Interventor. Los elementos metálicos de soporte que vayan a quedar en contacto con la superficie exterior del concreto no serán corrosibles. En ningún caso se permitirá el uso de piedras o bloques de madera para mantener el refuerzo en su lugar.

La separación mínima recomendable para varillas redondas debe ser de una (1) vez el diámetro de las mismas, pero no menor de 25 mm ni de 1-1/3 veces el tamaño máximo del agregado.

#### 4.1.5.3. Recubrimiento para el refuerzo.

El recubrimiento mínimo para los refuerzos será en indicado en los planos. En caso de no ser especificado, debe atender a los siguientes lineamientos:

- Cuando el concreto se coloque directamente sobre el terreno, en contacto con el suelo: 8 cm.
- En superficies formaleteadas que han de quedar en contacto con el suelo y en sus superficies que han de quedar expuestas a la intemperie o permanentemente sumergidas: 5 cm.
- En cualquier otro caso, no será menor de 3 cm.

#### 4.1.5.4. Ganchos, doblajes y empalmes en las barras.

Los ganchos y doblajes para estribos y anillos, se harán sobre un soporte vertical que tenga un diámetro no menor de dos (2) veces el diámetro de la varilla.

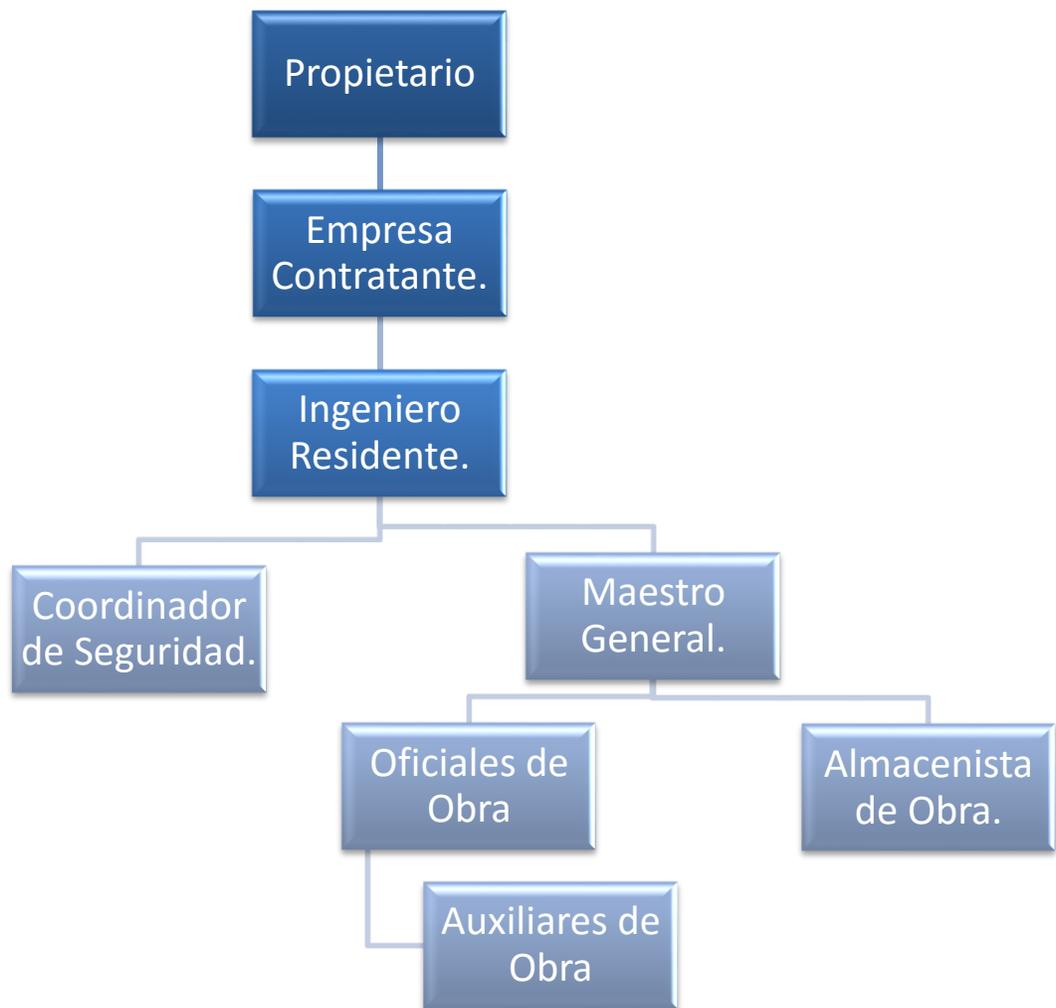
Los diámetros mínimos de doblajes, medidas en el lado interior de la barra, serán los siguientes:

- Para barras No. 3 a No. 8, seis (6) diámetros de la barra.
- Para barras No. 9 a No. 11, ocho (8) diámetros de la barra.
- Para barras No. 3 a No. 11, en acero con esfuerzo de cedencia de 2.820 Kg/cm<sup>2</sup>, solamente para ganchos de 180°, cinco (5) diámetros de la barra.
- Para estribos: 4 cm en barra No. 4, cinco (5) cm y 6 cm en barra No. 5.

#### 4.2. DE LA ADMINISTRACIÓN DE OBRA.

Al ser una actividad que involucra gran cantidad de personal, la construcción de una edificación de dimensiones considerables debe contar con una estructura jerárquica definida de acuerdo al alcance del proyecto. Esto permite gestionar adecuadamente recursos, tiempo, costos permitiendo llegar al final de la obra con éxito.

No existe un Organigrama estándar para todas las obras. En cuanto a la construcción del “Edificio Limaruz”, el esquema empleado fue el siguiente:



*Grafico 1. Organigrama Administrativo “Edificio Limaruz”. Fuente: Autor.*

#### 4.2.1. Propietario.

Es quien suministra los recursos (dinero, materiales, etc.) para la ejecución de la obra. Puede ser una entidad pública o privada, con o sin conocimientos en Ingeniería u obra civil.

En los casos que el propietario no posea certificación y la experiencia acreditada, el proyecto deberá ser ejecutado por un contratista, quien a su vez dispondrá de un supervisor técnico o interventor, quien velará por la correcta ejecución del proyecto en los plazos y con los recursos estipulados en la etapa de programación de la obra.

#### 4.2.2. Empresa contratante.

Ente responsable de la ejecución del contrato de obra. Debe regirse por los lineamientos técnicos contemplados en los planos, análisis de precios unitarios, pólizas y plazos establecidos para la terminación del proyecto. El contrato puede ser celebrado con una entidad estatal o privada. En caso sea estipulado, los planos arquitectónicos, estructurales, hidráulicos, sanitarios, eléctricos serán realizados por la misma empresa contratante o terceros subcontratados por la misma.

#### 4.2.3. Ingeniero Residente.

Es la mano derecha del Contratista de Obra. Profesional encargado de velar por la ejecución, planeación, supervisión y administración de la obra. Como funciones del Ingeniero Residente podemos destacar las siguientes:

- Supervisar el trabajo del personal de la obra.
- Velar por el cumplimiento de la programación de la obra.
- Controlar costos para ajustar el presupuesto.
- Supervisar y verificar los cortes de obra.
- Desarrollar actividades asignadas por la empresa contratante.

#### 4.2.4. Maestro General.

Experto encargado de la construcción de la edificación, bajo la dirección técnica del Ingeniero Residente. Ayuda a planear y llevar a cabo la ejecución del proyecto gracias a su larga experiencia en construcción de edificaciones. Algunas funciones del Maestro de Obra son:

- Controlar adecuadamente los recursos.
- Velar por la correcta utilización de equipos y materiales bajo su responsabilidad.

- Controlar las actividades a realizar durante la jornada de trabajo establecida.
- Controlar tiempos y evaluar el rendimiento de las personas bajo su mando

#### 4.2.5. Coordinador de Seguridad Industrial.

Profesional encargado de velar por las condiciones de Seguridad e Higiene de acuerdo a la normativa vigente en el área de trabajo. Funciones:

- Punto de contacto entre el trabajador y las empresas relacionadas con Salud, Pensiones y Riesgos Profesionales.
- Generar análisis de riesgo, mapas de riesgo propios del área de trabajo.
- Revisar las condiciones de Seguridad durante la jornada de trabajo.
- Generar informes de Gestión para determinar acciones preventivas y correctivas en pos de mejorar la Seguridad en el trabajo

#### 4.2.6. Almacenista.

Encargado del suministro de materiales, repuestos, equipos y otros rubros de un depósito o almacén de obra, recibéndolos, clasificándolos, codificándolos, despachándolos e inventariándolos.

#### 4.2.7. Oficial de Obra.

Persona con experiencia empírica o certificada en la construcción de obras civiles, con completo dominio de su oficio y suficiente grado de perfección y que emplea los medios, y equipos adecuados.

#### 4.2.8. Auxiliar de Obra.

Persona encargada de apoyar la prestación de servicios propios de la ejecución de la obra, mediante la realización de labores manuales, operarias, de mantenimiento, limpieza del área de trabajo, equipos y herramientas empleados durante la ejecución del proyecto.

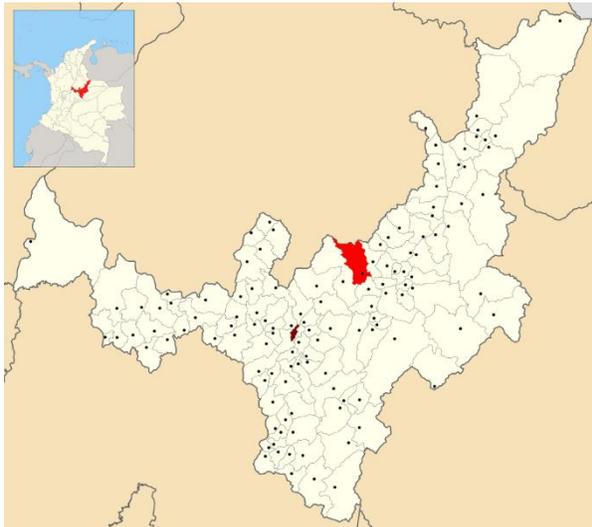
## 5. MARCO GEOGRÁFICO.

### 5.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

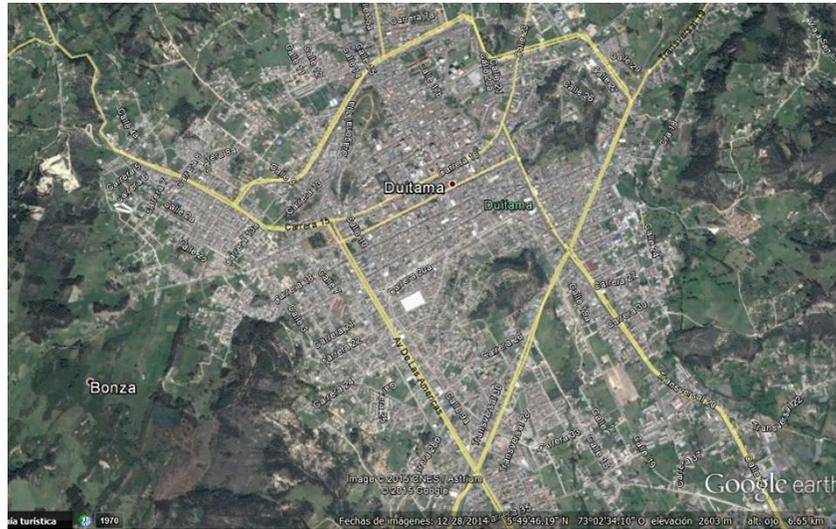
La Ciudad de Duitama se localiza en el departamento de Boyacá, pertenece a la región geográfica Andina y se ubica en el altiplano Boyacense, entre los cauces del río Chiticuy y el río Surba. Duitama es capital de la provincia del Tundama y se encuentra sobre el corredor industrial de Boyacá. Coordenadas 5°49'19"N 73°01'47"O.

Se ubica entre los 2.500 y 3.000 msnm, con una temperatura media de 14.2 grados centígrados.

Duitama se destaca por la modernidad de sus edificaciones.



*Imagen 1. Ubicación de Duitama respecto al Departamento de Boyacá. Fuente. Wikimedia Commons.*



*Imagen 2. Duitama: cabecera municipal. Fuente: Google Earth.*

El “Edificio Limaruz” se encontrará ubicado cerca al centro de la ciudad de Duitama. En medio de los mejores colegios, cerca de la Plaza de los Libertadores y a pocas cuadras del Centro Administrativo de la ciudad. La dirección es Calle 15 No. 8 – 03 esquina. Según el sistema de coordenadas cartesianas, el inmueble se encuentra ubicado en  $5^{\circ}49'55.70''$  N –  $73^{\circ}02'12.00''$  O, a una elevación de 2556 msnm ocupando un área de 420 m<sup>2</sup>.



*Imagen 3. Ubicación del Edificio Limaruz, en la ciudad de Duitama. Fuente: Google Earth*

## 6. MARCO LEGAL.

Resolución 5456 del 07 de febrero del 2003, se reguló en la Contraloría General de la República la implementación de las prácticas, pasantías o judicaturas de los estudiantes de último año o con terminación y aprobación de estudios universitarios; que la implementación de las practicas, pasantías o judicaturas constituye una herramienta eficaz que permite, por una parte, el mejoramiento de la función pública encomendada a este órgano de vigilancia y de control fiscal, a partir del aprovechamiento de las capacidades de los estudiantes o egresados y por otra, contribuir con la educación integral de los colombianos y las políticas sociales del gobierno, creando espacios de participación para la juventud.

Acuerdo no.186 del 2 de diciembre de 2005, en cual se compila y actualiza el reglamento académico estudiantil de pregrado de la universidad de pamplona bajo las atribuciones legales que le confieren al consejo superior de la misma. Donde se permite la realización del trabajo de grado en la modalidad de pasantía, consignado en el capítulo vi, artículo 36, literal d que establece la modalidad como el ejercicio de una labor profesional del estudiante en una empresa, durante un período de tiempo.

Ley 115 de 1994, en su artículo 5º, numeral 11, señala dentro de los fines de la educación, la formación en la práctica del trabajo, mediante la cual se adquieren los conocimientos técnicos y habilidades, como fundamento del desarrollo individual y social.

RAS - 2000 (REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO), SECCION II, TÍTULO B-SISTEMAS DE ACUEDUCTO, establece en el capítulo B.7.3.5 Edificios, En caso de que en el municipio existan edificios en los cuales la presión mínima no sea suficiente para llegar a los departamentos más altos, cada uno de ellos debe tener su propio sistema hidroneumático o de bombeo de agua interno para producir las presiones suficientes que permitan llevar el agua hasta los pisos más altos. Se prohíbe instalar bombeos directos desde la red pública, es decir, siempre debe instalarse un tanque de succión. Las instalaciones de los equipos hidroneumáticos y demás redes internas deben cumplir con la norma técnica NTC-1500, Código Colombiano de Fontanería.

NTC 3318, (Quinta Actualización) Ingeniería Civil Y Arquitectura: Concreto Premezclado. Establece las especificaciones para la producción de concreto, considerando que el concreto se entrega a la obra en estado fresco.

NTC 673, Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de Concreto (ASTM C39). Trata sobre la determinación de la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y núcleos perforados. Se encuentra limitado al concreto que tiene una densidad mayor que 800 kg/m<sup>3</sup> [50 lb/ft<sup>3</sup>].

## 7. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 7.1. ACTIVIDADES.

#### 7.1.1. Levantamiento topográfico.

Para las labores de corte, se tuvo en cuenta el levantamiento topográfico, con el fin de determinar las distancias y elevaciones de los puntos que posteriormente se tendrán como base para la elaboración de los planos de obra. El equipo utilizado para la ejecución de esta actividad fue un nivel convencional con su respectivo trípode, reglilla y cinta métrica.



*Imagen 5. Ejecución del levantamiento topográfico. Fuente: Autor.*

Durante la realización de la práctica se tuvo una participación del 30% en esta actividad, debido a que ya se estaban adelantando estas labores antes de la fecha de inicio de mi experiencia empresarial.

### 7.1.2. Excavación Combinada.

La excavación combinada<sup>4</sup> hace referencia a las excavaciones en lugares o volúmenes que requieren que se ejecute de manera mecánica y manual. Para efectos de cálculo del volumen total excavado en la obra tenemos que:

$$A_T = 420 \text{ m}^2$$

$$Prf_E = 4.20 \text{ m}$$

$$C_s = 1.25$$

$$VT_E = 420 \text{ m}^2 * 4.20 \text{ m} * 1.25$$

$$VT_E = 2205 \text{ m}^3$$

Siendo:

*A<sub>T</sub>: Area total del terreno en metros cuadrados*

*Prf<sub>E</sub>: Profundidad de excavación en metros.*

*C<sub>s</sub>: Coeficiente de expansión del suelo.*

*VT<sub>E</sub>: Volumen total excavado.*

En el caso particular de la obra se realizó un total de 25% de excavación manual y 75% de excavación mecánica. El personal requerido para esta labor ejecutó excavación para el retiro de material durante la etapa de cimentación, pozo subterráneo y zanjas de infiltración.

---

<sup>4</sup> [www.fontur.com.co/showfile/0/2614](http://www.fontur.com.co/showfile/0/2614)



*Imagen 6. Excavación mecánica. Fuente: Autor.*

Como referencia para esta actividad, se tuvieron en cuenta los planos estructurales. Gracias a la información contenida en estos documentos, se definieron ejes, profundidad de excavación para parqueaderos (4,2 metros a partir del nivel cero (0) - vía pública-) dimensiones de zapatas, vigas de cimentación y el muro de contención perimetral.

El suelo característico de esta zona es arenoso – arcilloso a una profundidad de 3,5 metros a partir del nivel cero (0), y se encontró un conglomerado a una profundidad de 4,2 metros dando la capacidad portante necesaria para edificación, cuyo valor fue de 40 toneladas por metro cuadrado (t/m<sup>2</sup>).

El nivel freático del suelo se encontró a 2,5 metros bajo el nivel de la vía, a medida que se iba ejecutando la actividad se utilizó un sistema de bombeo mediante electrobombas de 3 y 4 HP, para retirar el agua presente en las excavaciones. Esta agua residual fue conducida al sistema de alcantarillado pluvial de la zona.

### 7.1.3. Cimentación.

En esta actividad se definió la parte estructural de la edificación que es la encargada de transmitir las cargas al terreno. La cimentación se dimensiona teniendo en cuenta las características del suelo a intervenir.

El tipo de cimentación utilizado para la construcción del edificio “Limaruz”, fue la de **concreto armado y cimentación corrida**.

Las zapatas y vigas de cimentación fueron diseñadas según los planos estructurales. Los cálculos realizados para la construcción de esta edificación, dieron como resultado las siguientes dimensiones:

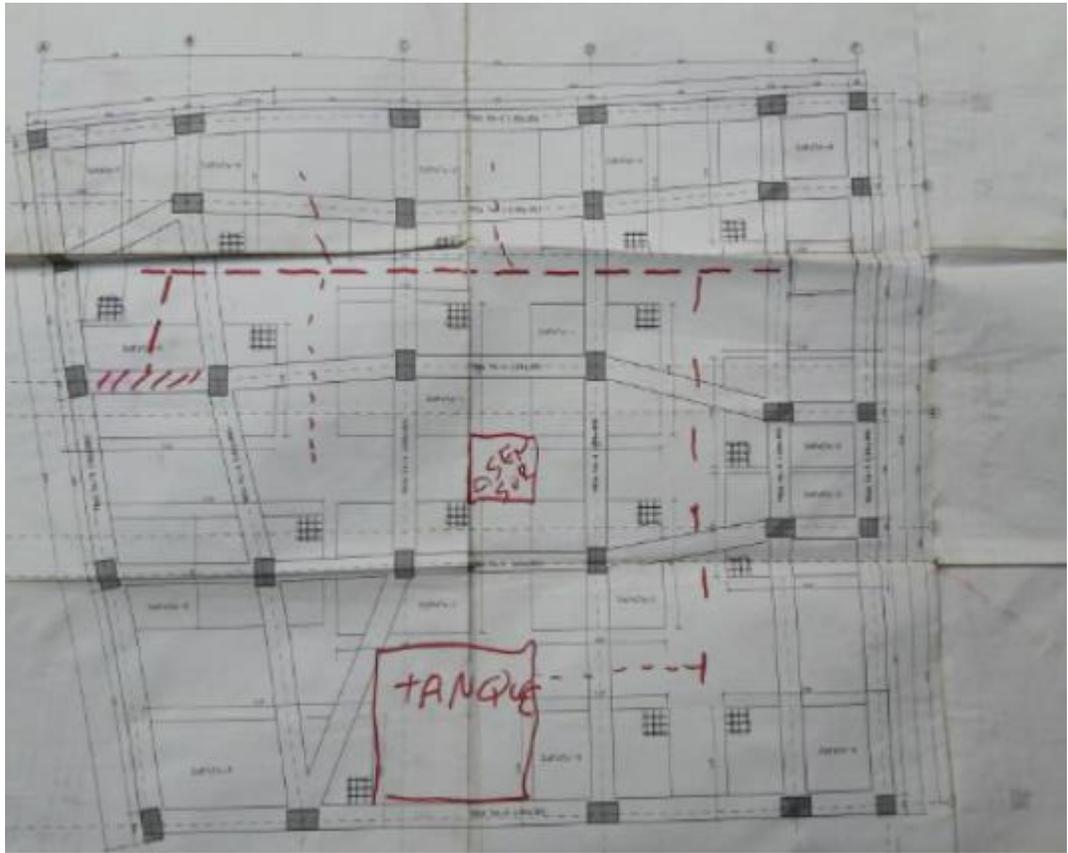
<b>ZAPATAS*</b>			
Tipo	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m)
1	3,6	3,6	0,8
2	4,4	3	0,8
3	3,6	2,8	0,8
4	4,5	2,8	0,8
5	6	2,8	0,8
6	5,5	3	0,8
7	5,7	2,2	0,8
8	4,4	4,4	0,8

\* Diámetro acero en todas las zapatas: 5/8”.

*Tabla 9. Dimensiones Zapatas Edificio Limaruz. Fuente: Autor.*

<b>VIGAS</b>		
Descripción	Ancho (cm)	Altura (cm)
VA-1	60	80
VA-2	60	80
VA-3	60	80
VA-4	60	80
VA-5	60	80

*Tabla 10. Dimensiones Vigas Edificio Limaruz. Fuente: Autor.*



*Imagen 7. Distribución de Vigas y Zapatas Edificio Limaruz. Fuente: Camargo Construcciones.*

Una cimentación<sup>5</sup> deberá cumplir tres requisitos fundamentales:

- a) El nivel de la cimentación deberá estar a una profundidad que se encuentre libre del peligro de heladas, cambios de volumen del suelo, capa freática, excavaciones posteriores.
- b) Tendrá unas dimensiones tales que no superen la estabilidad o capacidad portante del suelo.
- c) No deberá producir un asentamiento en el terreno que no sea absorbible por la estructura (asentamiento admisible).

---

<sup>5</sup> [ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas...civil/.../TEMA%204-CIMENTACIONES.pdf](http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas...civil/.../TEMA%204-CIMENTACIONES.pdf)

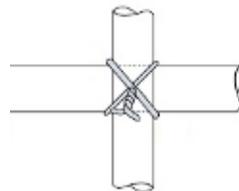


*Imagen 8. Cimentación en concreto armado: encofrado y fundición de vigas.  
Fuente: autor.*

Según especificaciones de diseño, los recubrimientos para vigas de amarre y zapatas son de 7,5 cm.

#### 7.1.4. Amarre de aceros.

El proceso de colocación del acero en cada una de los elementos estructurales dentro de la edificación, implica varias actividades, tales como el traslado, almacenamiento, medición y corte de los diferentes tipos de varillas y alambres. Habiendo realizado las anteriores actividades, es necesario fijar mediante segmentos de alambre dulce precortados y previamente especificados cada una de las intersecciones de las varillas. Esto con el fin de garantizar que el elemento estructural no pierda su forma al momento de aplicar el concreto. El tipo de amarre que fue utilizado fue el denominado “cruzado”: tiene la ventaja de ayudar a disminuir la torsión entre las barras, lo cual mantiene la integridad de la estructura. Tiene forma de ocho y se emplean segmentos de alambre dobles. Coloquialmente se le conoce como “amarre pata de gallina”.



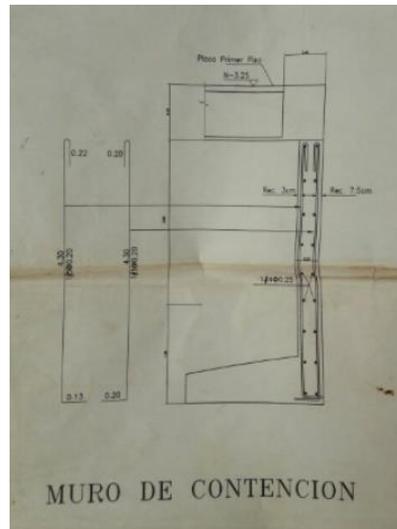
*Imagen 9. Amarre cruzado doble. Tomado de: <http://civilgeeks.com/wp-content/uploads/2011/09/amarras-2.jpg>*



*Imagen 10. Amarre de aceros: zapata y viga de cimentación. Fuente: Autor.*

#### 7.1.5. Muro de contención perimetral.

Los muros de contención se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, utilización de la estructura o economía. Para la construcción del edificio Limaruz se utilizó un muro estructural perimetral. Su función es contrarrestar el empuje del terreno de las vías por dos caras y empuje de esfuerzos transversales por las otras dos caras, el muro se construyó de un espesor de 22 centímetros (cm) y una altura de 2,6 metros (m) perimetralmente. Transversalmente está confinado con aceros número 5 (5/8") y longitudinalmente aceros número 4 (1/2") estos aceros forman una matriz de 20x20 centímetros (cm).



*Imagen 11. Detalle estructural muro de contención perimetral. Fuente: Camargo Construcciones.*



*Imagen 12. Muro de contención perimetral con aceros de refuerzo número 5 y 4. Fuente: Autor.*

7.1.6. Vaciado de concreto en vigas, columnas y zapatas.

El vaciado de concreto se realizó mediante mezcladora “mixer” con capacidad de 5 m3, suministrado por la empresa Holcim. Las características de resistencia a compresión del concreto empleado en las vigas, columnas y zapatas fue la siguiente:

Tiempo de fraguado días	Peso de la probeta (Kg).	Densidad t/m3	Carga Kgf	Resistencia Unitaria Kg/cm2	Resistencia Unitaria Mpa	Resistencia Unitaria PSI
28	13,535	2,43	63.929	350,5	35	5007

Tabla 11. Resultados ensayo de compresión de cilindros. Fuente: SERINCO LTDA.

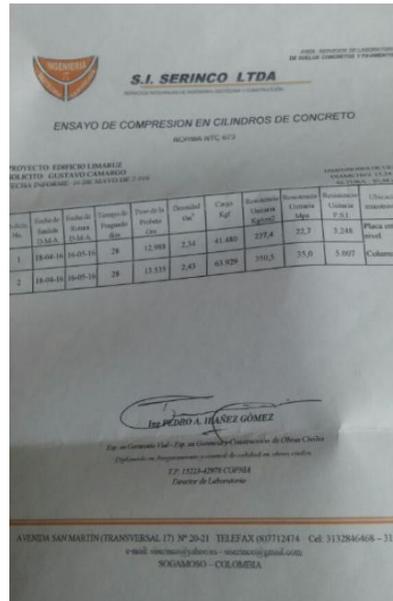


Imagen 13. Ensayo de concreto realizado por SERINCO LTDA. Fuente: Camargo Construcciones.

Debido a la complejidad del entramado de las zapatas y vigas al momento de realizar dicha labor, fue necesario el uso de camión bomba mediante el cual se hizo la impulsión del concreto en las zonas a intervenir. Esto con el fin de garantizar una homogeneidad en la mezcla de concreto usado en vigas y zapatas. El vaciado mínimo de concreto en cada una de las jornadas de trabajo oscilaba entre 15 a 20 m3 por tramo.



*Imagen 14. Vaciado de concreto en columnas. Fuente: Autor.*

#### 7.1.7. Construcción de rampa acceso a parqueaderos.

La finalidad de este elemento estructural es la de permitir el acceso vehicular a los parqueaderos subterráneos. La longitud total de la rampa es de 12 metros, con una pendiente del 20%, ancho de 2,85 metros. La pendiente establecida en este caso es la más adecuada para automóviles particulares cuya altura no exceda los 2,6 metros y la carga sea menor o igual a 8,2 toneladas / eje.



*Imagen 15. Rampa de acceso a parqueaderos en construcción. Fuente: Autor.*

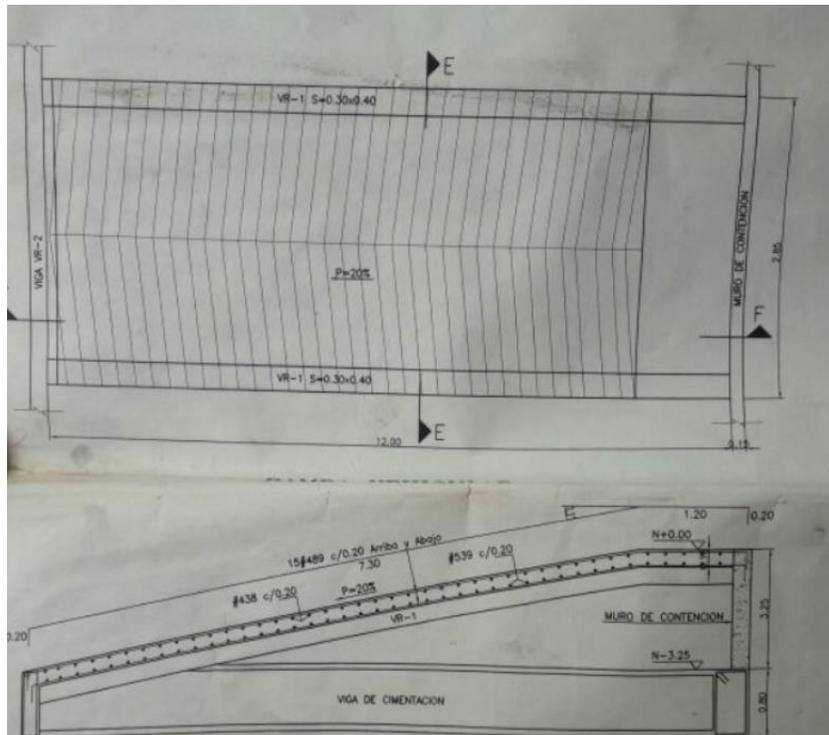


Imagen 16. Detalle estructural rampa de acceso a parqueaderos: fuente: Camargo Construcciones.

#### 7.1.8. Armado, Encofrado y vaciado de columnas.

Luego de haber realizado la construcción de zapatas y vigas de cimentación, luego de la fijación de los aceros para el montaje de las columnas, se procedió a unir los dieciséis (16) aceros longitudinales con los traslapes provenientes de las zapatas. La altura de cada columna es de 3,0 metros, dejando traslapes de 1,5 metros sobre el nivel de la placa. El diámetro de cada uno de los aceros longitudinales es de 7/8", y los aceros transversales se distribuyen de la siguiente forma: desde el metro 0 hasta el metro 1, van espaciados a 5 centímetros entre cada uno, desde el metro 1 hasta el metro 2, espaciados a 8 centímetros, y del metro 2 al metro 3 de altura, espaciados 5 centímetros entre cada uno. Este procedimiento se realizó en las 28 columnas que van distribuidas de acuerdo a la siguiente tabla:

<b>COLUMNAS</b>			
Tipo	Cantidad	Ancho	Largo
1	15	0,8	0,5
2	5	0,5	0,5
3	8	0,7	0,4
Total	28		

*Tabla 12. Dimensiones Columnas por tipo. Fuente: Autor.*

Para el encofrado de las columnas se utilizó estructura metálica reforzada modular. Este sistema permite el vaciado en columnas rectangulares o cuadradas. Compuesto por elementos livianos, son seguros y fáciles de armar.

Los tableros empleados, se manipularon manualmente entre dos auxiliares y un oficial de obra.

El aplomado de cada elemento se realizó utilizando parales metálicos inclinados, permitiendo la correcta alineación entre cada columna según los planos estructurales suministrados por Camargo Construcciones.

Para garantizar la homogeneidad y minimizar el índice de vacíos en el elemento, se utilizó martillo de goma (exterior del encofrado) y vibrador de concreto (interior del encofrado) a medida que se iba vaciando el concreto con la máquina mixer y el camión bomba, para poder transportar el concreto desde la zona de parqueo de la máquina hasta las zonas más distantes de la construcción.



*Imagen 17. Armado y encofrado de columnas. Fuente: Autor.*

#### 7.1.9. Placa de entre piso (techo del sótano, nivel 0,00m).

La placa de entrepiso de tipo aligerada se diseñó teniendo en cuenta características de peso, acústica y mejor manejo de la tubería hidro-sanitaria, también por el peso propio de cada una de ellas y por la carga transmitida a los otros elementos. Para tal fin, fue empleado casetón de diferentes dimensiones de acuerdo a la distribución de viguetas, vigas de borde y vigas en la placa. Se escoge es tipo de elemento por las ventajas que ofrece al desencofrar, su peso (permite un montaje rápido al ser muy liviano) y porque se ajusta a los requerimientos técnicos de diseño.

El espesor de la placa de entrepiso, fue de 45 cm, las vigas principales son de 40 x 40 cm, las viguetas y vigas de borde son de 10 x 40 cm. Los diámetros de los aceros empleados para la construcción de la placa fueron:

ACEROS PLACA	
Elemento	Diámetro
Viguetas y vigas de borde	5/8"
Vigas principales	3/4"
Estribos	3/8"

*Tabla 13. Especificaciones Aceros placa. Fuente: Autor.*



*Imagen 18. Placa entre piso, techo del sótano. Fuente: Autor.*



*Imagen 19. Placa entre piso, nivel 3,5 metros (locales). Fuente: Autor.*

7.2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PRACTICA EMPRESARIAL																	
Fecha de inicio: 27 de Enero del 2016								Fecha de terminación: 28 de Mayo del 2016									
ACTIVIDADES	ENERO		FEBRERO			MARZO			ABRIL				MAYO				
	SEMANAS																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Inducción práctica empresarial	■																
Etapas finales levantamiento topográfico	■	■															
Supervisión de excavación combinada		■	■	■	■												
Revisión y ejecución de cimentaciones			■	■	■	■	■										
Control de llegada de concreto premezclado			■		■		■		■		■		■		■		
Entrega de informes de avance de proyecto		■		■		■		■	■		■		■		■		
Realización del informe final													■	■	■	■	
Revisión de planos estructurales y arquitectónicos		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Tabla 14. Cronograma de actividades ejecutadas durante la práctica empresarial. Fuente: Autor.

## CONCLUSIONES

Mediante la elaboración de este proyecto, puedo concluir lo siguiente:

- Se pudieron identificar las fases más importantes para la ejecución de obras civiles. Aunque no se estuvo presente durante la realización de la construcción total de la obra, la experiencia adquirida durante la construcción del sótano y el nivel 1 del edificio fue bastante enriquecedora.
- Se realizaron modificaciones por construcción tendientes a la optimización de los espacios y accesos del edificio, buscando la satisfacción de los usuarios de la edificación, sin afectar las estructuras y cálculos realizados por la empresa contratista de la obra.
- El envío de informes quincenales permite el control del avance del proyecto, así como del alcance de objetivos establecidos en la elaboración de este proyecto.
- Establecer una política que permita el velar por el cumplimiento de la Normatividad Vigente de los procesos constructivos, es indispensable para garantizar la integridad de las edificaciones y la seguridad de sus usuarios.
- El manejo de personal es una de los aspectos más complejos a la hora de asumir el control de una obra. Una de las estrategias empleadas para la consecución de metas propuestas, fue la de liderar y apoyar a los colaboradores, enseñando aspectos importantes y técnicas para la edificación de obras civiles y aprendiendo a la vez de la experiencia y bagaje de cada miembro del equipo de trabajo.
- El cumplimiento de las actividades relacionadas en la programación de la obra de manera ordenada permite mejoras en la administración del tiempo, es decir, cumplir con el cronograma permite flexibilizar los intervalos haciendo más eficiente el proceso de construcción.

## BIBLIOGRAFÍA

AGUADO DE CEA A., Roca P. (1994). “Filosofías asociadas a la construcción mediante elementos prefabricados de hormigón”, Cemento – Hormigón, Vol. 735.

CERVERA RUIZ M., BLANCO DÍAZ E. (1999), “Fundamentos de resistencia de materiales y cálculos de estructuras”, E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Barcelona.

MASISA (2003), “Manuales de aislación térmica y acústica”, Grupo Industrial Latinoamericano de tableros de madera.

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA (1986), “Construcción y Colocación de elementos prefabricados en hormigón”, Construcción de estructuras de Hormigón. Fondo Nacional de Formación Profesional de la Industria de la Construcción, Bogotá, Colombia.

TOBAR L. (1995), “Cimientos, estructuras, cerramientos”, Editorial Escala, El arte de construir, Bogotá, Colombia.

MIRAVETE A. (1994) “Los nuevos materiales en la construcción”. Centro Politécnico Superior. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España.

# **ANEXOS**



Duitama, 08 de Junio de 2016

Señores  
**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**  
Atn. Sr. Manuel Antonio Contreras  
Director de programa de Ingeniería Civil  
Pamplona, Norte de Santander

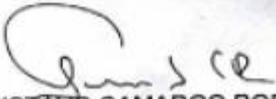
Asunto: Certificación

Cordial saludo,

Por medio de la presente me permito certificar que el señor **MANUEL ANDRES ACEVEDO ROJAS** identificado con la cédula de ciudadanía No.1.052.398.135 está laborando para esta empresa desde el pasado desde el 27 Enero del presente año hasta la fecha , realizando labores de residencia auxiliar en la obra Edificio Limaruz de la ciudad de Duitama.

La anterior certificación se expide a solicitud del interesado,

Cordialmente,

  
**GUSTAVO CAMARGO RODRÍGUEZ**  
C.C. No.7.228.127 de Duitama  
GERENTE GENERAL

---

Carrera 1 No. 24-33 Duitama. Tel 3114522297 - 3133403318

*Anexo 1: carta de terminación de prácticas empresariales.*



*Anexo 2: Representación en 3D del proyecto terminado.*

  
**LIMARUZ**  
 MULTIFAMILIAR

"Invertir para la Vida"

<b>APARTAMENTO TIPO A1</b>	
<b>APTO: 201</b>	
ÁREAS	M <sup>2</sup>
Área Construida	42,51
Área Privada	41,63
Área Libre	7,3

DISEÑA Y CONSTRUYE 



-El área privada de los apartamentos no incluye elementos estructurales, ductos, muros internos, ni muros de propiedad común.  
 -El área privada es el resultado de descontar del área construida los elementos estructurales, ductos, muros internos y muros de propiedad común.  
 -El área libre son terrazas y patios internos.  
 -Este plano es una representación gráfica del apartamento \_\_\_\_\_ y de su ubicación dentro del edificio. Su diseño y áreas eventualmente podrían cambiar un poco por exigencias de la licencia de construcción de conformidad con las normas técnicas.

Mayor Información 

  
**LIMARUZ**  
 MULTIFAMILIAR

"Invertir para la Vida"

<b>APARTAMENTO TIPO A2</b>	
<b>APTO: 202</b>	
ÁREAS	M <sup>2</sup>
Área Construida	39,11
Área Privada	37,7
Área Libre	11,62

DISEÑA Y CONSTRUYE 



-El área privada de los apartamentos no incluye elementos estructurales, ductos, muros internos, ni muros de propiedad común.  
 -El área privada es el resultado de descontar del área construida los elementos estructurales, ductos, muros internos y muros de propiedad común.  
 -El área libre son terrazas y patios internos.  
 -Este plano es una representación gráfica del apartamento \_\_\_\_\_ y de su ubicación dentro del edificio. Su diseño y áreas eventualmente podrían cambiar un poco por exigencias de la licencia de construcción de conformidad con las normas técnicas.

Mayor Información 

*Anexo 3: Apartamentos tipo A1 y A2.*

  
**LIMARUZ**  
 MULTIFAMILIAR  
 "Invertir para la Vida"

<b>APARTAMENTO TIPO A3</b>	
<b>APTO: 203</b>	
<b>ÁREAS</b>	<b>M<sup>2</sup></b>
Área Construida	44,77
Área Privada	42,55
Área Libre	8,09

DISEÑA Y CONSTRUYE 



El área privada de los apartamentos no incluye elementos estructurales, ductos, muros internos, ni muros de propiedad común.  
 El área privada es la resultante de descontar del área construida los elementos estructurales, ductos, muros internos y muros de propiedad común.  
 El área libre son terrazas y patios internos.  
 Este plano es una representación gráfica del apartamento \_\_\_\_\_ y de su ubicación dentro del edificio. Su diseño y áreas eventualmente pueden cambiar un poco por exigencias de la licencia de construcción de conformidad con las normas técnicas.

Mayor Información 

  
**LIMARUZ**  
 MULTIFAMILIAR  
 "Invertir para la Vida"

<b>APARTAMENTO TIPO A4</b>	
<b>APTO: 204</b>	
<b>ÁREAS</b>	<b>M<sup>2</sup></b>
Área Construida	36,87
Área Privada	35,25
Área Libre	-

DISEÑA Y CONSTRUYE 



El área privada de los apartamentos no incluye elementos estructurales, ductos, muros internos, ni muros de propiedad común.  
 El área privada es la resultante de descontar del área construida los elementos estructurales, ductos, muros internos y muros de propiedad común.  
 El área libre son terrazas y patios internos.  
 Este plano es una representación gráfica del apartamento \_\_\_\_\_ y de su ubicación dentro del edificio. Su diseño y áreas eventualmente pueden cambiar un poco por exigencias de la licencia de construcción de conformidad con las normas técnicas.

Mayor Información 

*Anexo 4: Apartamentos tipo A3 y A4.*



**LIMARUZ**  
MULTIFAMILIAR

"Invertir para la Vida"

<b>APARTAMENTO TIPO B</b>	
APTOS: 205 - 303 - 403 - 503 603 - 703 - 803 - 903	
<b>ÁREAS</b>	<b>M<sup>2</sup></b>
Área Construida	91,16
Área Privada	85,58
Área Libre	-

DISEÑA Y CONSTRUYE 



-El área privada de los apartamentos no incluye elementos estructurales, ductos, muros internos, ni muros de propiedad común.  
 -El área privada es el resultado de descontar del área construida los elementos estructurales, ductos, muros internos y muros de propiedad común.  
 -El área libre son terrazas y patios internos.  
 -Este plano es una representación gráfica del apartamento \_\_\_\_\_ y de su ubicación dentro del edificio. Su diseño y áreas eventualmente podrían cambiar un poco por exigencias de la licencia de construcción de conformidad con las normas mexicanas.

Mayor Información 



**LIMARUZ**  
MULTIFAMILIAR

"Invertir para la Vida"

<b>APARTAMENTO TIPO C</b>	
APTO: 301	
<b>ÁREAS</b>	<b>M<sup>2</sup></b>
Área Construida	123,1
Área Privada	115,92
Área Libre	21,26

DISEÑA Y CONSTRUYE 



-El área privada de los apartamentos no incluye elementos estructurales, ductos, muros internos, ni muros de propiedad común.  
 -El área privada es el resultado de descontar del área construida los elementos estructurales, ductos, muros internos y muros de propiedad común.  
 -El área libre son terrazas y patios internos.  
 -Este plano es una representación gráfica del apartamento \_\_\_\_\_ y de su ubicación dentro del edificio. Su diseño y áreas eventualmente podrían cambiar un poco por exigencias de la licencia de construcción de conformidad con las normas mexicanas.

Mayor Información 

Anexo 5: Apartamentos Tipo B y C.

  
**LIMARUZ**  
 MULTIFAMILIAR

"Invertir para la Vida"

**APARTAMENTO TIPO D**

APTO: 302

ÁREAS	M <sup>2</sup>
Área Construida	89,94
Área Privada	83,92
Área Libre	33,29

DISEÑA Y CONSTRUYE 

Mayor Información 

- El área privada de los apartamentos no incluye elementos estructurales, ductos, muros internos, ni muros de propiedad común.  
 - El área privada es la resultante de descontar del área construida los elementos estructurales, ductos, muros internos y muros de propiedad común.  
 - El área libre son terrazas y patios internos.  
 - Este plano es una representación gráfica del apartamento \_\_\_\_\_ y de su ubicación dentro del edificio. Su diseño y áreas eventualmente podrían cambiar un poco por exigencias de la licencia de construcción de conformidad con las normas mexicanas.

  
**LIMARUZ**  
 MULTIFAMILIAR

"Invertir para la Vida"

**APARTAMENTO TIPO E**

APTOS: 401 - 501 - 601

ÁREAS	M <sup>2</sup>
Área Construida	123,68
Área Privada	116,46
Área Libre	-

DISEÑA Y CONSTRUYE 

Mayor Información 

El área privada de los apartamentos no incluye elementos estructurales, ductos, muros internos, ni muros de propiedad común.  
 El área privada es la resultante de descontar del área construida los elementos estructurales, ductos, muros internos y muros de propiedad común.  
 El área libre son terrazas y patios internos.  
 Este plano es una representación gráfica del apartamento \_\_\_\_\_ y de su ubicación dentro del edificio. Su diseño y áreas eventualmente podrían cambiar un poco por exigencias de la licencia de construcción de conformidad con las normas mexicanas.

*Anexo 6: Apartamentos Tipo D y E.*



**LIMARUZ**  
MULTIFAMILIAR

"Invertir para la Vida"

APARTAMENTO TIPO F	
APTOS:	402 - 502 - 602 702 - 802 - 902
ÁREAS	M <sup>2</sup>
Área Construida	98,53
Área Privada	92,51
Área Libre	-

DISEÑA Y CONSTRUYE 

- El área privada de los apartamentos no incluye elementos estructurales, ductos, muros internos, ni muros de propiedad común.  
 - El área privada es la resultante de descontar del área construida los elementos estructurales, ductos, muros internos y muros de propiedad común.  
 - El área libre son terrazas y patios internos.  
 - Este plano es una representación gráfica del apartamento \_\_\_\_\_ y de su ubicación dentro del edificio. Su diseño y áreas eventualmente pueden cambiar un poco por exigencias de la licencia de construcción de conformidad con las normas técnicas.

Mayor Información 




Anexo 7: Apartamento Tipo F y Terraza.