

PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO, ESTUDIO DE  
SUELOS Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, PARA LA REALIZACION DE  
ESPACIOS DE ALOJAMIENTO PARA APRENDICES SENA EN EL CENTRO DE  
FORMACION PARA EL DESARROLLO RURAL Y MINERO (CEDRUM),  
MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

CEUDIEL IVAN MANTILLA GARCIA  
COD. 1094269156

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS CIVIL Y AMBIENTAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
NORTE DE SANTANDER  
PAMPLONA  
2015

PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO, ESTUDIO DE  
SUELOS Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, PARA LA REALIZACION DE  
ESPACIOS DE ALOJAMIENTO PARA APRENDICES SENA EN EL CENTRO DE  
FORMACION PARA EL DESARROLLO RURAL Y MINERO (CEDRUM),  
MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

CEUDIEL IVAN MANTILLA GARCIA  
COD. 1094269156

Anteproyecto de trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial  
Presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

Néstor Orlando Rojas Ribón  
Ingeniero Civil  
Esp. En Ingeniería Estructural

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS CIVIL Y AMBIENTAL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
NORTE DE SANTANDER  
PAMPLONA  
2015

## DEDICATORIA

En primer lugar a Dios, quien es el motivo de vida e inspiración para realizar cualquier tarea.

A mi madre Aura Mercedes García, quien ha sido mi apoyo incondicional, Ejemplo y fuente necesaria de valores, Principios y conocimientos para lograr todos los objetivos propuestos.

A mis hermanas seguidoras principales de mis triunfos, mis cómplices, Amigas, y las que me demuestran cada día que con perseverancia y disciplina todo se puede lograr.

A mis tíos Reynel y Mayorsi ejemplo de amor por la familia.

A mis docentes que se encargaron de mi formación como profesional y personal.

A todas aquellas personas que tienen que ver en mi formación como Ingeniero y como persona.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
RESUMEN .....	13
TITULO .....	15
1. DESCRIPCION DEL PROYECTO: .....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	16
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMÁ: .....	16
1.3. JUSTIFICACION: .....	16
1.4. OBJETIVOS .....	17
1.4.1. Objetivo General: .....	17
1.4.2. Objetivos Específicos: .....	17
2. MARCO REFERENCIAL .....	19
2.1. ANTECEDENTES: .....	19
2.2. MARCO LEGAL: .....	19
2.2.1. Normativa Nacional: .....	19
2.2.2. Normativa Institucional Universidad de Pamplona: .....	20
2.2.3. Misión y Visión Universidad de Pamplona: .....	21
2.2.4. Misión y Visión SENA: .....	21
2.3. MARCO CONCEPTUAL: .....	21
2.3.1. Funciones de un ingeniero civil: .....	22
2.4. MARCO ESPACIAL: .....	22
2.4.1. Localización y límites: .....	23
2.4.2. Topografía: .....	24
2.5. MARCO TEORICO: .....	24
2.5.1. Levantamiento topográfico: .....	24
2.5.2. Estudio de Suelos: .....	26
2.5.3. Diseño Hidro-sanitario para Edificaciones: .....	29
2.5.4. Diseño Estructural: .....	33

3.	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: .....	38
3.1.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO: .....	38
3.2.	LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO: .....	40
3.2.1.	Perfil altimétrico: .....	42
3.3.	CALCULO DE ÁREAS: .....	46
3.4.	Archivo fotográfico: .....	47
4.	ESTUDIO DE SUELOS: .....	50
4.1.	Exploración de campo: .....	50
4.2.	Ensayos de laboratorio:.....	50
4.2.1.	Humedad natural: .....	52
4.2.2.	Granulometría:.....	53
4.2.3.	Límites de Atterberg: .....	55
4.2.4.	Corte Directo .....	57
4.3.	Características del suelo: .....	58
5.	DISEÑO HIDRO-SANITARIO.....	60
5.1.	Descripción general del sistema Hidro-Sanitario: .....	60
5.2.	SISTEMA DE AGUA POTABLE: .....	62
5.2.1.	Demanda de agua: .....	62
5.2.3.	Cálculos de suministro volumen para consumo: .....	66
5.2.5.	Calculo de acometida tanque bajo:.....	68
5.2.6.	Trazado de la red: .....	68
5.3.	Cálculos de recolección y tratamiento de aguas residuales: .....	71
5.3.1.	Cálculo de tratamiento aguas negras pozo séptico:.....	71
5.3.2.	Calculo de Diámetros de Tubería:.....	72
5.3.3.	Diseño de las redes Sanitarias:.....	73
6.	DISEÑO ESTRUCTURAL .....	74
6.1.	PARAMETROS DE DISEÑO:.....	74
6.1.5.	Definición de la zona: .....	75
6.1.6.	Sismo: .....	75
6.1.7.	Perfil del Suelo: .....	76

6.1.8. Uso de la edificación y Coeficiente de importancia: .....	77
6.2. CARGAS GENERALES: .....	78
6.3. PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES:.....	79
6.3.1. Aligerados: .....	79
6.3.2. Viga: .....	80
6.3.3. Columnas: .....	80
6.4. DISEÑO ESTRUCTURAL: .....	80
6.4.2. COLUMNAS: .....	84
6.4.3. VIGAS .....	90
CONCLUSIONES .....	95
BIBLIOGRAFIA .....	96
ANEXOS .....	97

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de Pamplona. Google Maps .....	24
<b>Figura 2.</b> Vista en planta del terreno, Google Earth.....	39
<b>Figura 3.</b> Demarcación terreno, Global Mapper.....	40
<b>Figura 4.</b> Curvas de nivel del terreno, Global Mapper.....	40
<b>Figura 5.</b> Modelación 3D del terreno, Global Mapper. ....	41
<b>Figura 6.</b> Modelación 3D del terreno, Global Mapper. ....	41
<b>Figura 7.</b> Puntos de localización perfil altimétrico. ....	42
<b>Figura 8.</b> Denotación de área construida.....	46
<b>Figura 9.</b> Ubicación de los apiques en el terreno, Google Earth. ....	50
<b>Figura 10.</b> Planta Primer nivel. ....	60
<b>Figura 11.</b> Planta segundo nivel, Piso mujeres.....	61
<b>Figura 12.</b> Planta tercer nivel, Piso Hombres.....	61
<b>Figura 13.</b> Fachada Edificio.....	62
<b>Figura 14.</b> Plano Planta1. Red de Agua Potable. ....	69
<b>Figura 15.</b> Plano Isométrico Red De Agua Potable, Autocad.....	70
<b>Figura 16.</b> Plano Planta 1. Red de alcantarillado.....	73
<b>Figura 17.</b> Plano Isométrico Red de agua Sanitaria, AutoCAD.....	73
<b>Figura 18.</b> Espectro de Diseño. ....	76
<b>Figura 19.</b> Detalle Zapata Planta.....	83
<b>Figura 20.</b> Detalle Zapata Frontal.....	84

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Aspectos importantes del estudio de suelos.	27
<b>Tabla 2.</b> Calculo de áreas	46
<b>Tabla 3.</b> Determinación del contenido de Humedad.	52
<b>Tabla 4.</b> Tamizaje	54
<b>Tabla 5.</b> Determinación del límite líquido.	55
<b>Tabla 6.</b> Determinación del límite plástico.	56
<b>Tabla 7.</b> Características finales	56
<b>Tabla 8.</b> Cálculos corte directo.	57
<b>Tabla 9.</b> Tabla de resultados corte directo.	57
<b>Tabla 10.</b> Características del suelo.	58
<b>Tabla 11.</b> Demanda Piso 1. N+ 0.00	63
<b>Tabla 12.</b> Piso 2. N+ 3.00.	63
<b>Tabla 13.</b> Piso 3. N+ 6.00.	63
<b>Tabla 14.</b> Determinación de Diámetros.	66
<b>Tabla 15.</b> Datos de entrada cálculo de volumen de tanque de aguas residuales.	71
<b>Tabla 16.</b> Calculo Diámetros tubería Sanitaria	72
<b>Tabla 17.</b> Datos Generales de Sismo.	76
<b>Tabla 18.</b> Valores de coeficiente de importancia, I.	78
<b>Tabla 19.</b> Calculo de Cargas.	78
<b>Tabla 20.</b> Nombre de las hipótesis	78
<b>Tabla 21.</b> Combinaciones de Carga.	79
<b>Tabla 22.</b> Descripción Cimentación.	80
<b>Tabla 23.</b> Mediciones Cimentación.	81
<b>Tabla 24.</b> Comprobación Resultados	83
<b>Tabla 25.</b> Secciones Columnas	85
<b>Tabla 26.</b> Desplazamientos en columnas.	87
<b>Tabla 27.</b> Desplazamiento por Sismo.	89

<b>Tabla 28.</b> Características Principales Vigas.	91
<b>Tabla 29.</b> Comprobación de fisuras.	93
<b>Tabla 30.</b> Comprobaciones de Flecha.	94

## LISTA DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Perfil Estratigráfico, localización 1.	43
<b>Ilustración 2.</b> Perfil Estratigráfico, Localización 2.	43
<b>Ilustración 3.</b> Perfil Estratigráfico, Localización 3.	44
<b>Ilustración 4.</b> Perfil Estratigráfico, Localización 4.	44
<b>Ilustración 5.</b> Perfil Estratigráfico, Localización 5.	45
<b>Ilustración 6.</b> Perfil Estratigráfico, Localización 6.	45
<b>Ilustración 7.</b> Perfil Estratigráfico, Localización 7.	45
<b>Ilustración 8.</b> Grafica granulométrica.	54
<b>Ilustración 9.</b> Diagrama relación de esfuerzos	57
<b>Ilustración 10.</b> Curva de gasto método de Hunter.	64

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

<b>Fotografía 1.</b> Medición terreno con cinta	47
<b>Fotografía 2.</b> Toma de puntos con GPS, parte baja.	47
<b>Fotografía 3.</b> Toma de datos con GPS, parte Baja.	48
<b>Fotografía 4.</b> Toma de datos con GPS, parte alta.	48
<b>Fotografía 5.</b> Medición Apique.	51
<b>Fotografía 6.</b> Medidas de Apique.	51
<b>Fotografía 7.</b> Peso Muestra suelo.	52
<b>Fotografía 8.</b> Ubicación de las muestras antes del horneado.	53
<b>Fotografía 9.</b> Perfil del suelo	58
<b>Fotografía 10.</b> Planta de Apique 2.	59

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Plano Arquitectónico.	97
<b>Anexo 2.</b> Carta de aceptación a Pasantía	98
<b>Anexo 3.</b> Carta de Aprobación Práctica Empresarial.	99

## RESUMEN

El presente proyecto se realiza como requisito para optar por el título de ingeniero Civil, resultado de las prácticas profesionales realizadas en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), y tiene por objeto la generación de espacios de alojamiento para los aprendices practicantes del SENA de pueblos aledaños a la ciudad de Pamplona que no tienen los recursos para obtener este servicio.

El documento se hace Teniendo en cuenta el Proyecto generado y aprobado por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), en el cual se evalúan; las condiciones de espacio (terreno) para la construcción de una futura edificación.

El proyecto se llevara a cabo mediante etapas, teniendo en primera parte el levantamiento topográfico y actualización de planos existentes, estudio de suelos e hidro-sanitario, para pasar a plantear una propuesta de diseño estructural que sea factible y viable a la hora de ejecutar.

## **ABSTRACT:**

This project is implemented as a requirement to qualify for the title of Civil Engineer, result of professional practices carried out at the National Learning Service (SENA), and aims at the creation of opportunities for accommodation for practitioners SENA trainees towns adjacent to the city of Pamplona do not have the resources to get this service .

The document is generated given the project and approved by the National Apprenticeship Service (SENA), which are evaluated; space conditions (terrain) for the construction of a future building.

The project was carried out by stages, taking part in the first survey and update existing plans, soil survey and hydro - sanitary, to pass a proposal for the structural design it is feasible and viable when run.

## **TITULO**

PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO, ESTUDIO DE SUELOS Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, PARA LA REALIZACION DE ESPACIOS DE ALOJAMIENTO PARA APRENDICES SENA EN EL CENTRO DE FORMACION PARA EL DESARROLLO RURAL Y MINERO (CEDRUM), MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER.

## **1. DESCRIPCION DEL PROYECTO:**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), mediante el centro de Formación para el desarrollo Rural y Urbano es una organización que aprende y desarrolla procesos en todos los campos del saber, contribuyendo al mejoramiento de la sociedad, para formar ciudadanos competentes, con ética y sentido crítico, líderes en la transformación social y económica.

Ofrece sus Programas académicos de fácil acceso a las personas de Pamplona y los municipios aledaños, Para los cuales en su gran mayoría las personas no Ingresan a complementar su Formación debido a que la situación económica no les permite contar con un hospedaje en la ciudad de Pamplona y tampoco el cambio de residencia de sus Municipios de origen.

Así nace la idea de construir en el lote adjunto a la actual sede CEDRUM de Pamplona, una estructura que genere los espacios de alojamiento.

### **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMÁ:**

El cambio de lugar de residencia no es una opción para muchos de los aprendices SENA, bien sea por economía o por comodidad, por ello ¿Es factible y viable la construcción de un espacio de alojamiento para los aprendices SENA que llegan a realizar sus prácticas en la sede CEDRUM, Pamplona?

### **1.3. JUSTIFICACION:**

Colombia busca brindar apoyo académico, para el cual ofrece a los jóvenes que viven en la zona rural Programas que buscan el desarrollo de la comunidad por medio de técnicos y tecnólogos con capacidad para crear empresas y generar empleo, esto lo hacen por medio del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), el cual ofrece programas académicos con énfasis en procesos productivos con total gratuidad y acceso para cualquier colombiano.

La oportunidad de formación académica de la comunidad Norte Santandereana no es muy aprovechada por todos, puesto que no cuentan con los medios económicos para el desplazamiento y sostenimiento en la ciudad de Pamplona, es por ello que el centro de Formación para el desarrollo Rural y Urbano (CEDRUM), busca la opción de que los aprendices tengan un sitio adecuado de alojamiento a la hora de desplazarse a Pamplona a hacer sus respectivas Practicas.

De esta manera y en convenio Universidad de Pamplona – SENA, se presenta la oportunidad de que la Universidad de Pamplona en su actividad de extensión a la comunidad genere proyectos que beneficien las dos partes.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General:**

Proponer el Diseño Estructural de espacios de alojamiento para aprendices SENA, en el centro de formación para el Desarrollo Rural y Minero, en el municipio de Pamplona - Norte de Santander.

### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

- Realizar el levantamiento topográfico y actualizar los planos del terreno en el centro de Formación para el desarrollo Rural y Minero CEDRUM, sede Pamplona.
- Realizar un estudio de suelos en la sede del centro de Formación para el desarrollo Rural y Minero (CEDRUM), para el diseño arquitectónico propuesto para el Proyecto construcción de espacios y ambientes de alojamiento para los Aprendices con planos existentes en el banco de proyectos 2015 en el SENA, sede Pamplona.
- Realizar un estudio Hidro-sanitario en la sede del centro de Formación para el desarrollo Rural y Minero (CEDRUM), para el diseño arquitectónico propuesto para el Proyecto construcción de espacios y ambientes de alojamiento para los Aprendices con

planos existentes en el banco de proyectos 2015 en el SENA, sede Pamplona.

- Realizar el diseño estructural en base a los planos existentes de los diferentes espacios y locaciones con las que va a contar en el alojamiento de la sede Agroindustrial del CEDRUM, Pamplona.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. ANTECEDENTES:**

El diseño estructural de una edificación tiene como precedencia una serie de estudios de gran importancia, conocer las características físicas y mecánicas del suelo, parte indispensable para conocer el tipo de cimentación que se debe usar en el diseño de la obra, se evalúan términos como: peso, capacidad portante, tipo de suelo, entre otros.

Los estudios de suelos e hidro-sanitarios antes realizados nos dan un informe detallado de las propiedades, composición estratigráfica, nivel freático, capacidad del suelo entre otros y la interacción de los factores humedad en la interacción suelo - estructura.

Es importante tener en cuenta los diferentes criterios para el diseño estructural de una edificación, como lo son la sismicidad de la zona, la interacción suelo – estructura, la resistencia máxima, entre otros.

### **2.2. MARCO LEGAL:**

#### **2.2.1. Normativa Nacional:**

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR – 10), es de estricto cumplimiento en la Ingeniería Civil y La primera reglamentación sismo resistente nacional fue expedida por el Gobierno nacional por medio del Decreto 1400 del 7 de junio de 1984, la primera actualización, correspondiente al Reglamento NSR-98, fue expedida por medio del Decreto 33 del 9 de enero de 1998 y la segunda actualización, correspondiente al Reglamento NSR-10, se expidió por medio del Decreto 926 del 19 de marzo de 2010. La cual expide la reglamentación necesaria para el diseño estructural de edificaciones, requisitos, materiales y estudios geotécnicos.

- Norma Técnica Colombiana NTC 4595, Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento. Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares.
- Numeral 25 del artículo 15 del Decreto 249 de 2004, la Dirección Administrativa y Financiera debe: "Definir criterios y emitir conceptos técnicos y financieros para los proyectos de construcciones y adecuaciones locativas requeridos para el normal funcionamiento y la prestación de servicios a cargo del SENA, dirigiendo y controlando la planeación, programación, contratación, ejecución, ampliación y control de bienes inmuebles.

### **2.2.2. Normativa Institucional Universidad de Pamplona:**

- 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.
- 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.
- Para el desarrollo de las prácticas, pasantías o judicatura se podrán celebrar contratos de prestación de servicios, observando los principios rectores de la Contratación Estatal y de la Función Administrativa, tal como lo disponen el artículo 209 de la Constitución Política, la Ley 80 de 1993, la Ley 190 de 1995 y la Ley 489 de 1998.
- Para la selección de los estudiantes o egresados se tendrán en cuenta, entre otros, los siguientes requisitos: El aspirante deberá acreditar, mediante certificado expedido por la correspondiente Institución Educativa, el semestre cursado y el promedio académico ponderado. Igualmente, el cumplimiento de las exigencias dispuestas en la Ley 80 de 1993 (Nacional, 1993), la Ley 190 de 1995 y demás normas concordantes.

### **2.2.3. Misión y Visión Universidad de Pamplona:**

**Visión 2020:** Ser una Universidad de excelencia, con una cultura de la internacionalización, liderazgo académico, investigativo y tecnológico con impacto binacional, nacional e internacional, mediante una gestión transparente, eficiente y eficaz.

**Misión:** La Universidad de Pamplona, en su carácter público y autónomo, suscribe y asume la formación integral e innovadora de sus estudiantes, derivada de la investigación como práctica central, articulada a la generación de conocimientos, en los campos de las ciencias, las tecnologías, las artes y las humanidades, con responsabilidad social y ambiental (Pamplona, 2013).

### **2.2.4. Misión y Visión SENA:**

**Misión:** El SENA está encargado de cumplir la función que le corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país.

**Visión:** En el 2020, el SENA será una Entidad de clase mundial en formación profesional integral y en el uso y apropiación de tecnología e innovación al servicio de personas y empresas; habrá contribuido decisivamente a incrementar la competitividad de Colombia. (Aprendizaje, s.f.)

## **2.3. MARCO CONCEPTUAL:**

La construcción es una de las más importantes industrias en el mundo. Ninguna actividad de la ingeniería civil por pequeña que sea, esta desligada de la construcción puesto que diseños, proyectos, estudios financieros y

técnicos, y muchas otras actividades tienen como objetivo la construcción de una obra. (Sarria M. Alberto, 1999)

### **2.3.1. Funciones de un ingeniero civil:**

- Investigación: Busca nuevos conocimientos y técnicas, de estudio y en el campo laboral.
- Desarrollo: Empleo de nuevos conocimientos y técnicas, propuestas de Vanguardia aplicadas a la diferentes especializaciones de Construcción.
- Diseño: Especificar las soluciones a los problemas planteados.
- Producción: Transformación de materias primas en productos.
- Construcción: Llevar a la realidad la solución de diseño.
- Operación: Proceso de mantenimiento y administración para optimizar productividad. Ventas: Ofrecer servicios, herramientas y productos.
- Administración: Participar en la resolución de problemas. Planificar, organizar, programar, dirigir y controlar la construcción y montaje industrial de todo tipo de obras de ingeniería.

### **2.4. MARCO ESPACIAL:**

Pamplona es una ciudad colombiana, ubicada en el departamento de Norte de Santander. Desde 1555 capital de la Provincia de Pamplona y capital del Estado Soberano de Santander entre 1857 y 1886. Su economía está basada en el comercio gastronómico, la educación escolar y superior siendo reconocida así como “la ciudad universitaria o ciudad estudiantil y del turismo”, dentro del cual se destacan su fervor religioso y alto grado cultural. Es sede de la Arquidiócesis de Nueva Pamplona una de las primeras diócesis creadas en la Nueva Granada y sede de la Universidad de Pamplona, uno de las principales instituciones de educación superior a Nivel internacional, nacional y departamental. Se encuentra comunicada por

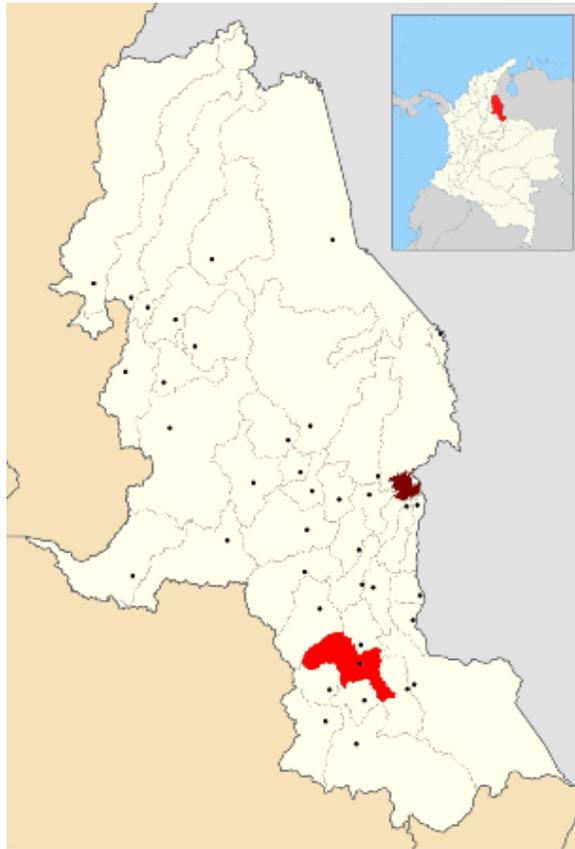
carreteras nacionales con las ciudades de Cúcuta, Bucaramanga, Bogotá y Arauca.

De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística proyección a 2014, el municipio tiene una población de 56 983 habitantes, que lo ubica como el sexto más poblado del departamento después de Cúcuta, Ocaña, Villa del Rosario, Los Patios y el Zulia.

#### **2.4.1. Localización y límites:**

Está situado en las coordenadas 72°39' de longitud al oeste de Greenwich y a 7° y 23' de latitud norte. Se encuentra situada a 2.200 metros sobre el nivel del mar.

Pamplona, limita al Norte con Pamplonita y Cucutilla, al sur con los municipios de Cácuta y Mutiscua, al oriente con Labateca y al occidente con Cucutilla. Tiene una extensión total de 456 km



**Figura 1.** Mapa de Pamplona. Google Maps

#### **2.4.2. Topografía:**

El municipio está situado sobre la cordillera Oriental, en la bifurcación del gran Nudo de Santurbán donde nacen dos ramales: el primero que toma la dirección nororiental hacia territorio venezolano y el segundo que se dirige al noroeste a formar la serranía de los Motilones.

#### **2.5. MARCO TEORICO:**

##### **2.5.1. Levantamiento topográfico:**

Se define como tal el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para poder confeccionar una correcta representación gráfica o plano. Este plano resulta esencial para situar correctamente cualquier obra que se desee llevar a cabo, así como para elaborar cualquier proyecto técnico. Si se desea conocer la posición de puntos en el área de interés, es necesario determinar su ubicación mediante tres coordenadas que son latitud, longitud y elevación o cota. Para realizar levantamientos topográficos se necesitan varios instrumentos, como el nivel y la estación total. El levantamiento topográfico es el punto de partida para poder realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la identificación y señalamiento del terreno a edificar, como levantamiento de planos (planimétricos y altimétricos), replanteo de planos, deslindes, amojonamientos y demás. Existen dos grandes modalidades:

**Levantamiento topográfico planimétrico:** es el conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación.

En planimetría se usan cuatro métodos principales. Es posible determinar la posición de un punto sobre un plano horizontal:

- a partir de un solo punto conocido, por levantamiento de **poligonales**, un método que consiste en medir distancias horizontales y azimut a lo largo de una línea quebrada.
- a partir de un solo punto conocido, por **proyección radial**, un método que consiste en medir distancias horizontales y azimut, o ángulos horizontales.
- a partir de una línea conocida, por **offset**, un método que consiste en medir distancias horizontales y trazar perpendiculares.
- a partir de dos puntos conocidos por **triangulación** y/o **intersección**, métodos que consisten en medir distancias horizontales y azimut, o ángulos horizontales.

**Levantamiento topográfico altimétrico:** es el conjunto de operaciones necesarias para obtener las alturas respecto al plano de comparación.

### 2.5.2. Estudio de Suelos:

El estudio de suelos comprende un conjunto de datos provenientes de perforaciones, análisis y ensayos realizados por diversos procedimientos para establecer las condiciones del subsuelo y poder formular una serie de recomendaciones sobre las diferentes alternativas para diseñar la cimentación del edificio.

El estudio de suelos comprende tres aspectos:

1. Investigación de campo:	Sondeos Toma de muestras Ensayos en sitio Pruebas de carga
2. Investigación de laboratorio	Densidad Humedad natural Límites. Granulometría, contenido materia orgánica, relación de vacíos. Resistencia al corte Compresibilidad. Expansividad.
3. Recomendaciones de cimentación	Descripción del subsuelo Perfiles estratigráficos. Alternativas de cimentación Proceso constructivo

**Tabla 1.** Aspectos importantes del estudio de suelos.

A continuación se amplía cada uno de estos aspectos:

**1. Investigación de campo:** a través de tecnologías especializadas se explora el subsuelo detectando estratos y niveles freáticos. Comprende:

- **Sondeos:** Extracción de muestras para ser analizadas en sitio o en laboratorio. Los procedimientos más usados de sondeo son el de penetración dinámica o de percusión y lavado, y los de penetración estática en el caso de suelos arcillosos, limosos o arenosos, así como los de rotación para conglomerados muy consistentes o mantos rocosos que requieren equipos de alta potencia para perforarlos.

En terrenos cohesivos para profundidades no muy grandes se utilizan barrenos helicoidales operados manualmente o con motor.

El número de sondeos guarda relación directa con la extensión del terreno y del proyecto, y la profundidad de los sondeos depende de la cuantía de cargas y la provista posición de mantos portantes.

- **Toma de muestras:** Obtención de especímenes de los diferentes estratos para apreciación directa y particularmente para su posterior investigación en el laboratorio.
- **Ensayos in Situ o en terreno:** Conjunto de medios y métodos de aplicación en el terreno para establecer ciertas propiedades mecánicas de la capa subsolar, su consistencia y resistencia al corte, compresibilidad y otras, empleando diversos equipos y procedimientos entre los cuales se destacan:
  - Veleta: a profundidades no muy grandes mide la resistencia al corte de suelos cohesivos.
  - Penetración dinámica: prueba para medir la resistencia la corte y a la compresibilidad.

- Penetración estática: mide la reacción a la penetración dentro del suelo.
- **Prueba de carga:** se realizan sobre platos o pilotes. Sobre platos se hace por medio de un peso aplicado sobre una platina metálica y se va midiendo las deflexiones a medida que aumenta la carga. Sobre pilotes, consiste en aplicar una carga normalmente superior sobre un pilote hincado o fundido en el terreno.

**2. Investigación de laboratorio:** conjunto de análisis y ensayos sobre muestras del subsuelo. Se efectúan en laboratorios especializados.

- **Densidad:** Relación unitaria peso/volumen.
- **Humedad natural:** contenido porcentual de agua en peso.
- **Límites de Atterberg:** contenido máximo y mínimo para determinar los límites entre el estado líquido y plástico, y entre el estado plástico y sólido.
- **Granulometría, contenido de materia orgánica, relación de vacíos.**
- **Resistencia al corte:** ensayos de compresión inconfiada, veleta de laboratorio y de compresión tri-axial.
- **Compresibilidad:** ensayos de consolidación lenta y rápida.
- **Expansividad:** ensayos de expansión libre o controlada.

**3. Recomendaciones de cimentación:** el objetivo final del estudio de suelos es seleccionar la mejor alternativa de cimentación del edificio en cuanto a aspectos técnicos, seguridad, economía y rapidez de ejecución. Comprende:

- **Descripción del sub suelo:** clase, composición, distribución.

- **Perfiles estratigráficos:** registro de las perforaciones efectuadas en cada uno de los puntos, con la indicación del material encontrada en cada estrato y el nivel freático.
- **Alternativas de cimentación:** Tipo de cimentación, estratos portantes, capacidad portante, asentamientos probables, conclusiones y recomendaciones.
- **Proceso constructivo:** de excavación (cortes, taludes, rellenos), muros de contención, submuraciones, niveles de agua, bombeo, filtros y drenajes, construcción de la cimentación. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2003)

### 2.5.3. Diseño Hidro-sanitario para Edificaciones:

Es el conjunto de tuberías, equipos y accesorios que se encuentran dentro del límite de propiedad de la edificación y que son destinados a suministrar agua libre de contaminación y a eliminar el agua servida.

Estos servicios se encuentran dentro del límite de propiedad de los edificios, tomando como punto de referencia la conexión domiciliaria.

Sus objetivos son:

- Dotar de agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a todos los servicios sanitarios dentro de la edificación.
- Evitar que el agua usada se mezcle con el agua que ingresa a la edificación por el peligro de la contaminación.
- Eliminar en forma rápida y segura las aguas servidas; evitando que las aguas que salen del edificio reingresen a él y controlando el ingreso de insectos y roedores en la red.

**Tipos de instalaciones hidro-sanitarias:** Las instalaciones hidro-sanitarias de una edificación comprenden en general los siguientes tipos de sistemas:

- Distribución de agua fría
- Distribución de agua caliente.
- Distribución de agua contra incendios.
- Distribución de agua para recreación.
- Redes de desagüe y ventilación.
- Colección y eliminación de agua de lluvia
- Distribución de agua para instalaciones industriales (vapor, etc.)

### **Ubicación de los servicios:**

La ubicación de los servicios en la edificación debe siempre permitir la mínima longitud posible de tuberías desde cada salida hasta las conexiones domiciliarias, siendo además deseable que su recorrido no cruce los ambientes principales (sala, comedor, hall). Las menores distancias incidirán en la presión del sistema, disminuyendo las pérdidas de carga y facilitando el usar diámetros más pequeños, con la consiguiente reducción de costos.

Es recomendable concentrar en lo posible los servicios sanitarios, puesto que además de simplificar el diseño de las instalaciones y facilitar su montaje, se posibilita reunir en una sola área, casi siempre la de servicio, los trabajos de mantenimiento y reparación o reposición de elementos.

Las áreas de los espacios destinados a servicios sanitarios se definen en función a la cantidad de usuarios y al espacio mínimo indispensable para la circulación de las personas en relación con el uso de los aparatos. Estas áreas por la calidad de los acabados que deben presentar para garantizar una fácil limpieza de las mismas (mayólica, loseta, etc.) son las más costosas de la edificación. La cantidad y tipo de aparatos sanitarios a instalarse están normados por el Reglamento Nacional de Construcciones Título X - capítulo II.2.

En relación a la ubicación de los aparatos sanitarios en el interior de los ambientes, deben considerarse además de las exigencias de orden arquitectónico, las siguientes condiciones:

El inodoro debe ser colocado siempre lo más cerca posible del ducto de tuberías o del muro principal del baño, facilitando su directa conexión con el colector vertical que se halla en su interior, y a través de este con el colector principal de desagües o con la caja de registros más próxima; de modo que se emplee el recorrido más corto, se eviten accesorios, se facilite la descarga y se logre el menor costo.

El lavatorio debe quedar próximo a una ventana (si la hay) para recibir luz natural; es necesario prolongar la tubería de descarga para lograr una buena ventilación de las tuberías por tratarse del aparato de descarga más alta. Además debe permitir empotrar botiquines con espejos en el muro donde se encuentre instalado, exactamente en la parte superior.

El alféizar de la ventana bajo la cual se instala un lavadero debe estar como mínimo 1.20 m sobre el nivel de piso terminado, salvo el caso en que la gritería no sea instalada en el muro sino sobre el mueble donde se halla empotrado el lavadero.

La ventilación en el baño debe ser natural y por diferencia de temperaturas; es importante garantizar una permanente circulación de aire.

En cuanto a la ubicación de las instalaciones con la relación a la estructura, por lo general suele preferirse el empotramiento en muros y losas. Si bien las instalaciones eléctricas por sus reducidos diámetros pueden ubicarse en los alvéolos de la albañilería o en las losas; no ocurre lo mismo en las instalaciones sanitarias por sus diámetros relativamente mayores y porque requieren de periódico control y registro.

Las instalaciones sanitarias deben ubicarse de tal manera que no comprometan los elementos estructurales. Lo recomendable es utilizar ductos para los tramos verticales y colocar los tramos horizontales en falsos contra pisos u ocultos en falso cielo raso.

### **Materiales para instalaciones sanitarias:**

**Tuberías y accesorios de agua potable:** Se pueden encontrar de los siguientes materiales:

- Fierro fundido: ya no se usan en instalaciones interiores por su alto costo y peso elevado.

- Fierro galvanizado: son las de mayor uso junto con las de plástico, por su mayor durabilidad; uso de accesorios del mismo material en las salidas de agua, menor riesgo de fractura durante su manipuleo.
- Acero: para uso industrial o en líneas de impulsión sujetas a grandes presiones.
- Cobre: son las mejores para las instalaciones de agua potable, sobre todo para conducir agua caliente, pero su costo es muy elevado y se requiere mano de obra especializado para su instalación.
- Bronce: solo tiene en la actualidad un uso industrial.
- Plomo: se utilizan en conexiones domiciliarias; han sido dejadas de lado al comprobarse que en determinados caso se destruyan rápidamente por la acción de elementos químicos hallados en el agua; sin embargo aun se utilizan como abastos de aparatos sanitarios.
- Asbesto - cemento: solo se utilizan en redes exteriores.
- Plástico: PVC rígido para conducción de fluidos a presión SAP (Standard Americano Pesado). Estas tuberías se fabrican de varias clases: clase 15 (215 lb/pulg<sup>2</sup>), clase 10 (150 lb/pulg<sup>2</sup>), clase 7.5 (105 lb/pulg<sup>2</sup>) y clase 5 (lb/pulg<sup>2</sup>), en función a la presión que pueden soportar.

Poseen alta resistencia a la corrosión y a los cambios de temperatura, tienen superficie lisa, sin porosidades, peso liviano y alta resistencia al tratamiento químico de aguas con gas cloro o fluor.

**Tuberías y accesorios para desagüe:** Se pueden encontrar de los siguientes materiales:

- Asbesto - cemento: son muy frágiles por lo que requieren una manipulación cuidadosa, tienen un costo elevado y existe carencia de accesorios en el mercado (solo se atienden bajo pedido); se utilizan para redes externas.
- Arcilla vitrificado: para redes exteriores, no existe producción en gran escala.
- Concreto: para uso exterior, es muy utilizada en tramos rectos sin accesorios.

- Fierro fundido: para uso general en redes interiores y exteriores, tuberías de ventilación. Actualmente han caído en desuso debido a su costo y peso que hacen la instalación más cara y complicada.
- Plomo: para trampas y ciertos trabajos especiales.
- Fierro forjado: para uso industrial.
- Plástico: PVC rígido SAL. Estas tuberías se encuentran en diámetros de 2", 3", 4", 6" y 8"; en longitudes de 3 m para diámetros hasta de 3" y 5 m para diámetros mayores. Para instalaciones domesticas se suelen utilizar diámetros entre 2 y 4 pulgadas.

#### **2.5.4. Diseño Estructural:**

##### **2.5.4.1. Etapas en el proceso del Diseño:**

Proceso creativo mediante el cual se le da forma a un sistema estructural para que cumpla una función determinada con un grado de seguridad razonable y que en condiciones normales de servicio tenga un comportamiento adecuado. Es importante considerar ciertas restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto global; las limitaciones globales en cuanto al costo y tiempo de ejecución así como de satisfacer determinadas exigencias estéticas. Entonces, la solución al problema de diseño no puede obtenerse mediante un proceso matemático rígido, donde se aplique rutinariamente un determinado conjunto de reglas y formulas.

- A. Etapa de estructuración: Es probable la etapa más importante del diseño estructural pues, la optimización del resultado final del diseño depende de gran medida del acierto que se haya obtenido en adoptar la estructura modelada más adecuada para una edificación específica.

En esta etapa de estructuración se seleccionan los materiales que van a constituir la estructura, se define el sistema estructural principal y el arreglo y dimensiones preliminares de los elementos estructurales más comunes. El objetivo debe ser el de adoptar la solución óptima dentro de un conjunto de posibles opciones de estructuración.

- B. Estimación de las solicitaciones o acciones: En esta segunda etapa del proyecto, se identifican las acciones que se consideran que van a incidir o que tienen posibilidad de actuar sobre el sistema estructural durante su vida útil. Entre estas acciones se encuentra, por ejemplo, las acciones permanentes como la carga muerta, acciones variables como la carga viva. Acciones accidentales como el viento y el sismo. Cuando se sabe de antemano que en el diseño se tienen que considerar las acciones accidentales es posible seleccionar en base a la experiencia la estructuración más adecuada para absorber dichas acciones.
- C. Análisis estructural: Procedimiento que lleva la determinación de la respuesta del sistema estructural ante la sollicitación de las acciones externas que puedan incidir sobre dicho sistema. La respuesta de una estructura o de un elemento es su comportamiento bajo una acción determinada; está en función de sus propias características y puede expresarse en función de deformaciones, agrietamiento, vibraciones, esfuerzos, reacciones, etc.

Para obtener dicha respuesta requerimos considerar los siguientes aspectos:

- Idealización de la estructura: Seleccionar un modelo teórico y analítico factible de ser analizado con los procedimientos de cálculo disponible. La selección del modelo analítico de la estructura puede estar integrado de las siguientes partes:
- Modelo geométrico. Esquema que representa las principales características geométricas de la estructura.
- Modelo de las condiciones de continuidad en las fronteras. Debe establecerse como cada elemento está conectado a sus adyacentes y cuáles son las condiciones de apoyo de la estructura.
- Modelo del comportamiento de los materiales. Debe suponerse una relación acción - respuesta o esfuerzo - deformación del material que compone la estructura.
- Modelo de las acciones impuestas. Las acciones que afectan la estructura para una condición dada de funcionamiento se representan por fuerzas o deformaciones impuestas.

#### **2.5.4.2. Conceptos Fundamentales:**

La principal función de un sistema estructural es la de absorber las acciones o sollicitaciones que se derivan del funcionamiento de la construcción.

Acciones: Son todos los agentes externos que inducen en la estructura fuerzas internas, esfuerzos y deformaciones.

Respuestas: Se representa por un conjunto de parámetros físicos que describen el comportamiento de la estructura ante las acciones que le son aplicadas.

Estado límite: Es cualquier etapa en el comportamiento de la estructura a partir de la cual su respuesta se considera inaceptable.

Tipos de estados limite

Estado límite de falla: Son los que se relacionan con la seguridad y corresponden a situaciones en que la estructura sufre una falla total o parcial o que presenta daños que afectan su capacidad para resistir nuevas acciones.

Estado límite de servicio: Son los que se asocian con la afectación del correcto funcionamiento de la construcción y comprenden deflexiones, agrietamientos y vibraciones excesivas.

Resistencia: Es la intensidad de una acción hipotética que conduce a la estructura o alguna sección a un estado límite de falla. Por ejemplo, la resistencia a flexión será el momento máximo que es capaz de resistir la sección.

#### **2.5.4.3. Métodos del diseño estructural:**

Diseño por medio de modelos, Se recomienda en el diseño de elementos estructurales de forma muy compleja que no son fáciles de analizar por medio de los modelos matemáticos usuales.

Método de los esfuerzos de trabajo o de esfuerzos permisibles o teoría elástica

Los elementos mecánicos producidos en los distintos elementos por las sollicitaciones de servicio o de trabajo se calculan por medio de un análisis elástico.

Se determinan después los esfuerzos en las distintas secciones debido a los elementos mecánicos, por métodos también basados en hipótesis elásticas. Los esfuerzos de trabajo así calculados, deben mantenerse por debajo de ciertos esfuerzos permisibles que se consideran aceptables, el método es razonable en estructuras de materiales con un comportamiento esencialmente elástico.

Método de la resistencia o método de factores de carga y de reducción de resistencia o teoría plástica.

Los elementos mecánicos se determinan por medio de un análisis elástico-lineal. Las secciones se dimensionan de tal manera que su resistencia a las diversas acciones de trabajo a las que puedan estar sujetas sean igual a dichas acciones multiplicadas por factores de carga, de acuerdo con el grado de seguridad deseado o especificado. La resistencia de la sección se determina prácticamente en la falla o en su plastificación completa.

Métodos basados en el análisis al límite, En este criterio se determinan los elementos mecánicos correspondientes a la resistencia de colapso de la estructura. (Formación de suficientes articulaciones plásticas para llegar a la falla total de la estructura).

Se hace un análisis estructural plástico:

Métodos probabilísticos: Las sollicitaciones que actúan sobre las estructuras, así como las resistencias de estas son cantidades en realidad de naturaleza aleatoria, que no pueden calcularse por métodos determinísticos como se supone en los criterios de diseño anteriores. Esto nos conduce a pensar en métodos basados en la teoría de las probabilidades.

Las principales limitaciones que se tienen en la actualidad son que no se tiene suficiente información sobre las variaciones tanto de las sollicitaciones que deben de considerarse como la resistencia de los materiales y de las estructuras construidas con ellos.

#### **2.5.4.4. Acciones y sus efectos sobre los sistemas estructurales:**

**Clasificación:** Atendiendo los conceptos de seguridad estructural y de los criterios de diseño, la clasificación más racional de las acciones se hace en base a la variación de su intensidad con el tiempo. Se distinguen así los siguientes tipos de acciones:

**Acciones permanentes:** Son las que actúan en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad puede considerarse que no varía con el tiempo. Pertenecen a este grupo las siguientes.

- 1.- Cargas muertas debidas al propio peso de la estructura y al de los elementos no estructurales de la construcción
- 2.- Empujes estáticos de líquidos y tierras
- 3.- Deformaciones y desplazamientos debido al esfuerzo de efecto del pre-esfuerzo y a movimientos diferenciales permanentes en los apoyos
- 4.- Contracción por fraguado del concreto, flujo plástico del concreto, etc.

**Acciones variables:** Son aquellas que inciden sobre la estructura con una intensidad variable con el tiempo, pero que alcanzan valores importantes durante lapsos grandes, Se pueden considerar las siguientes:

- 1.- Cargas vivas, o sea aquellas que se deben al funcionamiento propio de la construcción y que no tienen carácter permanente
- 2.- Cambios de temperaturas
- 3.- Cambios volumétricos

**Acciones accidentales:** Son aquellas que no se deben al funcionamiento normal de la construcción y que puede tomar valores significativos solo durante algunos minutos o segundos, a lo más horas en toda la vida útil de la estructura, Se consideran las siguientes:

- 1.-Sismos

2.-Vientos

3.-Oleajes

4.-Explosiones

Para evaluar el efecto de las acciones sobre la estructura requerimos modelar dichas acciones como fuerzas concentradas, lineales o uniformemente distribuidas.

Si la acción es de carácter dinámico podemos proponer un sistema de fuerzas equivalentes o una excitación propiamente dinámica.

### **3. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:**

#### **3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**

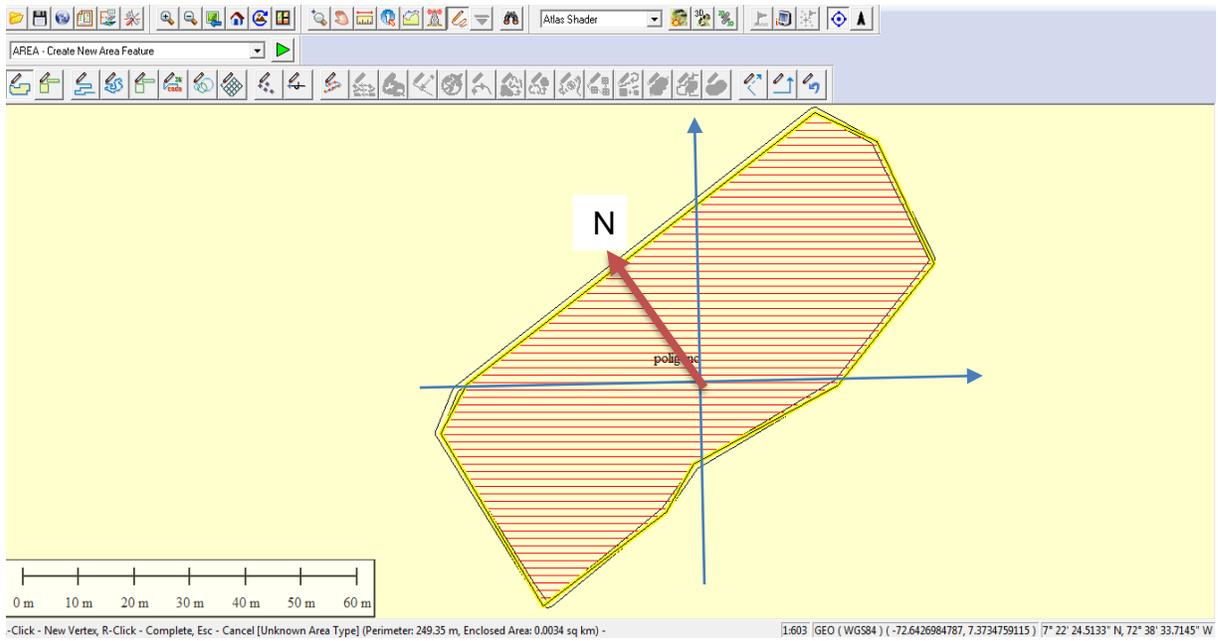
La obra se desarrollará en el lote que hace parte de la propiedad del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) sede Centro para el Desarrollo Rural y

Minero (CEDRUM), Departamento de Norte de Santander. A continuación se muestra una ilustración de la ubicación.



**Figura 2.** Vista en planta del terreno, Google Earth.

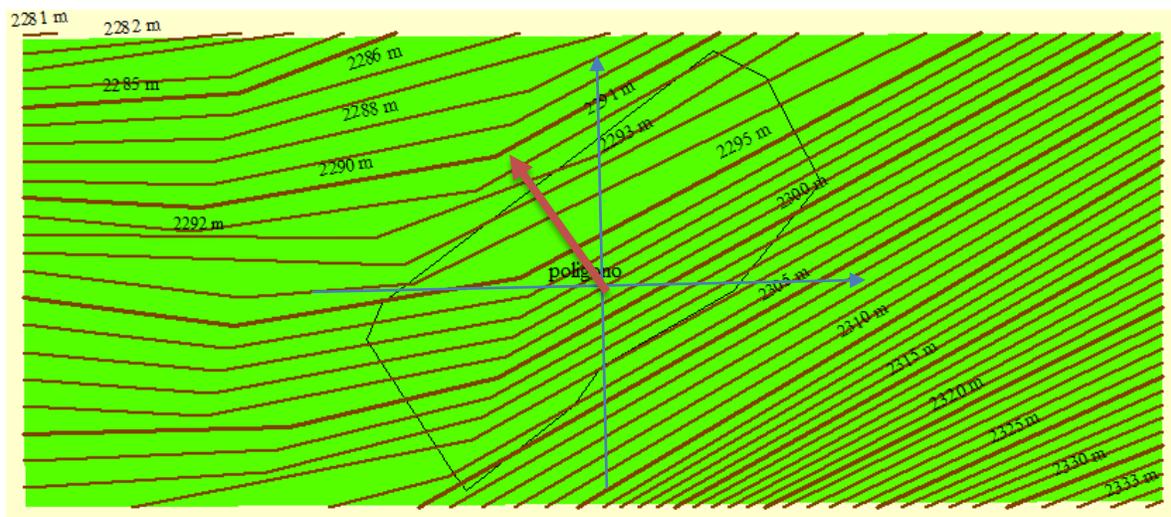
La demarcación de puntos referencia en el terreno se hizo mediante G.P.S. con el cual se Localizaron los ejes y se obtuvo las áreas del terreno mediante el software Global Mapper, El área denotada es el área total del terreno, como se muestra la siguiente Figura 3.



**Figura 3.** Demarcación terreno, Global Mapper.

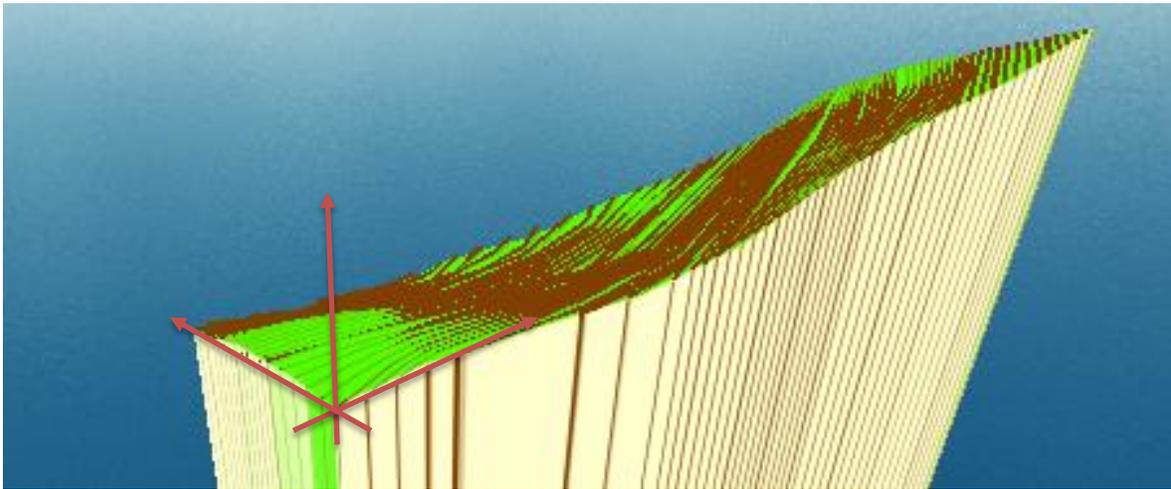
### 3.2. LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO:

Por medio del software Google Earth y Global Mapper, se obtienen se hallan las curvas de nivel las cuales se muestran en la Figura 4, cada metro para obtener una mejor visualización debido a el área del terreno.

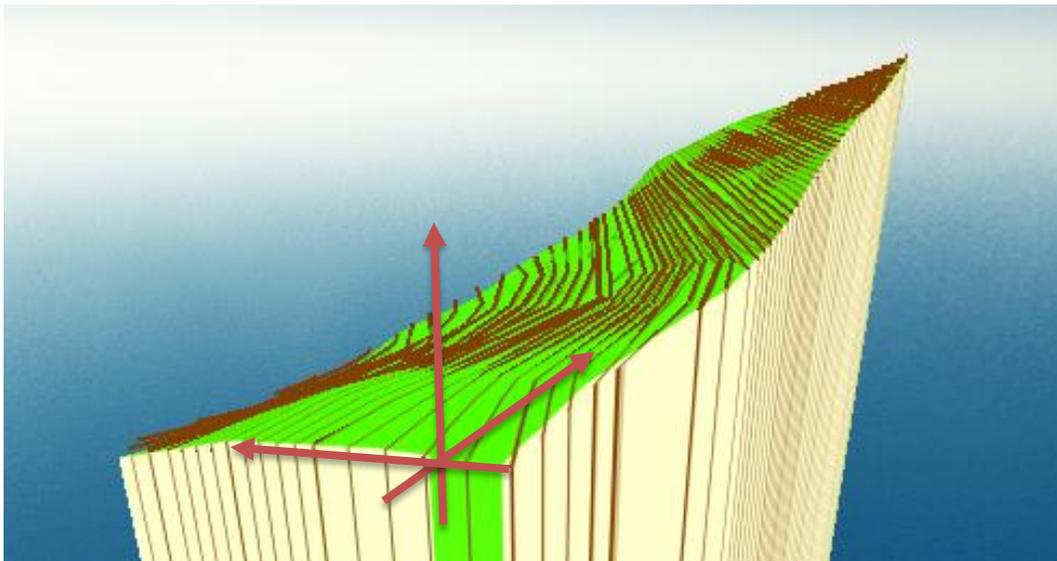


**Figura 4.** Curvas de nivel del terreno, Global Mapper.

El terreno presenta una pendiente pronunciada, como se observa en las curvas de nivel antes mostradas, pues están en aumento, la vista del terreno en 3D se puede ver en la siguiente figura 5.

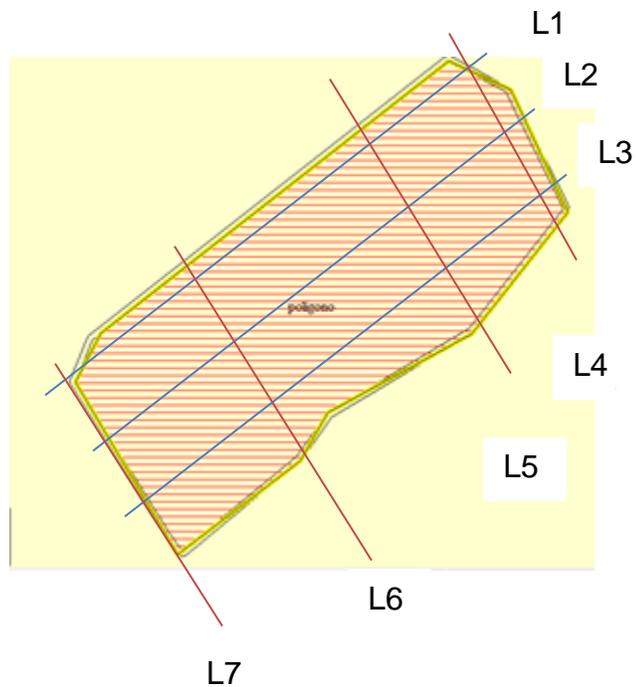


**Figura 5.** Modelación 3D del terreno, Global Mapper.



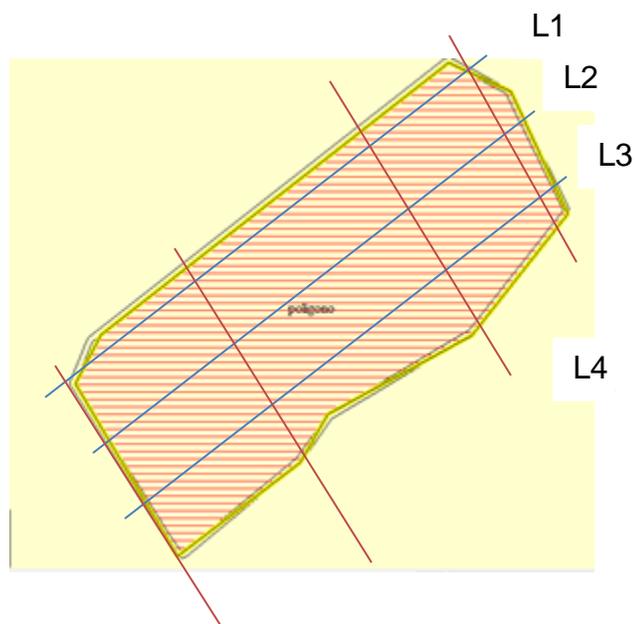
**Figura 6.** Modelación 3D del terreno, Global Mapper.

### 3.2.1. Perfil altimétrico:



**Figura 7.** Puntos de localización perfil altimétrico.

**Longitudinal:** Se tomaron 3 perfiles longitudinales diferentes, para tener una mejor visualización del terreno, de las cuales se obtuvo el siguiente perfil:



L5

L6

L7

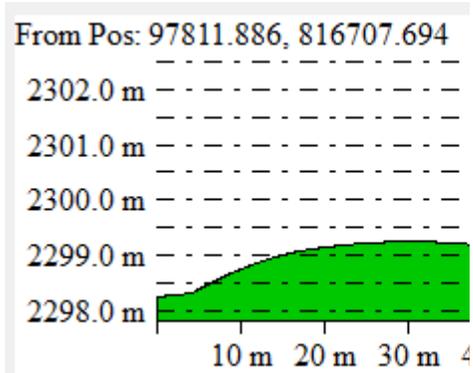


Ilustración 1. Perfil Estratigráfico, localización 1.

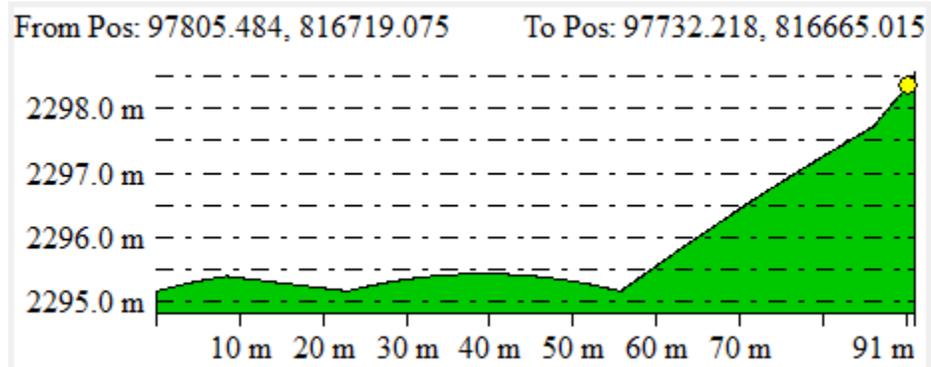
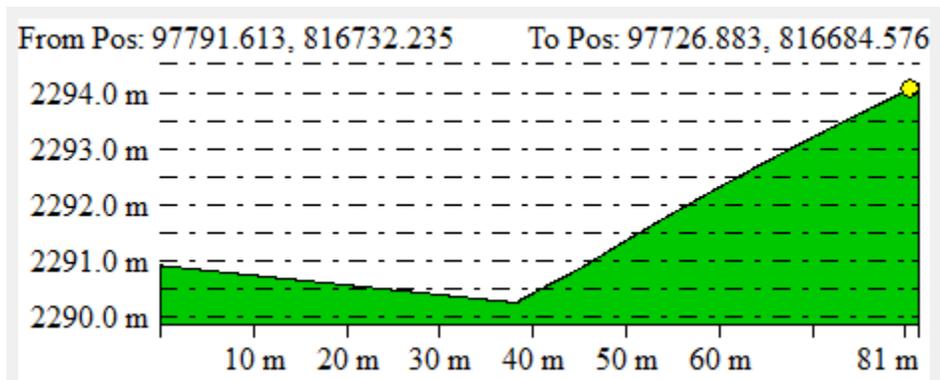
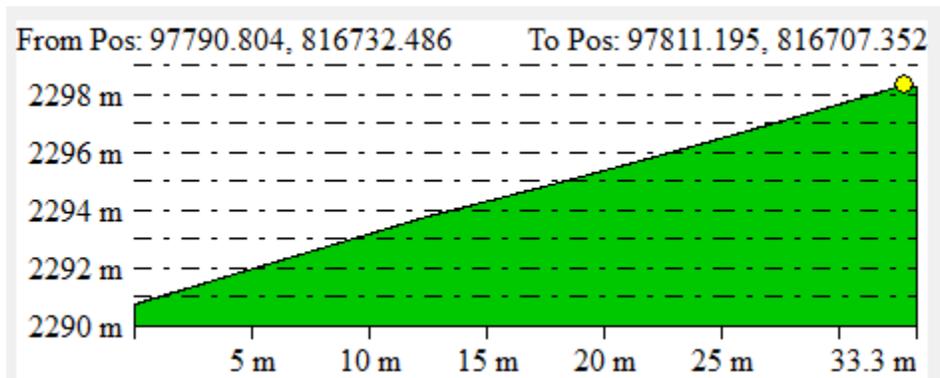


Ilustración 2. Perfil Estratigráfico, Localización 2.

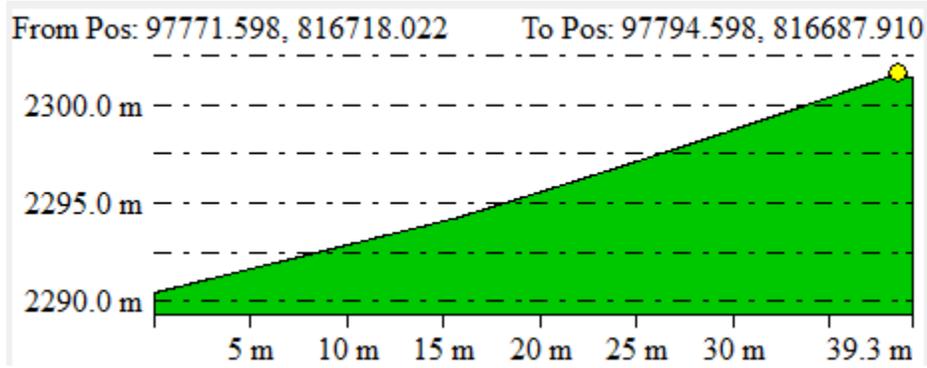


**Ilustración 3.** Perfil Estratigráfico, Localización 3.

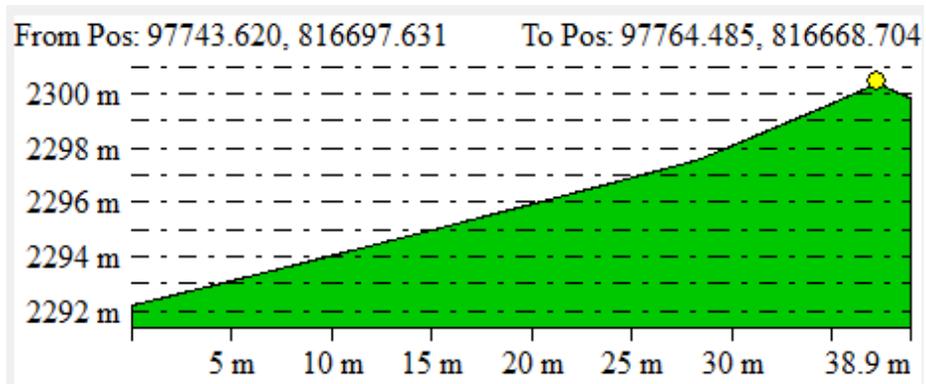
**Transversal:** Se tomaron 4 perfiles transversales diferentes, para tener una mejor visualización del terreno, de las cuales se obtuvo el siguiente perfil:



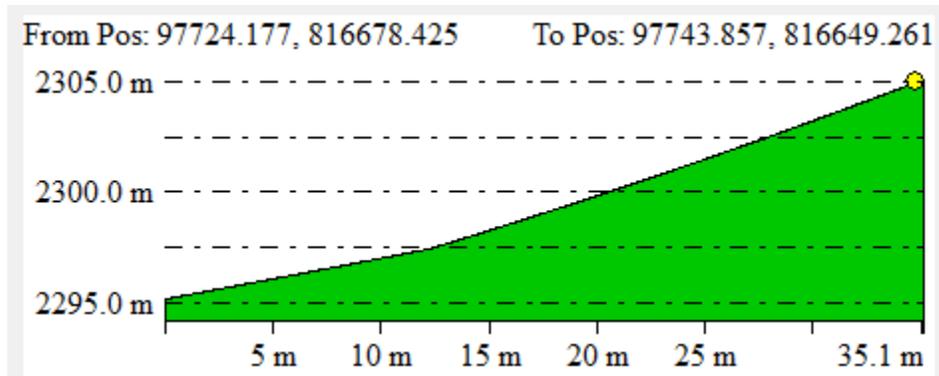
**Ilustración 4.** Perfil Estratigráfico, Localización 4.



**Ilustración 5.** Perfil Estratigráfico, Localización 5.



**Ilustración 6.** Perfil Estratigráfico, Localización 6.



**Ilustración 7.** Perfil Estratigráfico, Localización 7.

### 3.3. CALCULO DE ÁREAS:

El cálculo de las áreas se realizó mediante el software Global Mapper, para el cual se hizo una ruta con G.P.S de cada una de las áreas en mención y se exportaron los datos.

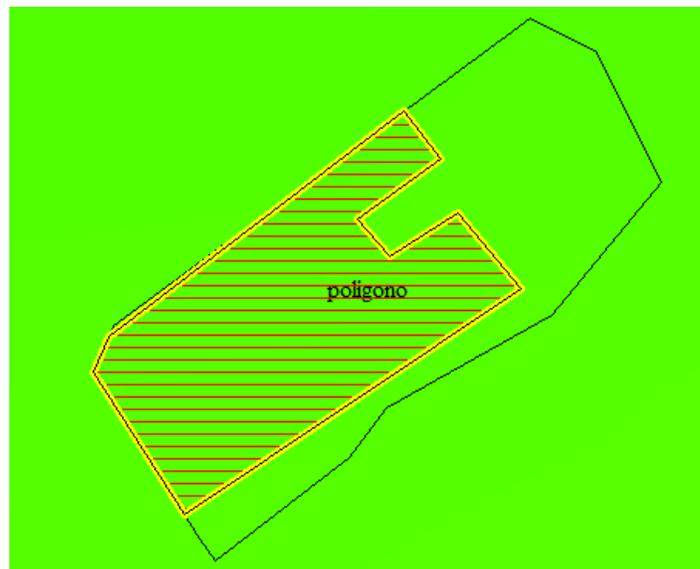


Figura 8. Denotación de área construida.

CALCULO DE AREAS		
DESCRIPCION	AREA (m2)	PERIMETRO (m)
Área total del terreno	3297	296,3
Área de edificación	1774	205,05
Área de muro de contención	136,2	154,64
Área libre	1386,8	287,4

Tabla 2. Calculo de áreas

### 3.4. Archivo fotográfico:

Se tomaron una serie de puntos mediante el GPS, para delimitar el terreno y se hicieron las respectivas mediciones con cinta métrica.

**Fotografía 1.**Medición terreno con cinta



**Fuente:** El autor

**Fotografía 2.**Toma de puntos con GPS, parte baja.



Fuente: el autor

Fotografía 3.Toma de datos con GPS, parte Baja.



Fuente: el autor.

Fotografía 4.Toma de datos con GPS, parte alta.



**Fuente:** el autor

## 4. ESTUDIO DE SUELOS:

### 4.1. Exploración de campo:

La Investigación de campo realizada consistió en visitas al sitio y la ejecución de 3 Apiques o perforaciones manuales, las cuales se hicieron en 3 puntos diferentes del terreno entre los que tenemos parte alta, media y baja del sitio. Los apiques fueron llevados a profundidades de 3.00 metros a 3.80 metros a continuación se muestra la ilustración de la localización de los apiques.



**Figura 9.** Ubicación de los apiques en el terreno, Google Earth.

### 4.2. Ensayos de laboratorio:

Al ejecutar los apiques se tomaron muestras de naturaleza alterada, consideradas representativas del perfil natural del terreno. Las muestras recuperadas se clasificaron en forma visual y se seleccionaron algunas para ser sometidas en el

laboratorio a los ensayos principales de acuerdo a las necesidades del estudio y a las características de los suelos.

**Fotografía 5.**Medición Apique.



**Fuente:** el autor

**Fotografía 6.** Medidas de Apique.



**Fuente:** el autor

#### 4.2.1. Humedad natural:

El ensayo de determinación de humedad natural, es aquel que se hace para determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso seco.

Para llevar a cabo el ensayo se tomaron muestras para el contenido de humedad en cada uno de los apiques realizados antes denotados, se hicieron en base a la norma ASTM D – 2216 y los resultados se encuentran en la siguiente tabla.

APIQUE	A1	A2	A3
PROFUNDIDAD (m)	1,8	1,5	1,2
PESO DE LATA grs	11,40	10,00	10,00
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	63,40	52,40	51,43
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	57,80	47,80	46,80
PESO DEL AGUA grs	5,60	4,60	4,63
PESO DEL SUELO SECO grs	46,40	37,80	36,80
% DE HUMEDAD	12,07	12,17	12,58
PROMEDIO % DE HUMEDAD	12,27		

Tabla 3. Determinación del contenido de Humedad.

Fotografía 7. Peso Muestra suelo.



Fuente: El Autor

**Fotografía 8.** Ubicación de las muestras antes del horneado.



**Fuente:** el autor

#### **4.2.2. Granulometría:**

El análisis granulométrico es un intento de determinar las propiedades relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelos dada.

Para realizar el ensayo de granulometría se obtuvo la muestra del terreno estudiado mediante los apiques demarcados, la cantidad de suelo tomada fueron 2000 g, de los cuales se estudiaron 600 gramos.

El secado de la muestra se hizo a temperatura ambiente como se consigna en la NTC 1522, después del secado se determina que es necesario el lavado de la muestra pasante sobre el tamiz N° 200 ya que la muestra presenta grumos.

Después de realizar el lavado del total de la muestra, esta se deja sedimentar se retira el máximo de agua posible y se procede a introducir la muestra al horno, después de 24 horas se retira la muestra de suelo del horno se pesa con lo cual se obtiene que el total de la muestra es de 532,2 gr y se procede al respectivo tamizaje.

En donde se obtuvieron los resultados siguientes:

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa
1/4"	6,350	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
Nº 4	4,760	204,80	34,13%	34,13%	65,87%
Nº 10	2,000	17,70	2,95%	37,08%	62,92%
Nº 20	0,840	27,70	4,62%	41,70%	58,30%
Nº 40	0,426	87,50	14,58%	56,28%	43,72%
Nº 60	0,250	76,70	12,78%	69,07%	30,93%
Nº 80	0,177	67,89	11,32%	80,38%	19,62%
Nº 100	0,149	65,00	10,83%	91,22%	8,79%
Nº 200	0,074	51,80	8,63%	99,85%	0,15%
Fondo	0,01	0,91	0,15%	100,00%	0,00%
<b>PESO INICIAL</b>		600,00			

Tabla 4. Tamizaje

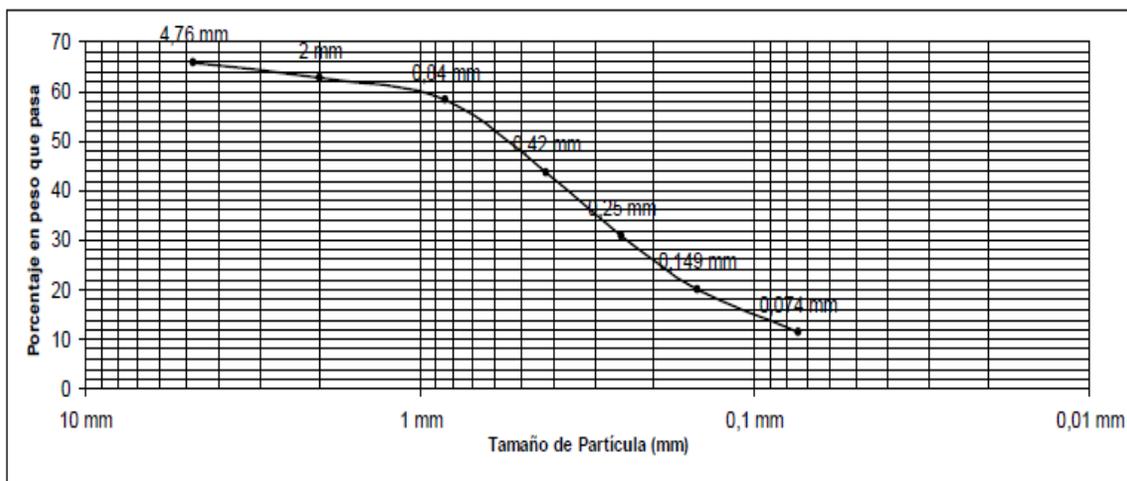


Ilustración 8. Gráfica granulométrica.

#### 4.2.3. Límites de Atterberg:

Se llama consistencia a la cualidad de un suelo relativa, a la mayor o menor facilidad con que puede fluir, deformarse o romperse. Para un suelo determinado, ella es variable de acuerdo con los cambios que se presenten en su contenido de agua, su densidad y las condiciones de su estructura.

El ensayo de laboratorio se hizo con base a la Norma Técnica Colombiana, NTC-4630 y la porción de suelo fue tomada de la muestra seleccionada de la granulometría.

**4.2.3.1. Límite Líquido:** Fue determinado mediante la cazuela de Casagrande, a la cual se le deposita la muestra con diferentes contenidos de humedad, y se separa con una herramienta especial, y se procede a iniciar con cierto número de golpes, el límite líquido es aquel que se presenta en el golpe 25.

LATA	1	2	3
peso de lata grs	6,92	6,74	6,26
peso del suelo humedo + lata grs	38,91	38,87	38,98
peso del suelo seco + lata grs	31,87	32,13	32,30
peso del agua grs	7,04	6,74	6,68
peso del suelo seco grs	24,95	25,39	26,04
% de humedad	22,10	21,00	20,50
NUMERO DE GOLPES	17	25	32

**Tabla 5.** Determinación del límite líquido.

**4.2.3.2. Limite Plástico:** el límite plástico fue determinado con un método algo rudimentario y manual, se tomó la muestra de consistencia media tal que no se adhiera a las manos y que pueda ser manipulada.

Con la cual se procede a hacer cilindros, a medida que el suelo va perdiendo humedad gradualmente, cuando el cilindro se agrieta al tomar una medida de 3mm se toma como límite plástico.

El ensayo se lleva a cabo con la fracción de suelo que paso el tamiz 40.

<b>LATA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
PESO DE LATA grs	7,02	6,44	6,82
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	12,27	12,92	12,41
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	11,47	11,88	11,56
PESO DEL AGUA grs	0,80	1,04	0,85
PESO DEL SUELO SECO grs	4,45	5,44	4,74
% DE HUMEDAD	15,23	16,04	15,56
% PROMEDIO	15,61		

**Tabla 6.** Determinación del límite plástico.

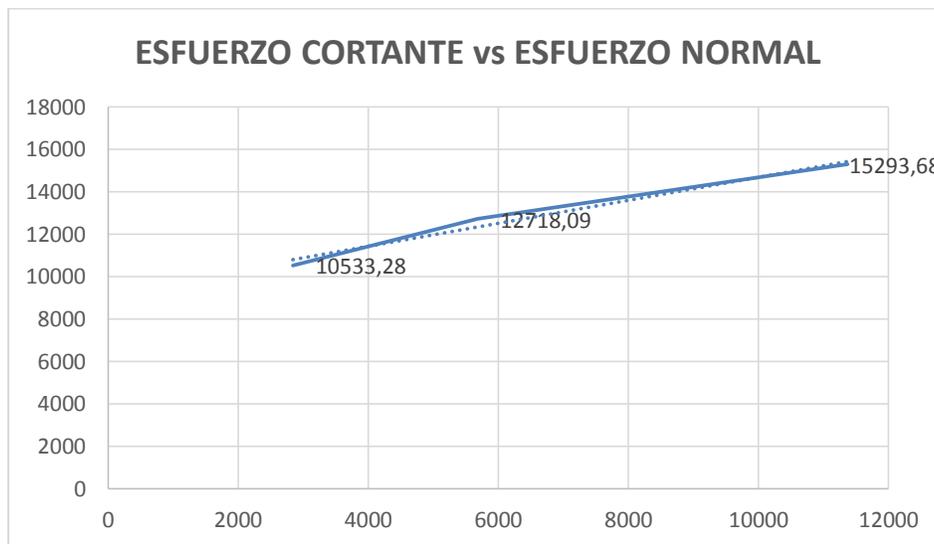
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>TOTAL</b>
Límite Líquido (%)	21,00
Límite Plástico (%)	15,61
Índice de Plasticidad Ip (%)	5,39
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-6(4)

**Tabla 7.** Características finales

**4.2.4. Corte Directo:** el ensayo de corte directo fue realizado en el laboratorio de mecánica de suelos GEOTEC.

CARGA VERTICAL	AREA	CARGA HORIZONTAL	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE
Kg	m <sup>2</sup>	MAXIMA EN Kg	Kg/m <sup>2</sup>	Kg/m <sup>2</sup>
8	0,0028	29,65	2842,03	10533,28
16	0,0028	35,8	5684,06	12718,09
32	0,0028	43,05	11368,13	15293,68

**Tabla 8.** Cálculos corte directo.



**Ilustración 9.** Diagrama relación de esfuerzos

<b>HUMEDAD</b>	15% de ensayo	
<b>PENDIENTE</b>	0,5433	
<b>ANGULO DE FRICCIÓN</b>	29	grados
<b>COHESION</b>	924,55	gr/m <sup>2</sup>
<b>COHESION</b>	9245,5	Kg/m <sup>2</sup>

**Tabla 9.** Tabla de resultados corte directo.

### 4.3. Características del suelo:

De las perforaciones y los ensayos de laboratorio realizados a las muestras extraídas, así como de las observaciones efectuadas en el terreno, se determinó el perfil estratigráfico general del suelo

El suelo del lote es en términos generales homogéneo en los sondeos estando constituido por los siguientes estratos:

<b>CAPA (m)</b>	<b>Apique 1</b>	<b>Apique 2</b>	<b>Apique 3</b>
<b>vegetal</b>	0-0,2	0,1	0,1
<b>relleno</b>	0,8	0,6	0,15
<b>arena limpia pobremente gradada</b>	1.10	0,8	1.35
<b>nivel freático</b>	NP	NP	NP

**Tabla 10.** Características del suelo.

**Fotografía 9.** Perfil del suelo



**Fuente:** El autor.

**Fotografía 10.**Planta de Apique 2.



**Fuente:** El autor.

## 5. DISEÑO HIDRO-SANITARIO.

### 5.1. Descripción general del sistema Hidro-Sanitario:

Una vez identificada la edificación gracias al plano arquitectónico a continuación mostrado, dado por el SENA. Se determina si el sistema de abasto se hace directamente desde la red de acueducto a la edificación, es decir, sin tanque de almacenamiento, ó si por el contrario se requiere de un tanque abastecido por la red desde el cual se alimenta la edificación. Igualmente se define el número de acometidas requeridas y la dirección donde se ubica la red ó redes de acueducto de donde se abastecerán.

Se deben proyectar y construir tanques de almacenamiento cuando la edificación tenga más de dos pisos, más de cinco (5) grupos de baños ó el proyecto arquitectónico este constituido por viviendas y alojamientos; el requisito de la utilización de tanques estará explícito en la Posibilidad de Servicios y/o Datos Básicos.

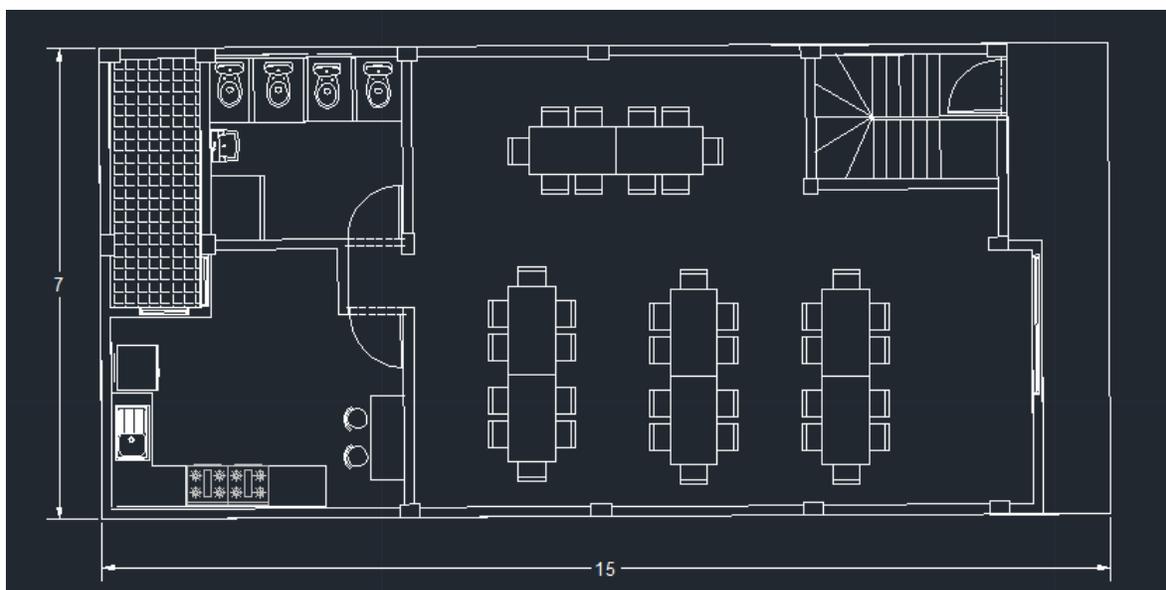
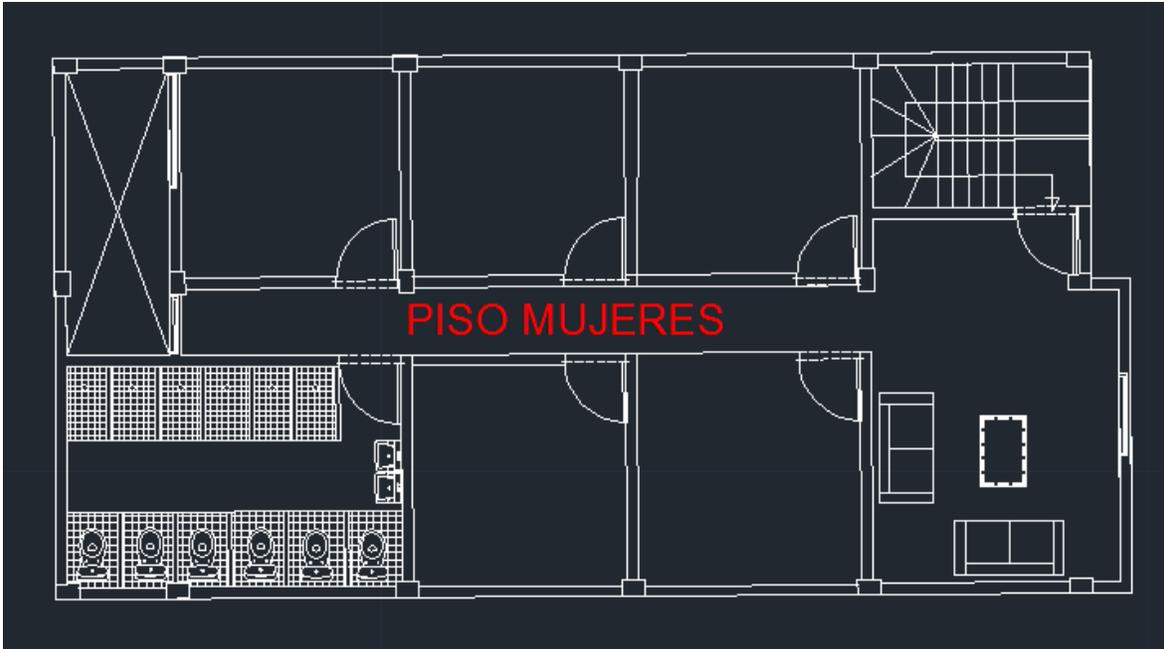
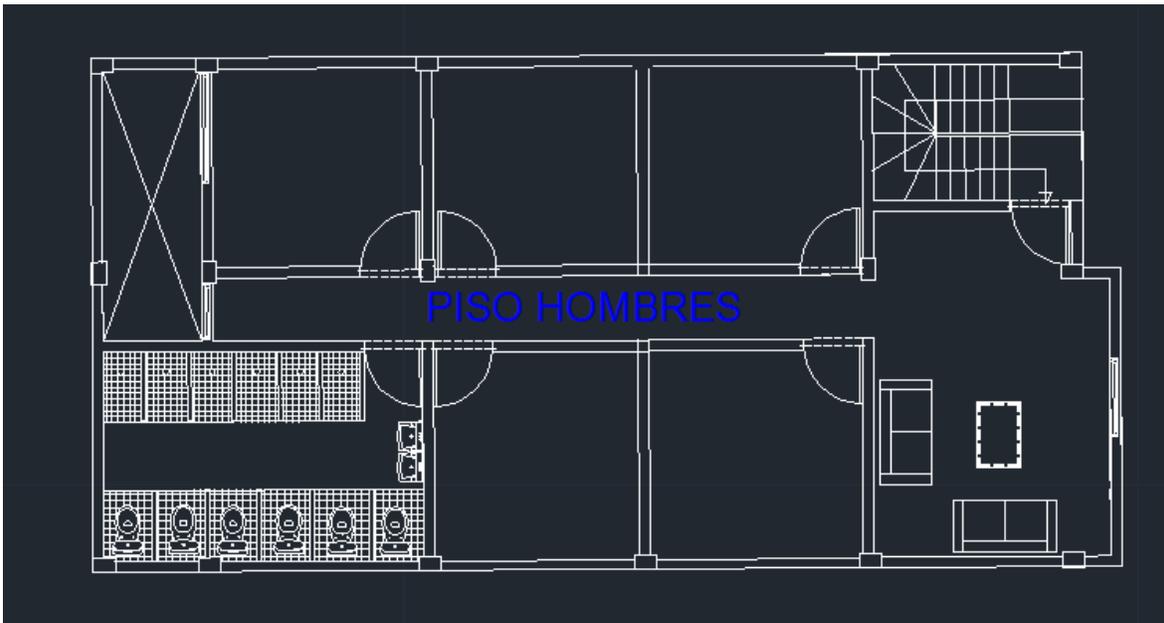


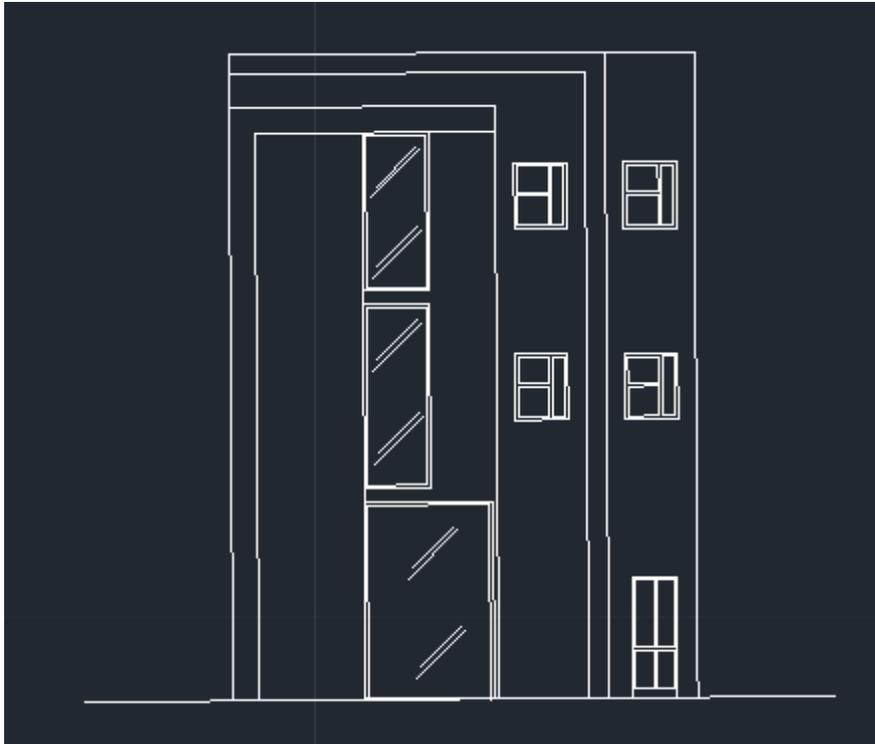
Figura 10. Planta Primer nivel.



**Figura 11.** Planta segundo nivel, Piso mujeres.



**Figura 12.** Planta tercer nivel, Piso Hombres.



**Figura 13.** Fachada Edificio.

## **5.2. SISTEMA DE AGUA POTABLE:**

Para los diseños siguientes se tomó como referencia la norma colombiana ICONTEC NTC 1500 EDITADA 2004-11-12- CODIGO COLOMBIANO DE FONTANERIA.

### **5.2.1. Demanda de agua:**

**Cálculo de la Demanda de Agua Potable;** El cálculo de la demanda se realiza por el método de Hunter Modificado para lo cual se ha asignado a cada aparato los siguientes número de unidades.

Inodoro de fluxómetro: 10 un

Orinal de fluxómetro: 10 un

Lavamanos: 1 un

Lavaplatos: 2 un

Duchas: 2 un

El edificio está proyectado en tres niveles. Piso 1 (nivel +0.00), piso 2 (nivel +3.00), piso 3 (nivel +6.00).

### **Demanda de agua del edificio:**

#### **Nivel 1:**

<b>Aparatos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Consumo</b>	<b>Unidades</b>
Inodoro	4	5	20
lavamanos	1	1	1
duchas	1	2	2
lavaplatos	1	2	2
<b>total</b>			<b>25</b>

**Tabla 11.**Demanda Piso 1. N+ 0.00

#### **Nivel 2:**

<b>Aparatos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Consumo</b>	<b>Unidades</b>
Inodoro	5	5	25
lavamanos	2	1	2
duchas	6	2	12
<b>total</b>			<b>39</b>

**Tabla 12.** Piso 2. N+ 3.00.

#### **Nivel 3:**

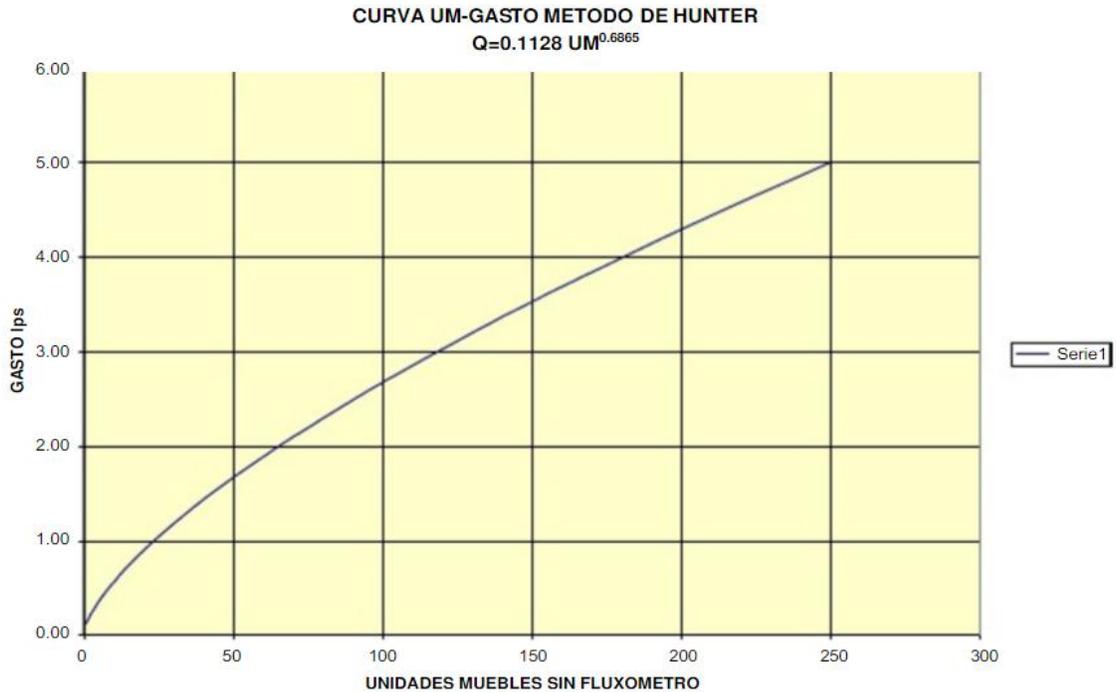
<b>Aparatos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Consumo</b>	<b>Unidades</b>
Inodoro de fluxómetro	6	10	60
lavamanos	2	1	2
Duchas	6	2	12
<b>total</b>			<b>39</b>

**Tabla 13.** Piso 3. N+ 6.00.

La sumatoria total de unidades es: 103 que corresponde a 2,814. l.p.s., según la curva de gasto de Hunter.

De acuerdo a la tabla el diámetro comercial será:

$$D = 32.2 \text{ mm} = 1 \frac{1}{2}''$$



**Ilustración 10.** Curva de gasto método de Hunter.

NIVEL 1.								
TRAMO	# Aparatos sanitarios	unidades de consumo	Q máximo probable (m3)	Diámetro mínimo (m)	Diámetro mínimo (in)	Diámetro nominal (in)	Diámetro efectivo (m)	velocidad Real (m/s)
DCH - A	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
LM - A	1	1	0,0001163	0,008604	0,344	1/2"	0,01818	0,448
A-B	2	3	0,0002475	0,01255	0,502	1/2"	0,01818	0,9534
BÑ-B	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
B-C	3	8	0,0004858	0,01758	0,703	1/2"	0,01818	1,8714
BÑ-C	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
C-D	4	13	0,0006783	0,02078	0,831	3/4"	0,02363	1,5466
BÑ-D	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548

D-E	5	18	0,0008484	0,02324	0,929	3/4"	0,02363	1,9345
BÑ-E	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
E-G	6	23	0,0010041	0,0252	1,007	1"	0,0302	1,4017
LP - F	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
F-G	7	25	0,0010633	0,02601	1,040	1"	0,0302	1,4844

### 5.2.2. Calculo de Diámetros por tubería

NIVEL 2.								
DCH-H	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
DCH-I	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
I-J	2	4	0,0003016	0,01385	0,554	1/2"	0,01818	1,1618
DCH-J	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
J-K	3	6	0,0003986	0,01592	0,636	1/2"	0,01818	1,54355
DCH-K	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
K-L	4	8	0,0004858	0,0175	0,699	1/2"	0,01818	1,8714
DCH - L	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
L-M	5	10	0,0005663	0,01898	0,759	3/4"	0,02363	1,2913
DCH-M	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
M-N	6	12	0,0006420	0,02016	0,806	3/4"	0,02363	1,4639
LM-N	1	1	0,0001163	0,008604	0,344	1/2"	0,01818	0,448
N-O	7	13	0,0006783	0,02078	0,831	3/4"	0,02363	1,5466
LM-O	1	1	0,0001163	0,008604	0,344	1/2"	0,01818	0,448
O-P	8	14	0,0007137	0,02131	0,852	3/4"	0,02363	1,6274
BÑ-P	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
P-Q	9	19	0,0008805	0,02367	0,946	1"	0,0302	2,0077
BÑ-Q	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
Q-R	10	24	0,0010339	0,02565	1,025	1"	0,0302	1,2292
BÑ-R	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
R-U	11	29	0,0011775	0,02737	1,094	1"	0,0302	1,6438
BÑ-T	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
BÑ-S	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
S-U	2	10	0,0005663	0,01898	0,759	3/4"	0,02363	1,2913

NIVEL 3.								
DCH-V	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
DCH-W	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
W-X	2	4	0,0003016	0,01385	0,554	1/2"	0,01818	1,1618
DCH-X	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
X-Y	3	6	0,0003986	0,01592	0,636	1/2"	0,01818	1,54355
DCH-Y	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215

Y-Z	4	8	0,0004858	0,0175	0,699	1/2"	0,01818	1,8714
DCH-Z	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
Z-A'	5	10	0,0005663	0,01898	0,759	3/4"	0,02363	1,2913
DCH-A'	1	2	0,0001873	0,0109	0,436	1/2"	0,01818	0,7215
A'-B'	6	12	0,0006420	0,02016	0,806	3/4"	0,02363	1,4639
LM-B'	1	1	0,0001163	0,008604	0,344	1/2"	0,01818	0,448
B'-C'	7	13	0,0006783	0,02078	0,831	3/4"	0,02363	1,5466
LM-C'	1	1	0,0001163	0,008604	0,344	1/2"	0,01818	0,448
C'-D'	8	14	0,0007137	0,02131	0,852	3/4"	0,02363	1,6274
BÑ-D'	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
D'-E'	9	19	0,0008805	0,02367	0,946	1"	0,0302	2,0077
BÑ-E'	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
E'-F'	10	24	0,0010339	0,02565	1,025	1"	0,0302	1,2292
BÑ-F'	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
F'-I'	11	29	0,0011775	0,02737	1,094	1"	0,0302	1,6438
BÑ-H'	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
BÑ-G'	1	5	0,0003517	0,01496	0,598	1/2"	0,01818	1,3548
G'-I'	2	10	0,0005663	0,01898	0,759	3/4"	0,02363	1,2913

**Tabla 14.** Determinación de Diámetros.

### 5.2.3. Cálculos de suministro volumen para consumo:

Consumo promedio diario por persona.....	150 L/Hab/Día
Numero de personas.....	42 Hab
Consumo promedio total.....	6300 L/Día
Volumen de almacenamiento diario.....	6.3 M <sup>3</sup>

El volumen requerido como reserva para un eventual incendio se calcula a partir del área total construida que es de 315 m<sup>2</sup>, según la Norma por m<sup>2</sup> se necesita 5 litros.

Volumen contra incendios: 5 l/m<sup>2</sup>

Volumen contra Incendios = 5 l/m<sup>2</sup> \* 315M<sup>2</sup>

Volumen contra Incendios = 1575 litros = 1.575 M<sup>3</sup>

**Volumen Total = 6.3 + 1.575 = 7.875 m<sup>3</sup> = 8 m<sup>3</sup>**

Se calcula el caudal nominal de tal manera que el tanque se pueda llenar en 8 horas para llenado total y dos horas para consumo humano.

El volumen del tanque es 8 m<sup>3</sup>.

#### 5.2.4. Diámetro de la acometida:

Coefficiente de variación diaria = 1.2

Coefficiente de variación horaria = 1.5

Se calcula caudales, el total y el de consumo humano.

Q medio = 6300 / 86400

Q = 6300 l / 86400 s.

Q = 0,073 l.p.s.

Qmd = 0,073 \* 1.2 = 0,0876 l.p.s.

Qmh = 0,073 \* 1.5 = 0,1095 l.p.s.

Consumo Máximo promedio al día = 0,1095 \* 86400 = 9460.8 l.p.s.

El caudal para consumo humano es:

Q = Volumen / Tiempo

Q = 54000 l / 14400 s.

Q = 3.75 l/s. ~ 13.5 m<sup>3</sup>/h

Q = V \* A

A = Q/A

A = (pi \* d<sup>2</sup>) / 4

d = ((Q \* 4 / pi \* V))<sup>1/2</sup>

d = 0,00964 m

d = 9.64 mm

D = diámetro comercial

D = 1/2" = 21.3 mm

### 5.2.5. Calculo de acometida tanque bajo:

Volumen De almacenamiento..... 8.0 M3  
Tiempo de llenado..... 1.3. Horas

$$\text{Caudal } Q = \frac{10000}{1.3 \times 3600} = 1.71 \text{ L / seg.}$$

Para un diámetro de  $\approx 2''$  se tiene

$$\text{Velocidad} = \frac{4 \times Q}{\pi \times \varnothing^2} = \frac{4 \times 1.71/\text{s}}{\pi \times 1000 \times (2 \times 0.0254)^2} = 1.68 \text{ m/seg.}$$

Velocidad = 1.68 m/seg.

0.60 m/seg. < 1.68 m/seg. > 2.00 m/seg

El diámetro de la acometida será de 2", Para el tanque.

### 5.2.6. Trazado de la red:

La red de distribución que se propone para el edificio se hace por medio del método de distribución ramificada, el cual consiste en una tubería principal y varias ramificaciones.

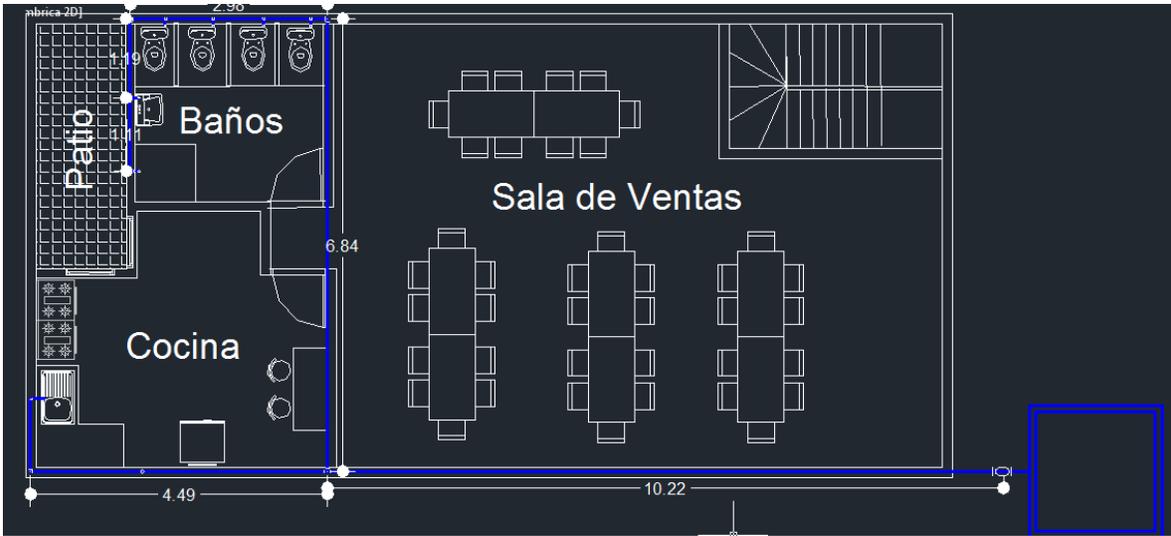


Figura 14. Plano Planta1. Red de Agua Potable.

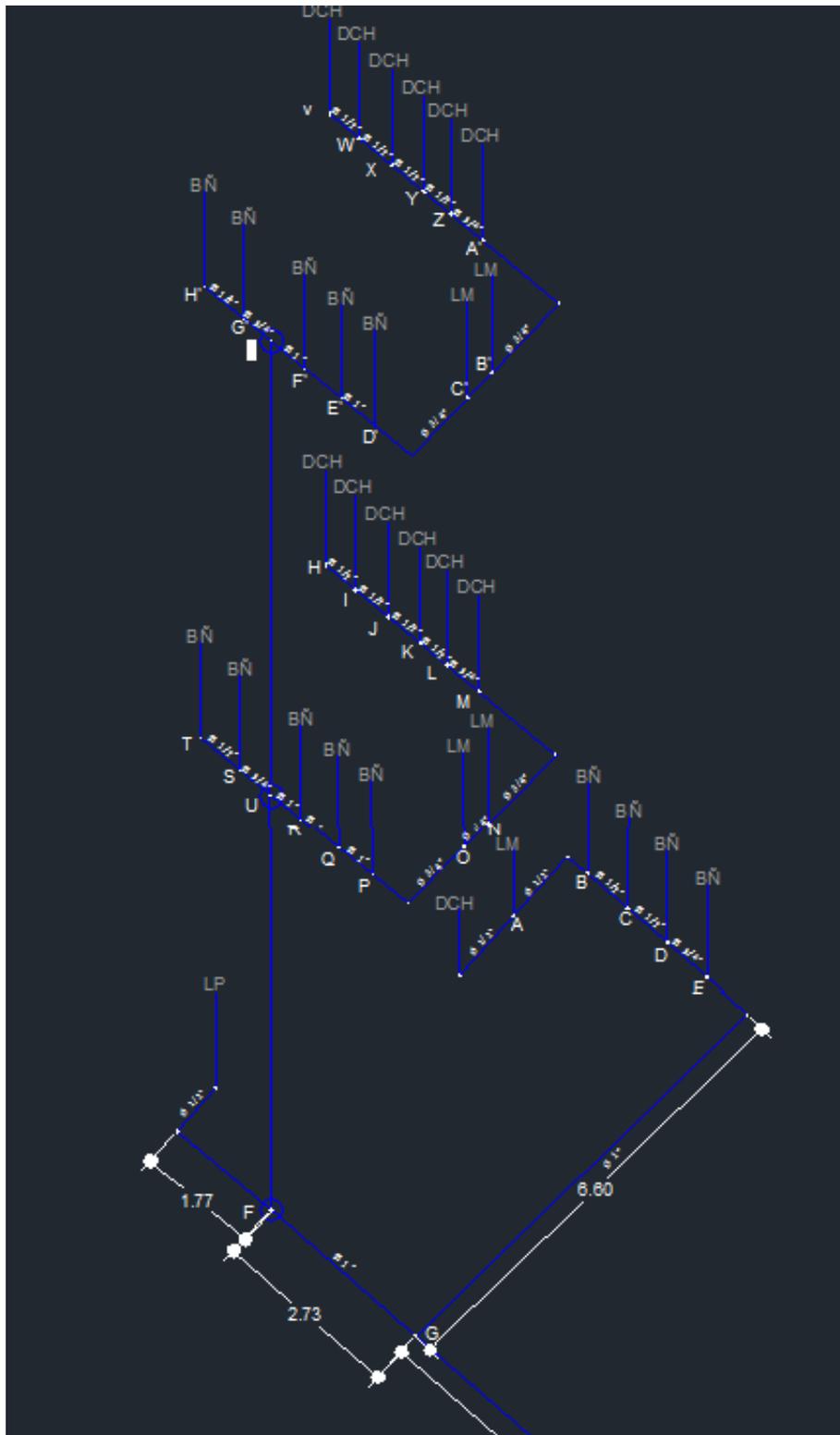


Figura 15. Plano Isométrico Red De Agua Potable, Autocad.

### 5.3. Cálculos de recolección y tratamiento de aguas residuales:

Es claro que al utilizarse un sistema de tratamiento en situó para el manejo y tratamiento de aguas residuales solo se llevan a los tanques sépticos lo drenado por sanitarios y lavamanos, pues son estos los que aportan la carga orgánica biodegradable.

Para las aguas grises o aguas producto de lavado , duchas , cocina, son conducidas a un trampa de grasas, y posterior mente a un filtro de arena gruesa y grava fijan para quitarle olor y colar , las cuales desde este punto son conducidas a un canal de aguas lluvias.

#### 5.3.1. Cálculo de tratamiento aguas negras pozo séptico:

Según las condiciones actuales de población, calculamos el volumen útil mínimo requerido para el Tanque séptico.

##### Datos de entrada:

PARAMETRO	MEDIDA
Número de personas a servir:	50 hab
Dotación neta según NTC1500	90 lts /hab /dia
Tiempo de retención, Según clima, (RAS, 2000)	1.0 dia
Periodo de retorno, Según (RAS, 2000)	0.8

**Tabla 15.**Datos de entrada cálculo de volumen de tanque de aguas residuales.

$$\text{Volumen del tanque} = 42 * 90 * 1.0 * 0.8 = 3024 \text{ lts} = 3.024 \text{m}^3$$

$$\text{Volumen del tanque} = 4 \text{ m}^3$$

Se dispondrá un tanque plástico ovoide tipo col-empaques de 4m<sup>3</sup>, acompañado de otro del mismo volumen y que funciona como filtro anaeróbico.

### 5.3.2. Calculo de Diámetros de Tubería:

NIVEL 1.					
TRAMO	Unidades de Descarga	Q máximo probable (m3)	Pendiente %	Diámetro Comercial	V tubo lleno real (m/s)
LM-A	2	0,1873000	2	2	0,694
DCH-A	2	0,1873000	2	2	0,694
A-B	4	0,3016449	2	4	1,389
BÑ-B	3	0,2475145	2	4	1,389
B-C	7	0,4431846	2	4	1,389
BÑ-C	3	0,2475145	2	4	1,389
C-D	10	0,5663432	2	4	1,389
BÑ-D	3	0,2475145	2	4	1,389
D-E	13	0,6782906	2	4	1,389
BÑ-E	3	0,2475145	2	4	1,389
E-G	16	0,7823700	2	4	1,389
LP - F	3	0,2475145	2	4	1,389
F-G	19	0,8804867	2	4	1,389

NIVEL 2.					
TRAMO	Unidades de Descarga	Q máximo probable (m3)	Pendiente %	Diámetro Comercial	V tubo lleno real (m/s)
DCH-H	2	0,1873000	2	2	0,694
BÑ-H	4	0,3016449	2	4	1,389
DCH-I	2	0,1873000	2	2	0,694
BÑ-I	4	0,3016449	2	4	1,389
J-K	14	0,7137444	2	4	1,389
DCH-J	2	0,1873000	2	2	0,694
BÑK-K	4	0,3016449	2	4	1,389
DCH-K	3	0,2475145	2	2	0,694
BÑ-L	4	0,3016449	2	4	1,389
DCH-L	2	0,1873000	2	2	0,694
BÑ-M	4	0,3016449	2	4	1,389
LM-M	4	0,3016449	2	2	0,694
J-N	36	1,3662736	2	4	1,389

**Tabla 16.** Calculo Diámetros tubería Sanitaria

### 5.3.3. Diseño de las redes Sanitarias:

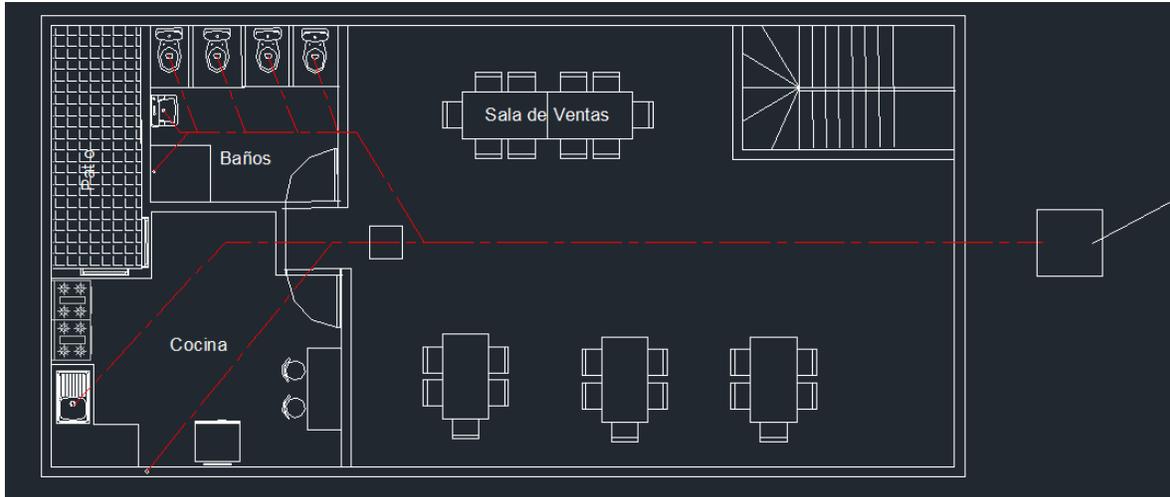


Figura 16. Plano Planta 1. Red de alcantarillado

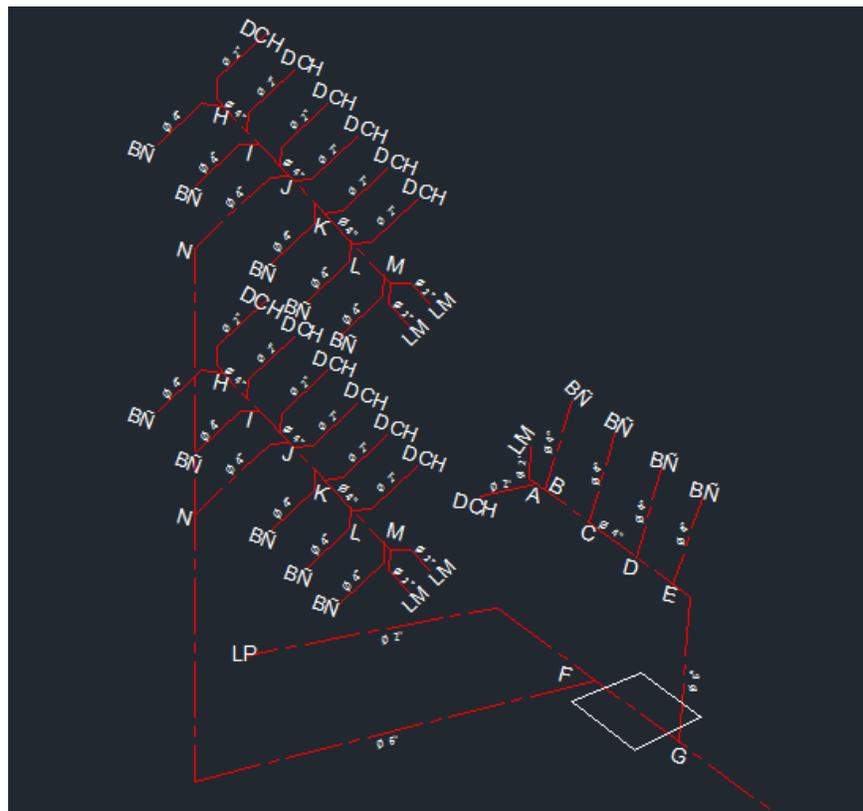


Figura 17. Plano Isométrico Red de agua Sanitaria, AutoCAD.

## 6. DISEÑO ESTRUCTURAL

Los movimientos telúricos se presentan en cualquier parte del mundo, Colombia no es la excepción, está localizada dentro de una de las zonas sísmicamente más activas de la tierra, la cual se denomina anillo circumpacífico y corresponde a los bordes del Océano Pacífico.

Las normas sísmo resistentes presentan requisitos que, en alguna medida, garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo, no obstante, la defensa de la propiedad es un resultado indirecto de la aplicación de las normas, pues defender al defender las vidas humanas, se obtiene una protección de la propiedad, como un subproducto de la vida.

La realización de los diseños estructurales estuvo basada en la NSR-10 (Ministerio de Vivienda, 2010) de requisitos generales y normas de diseño para construcción sísmo resistente, la cual nos permite diseñar de la mejor manera para que la edificación este ante una amenaza sísmica.

### 6.1. PARAMETROS DE DISEÑO:

Los parámetros de diseño son los datos previos que se deben tener para el diseño estructural, los cuales comprenden los datos del lugar donde se encuentra ubicado el proyecto.

**6.1.1. PROYECTO:** Diseño estructural de un edificio de alojamiento para aprendices SENA.

**6.1.2. UBICACIÓN:** Pamplona Norte de Santander.

**6.1.3. ANTECEDENTES:** La edificación consta de 3 plantas, de las cuales dos están destinadas para uso residencial y una para zona de ventas y cafetería.

**6.1.4. GENERALIDADES:** Dimensiones: 7 metros \* 14 metros

Área = 105 m<sup>2</sup> por nivel.

### 6.1.5. Definición de la zona:

Para definir la zona se tiene en cuenta el numeral A.2.3 de la NSR-10, el cual evalúa la ubicación del proyecto de acuerdo a la amenaza sísmica, como se muestra en la Ilustración 12. La zona en la que se encuentra ubicado el proyecto es una zona de amenaza sísmica alta.

### 6.1.6. Sismo:

**Norma utilizada:** NSR-10, Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010)

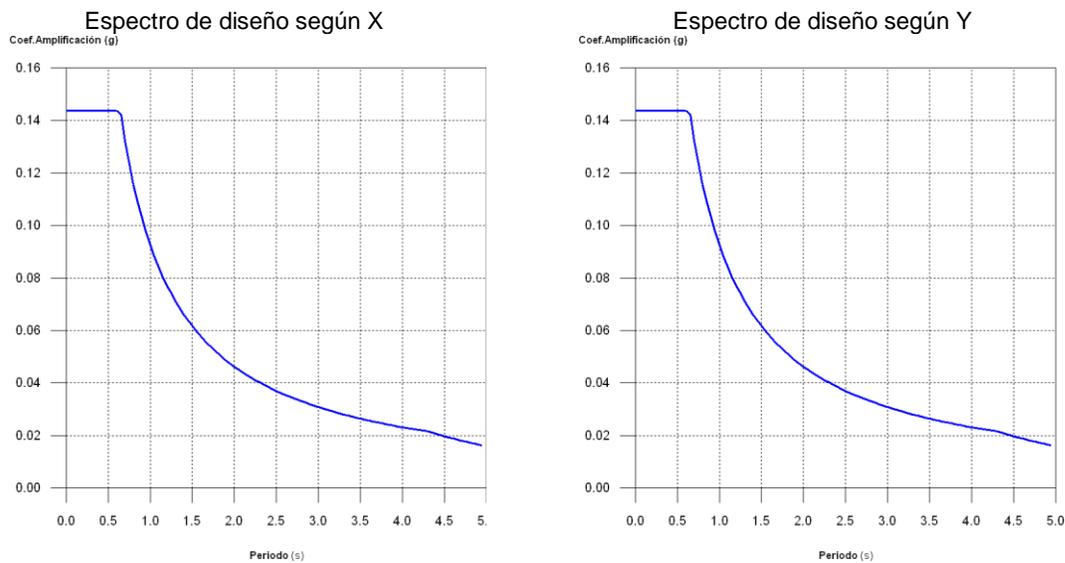
**Método de cálculo:** Análisis dinámico espectral (NSR-10, A.3.4.2.2)

<b>Caracterización del emplazamiento</b>				
<b>A<sub>a</sub>:</b> Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)	<b>A<sub>a</sub></b>	:	0.35	g
<b>A<sub>v</sub>:</b> Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)	<b>A<sub>v</sub></b>	:	0.30	g
<b>V<sub>m</sub>:</b> Velocidad media de onda de cortante (NSR-10, A.2.4.3)	<b>V<sub>m</sub></b>	:	180.00	m/s
<b>Sistema estructural</b>				
<b>R<sub>0X</sub>:</b> Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3)	<b>R<sub>0X</sub></b>	:	7.00	
<b>R<sub>0Y</sub>:</b> Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3)	<b>R<sub>0Y</sub></b>	:	7.00	
<b>F<sub>a</sub>:</b> Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.5)	<b>F<sub>a</sub></b>	:	1.00	
<b>F<sub>p</sub>:</b> Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.4)	<b>F<sub>p</sub></b>	:	1.00	
<b>F<sub>rX</sub>:</b> Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8)	<b>F<sub>rX</sub></b>	:	1.00	
<b>F<sub>rY</sub>:</b> Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8)	<b>F<sub>rY</sub></b>	:	1.00	
Geometría en altura (NSR-10, A.3.3.4 y A.3.3.5): Regular				
<b>Estimación del periodo fundamental de la estructura:</b>				
Según norma				
Tipología estructural (X): I				
Tipología estructural (Y): I				
<b>h:</b> Altura del edificio	<b>h</b>	:	9.00	m
<b>Tipo de edificación (NSR-10, A.2.5): I</b>				
<b>Parámetros de cálculo</b>				
Número de modos de vibración que intervienen en el				

análisis: Según norma				
Fracción de sobrecarga de uso		:	0.00	
Fracción de sobrecarga de nieve		:	0.00	
Factor multiplicador del espectro		:	1.00	
No se realiza análisis de los efectos de 2º orden				
Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Especial (DES)				

**Tabla 17.**Datos Generales de Sismo.

**Espectro de diseño:**



**Figura 18.** Espectro de Diseño.

**6.1.7. Perfil del Suelo:**

El perfil nos permite definir el coeficiente de suelo para el diseño estructural luego de clasificarlo, De acuerdo al estudio de suelos, Realizado en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Pamplona, el suelo presenta las siguientes características: Superficialmente está constituido por un material de relleno, que contiene desechos, arena fina y arcilla en estados semi-húmedo. Todo esto hasta 0.90 m.

Subyaciendo a este estrato encontramos una estratigrafía donde Predomina una arena limpia Pobrementemente Gradada de color marrón claro. Clasificación según el Sistema Unificado SUCS: SP.

El ensayo de penetración estándar, SPT. Se realizó en el terreno arrojando unos resultados de 9 golpes a una profundidad de 1.50m.

#### **6.1.8. Uso de la edificación y Coeficiente de importancia:**

Se definen los grupos de tipo de uso y los valores del coeficiente de importancia a utilizar en el análisis de diseño según la ocupación que se le dará a la construcción el cual en el caso de este proyecto se encuentra en el grupo III y el coeficiente de importancia se deduce de la tabla A.2.5.

Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad — Este grupo comprende aquellas

Edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir:

- (a)** Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres.
- (b)** Garajes de vehículos de emergencia.
- (c)** Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias.
- (d)** Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza.
- (e)** Aquellas del grupo II para las que el propietario desee contar con seguridad adicional.
- (f)** Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

**Tabla A.2.5-1**  
**Valores del coeficiente de importancia, I**

<b>Grupo de Uso</b>	<b>Coeficiente de Importancia, I</b>
<b>IV</b>	1.50
<b>III</b>	1.25
<b>II</b>	1.10
<b>I</b>	1.00

**Tabla 18.**Valores de coeficiente de importancia, I.

## 6.2. CARGAS GENERALES:

En todo calculo estructural es importante totalizar las cargas que estarán presentes en la edificación, como lo son las cargas vivas y muertas, las primeras según sea la ocupación de la edificación y las segundas de acuerdo a los materiales que se emplearan en la construcción de la estructura las cuales se definen en la norma en el numeral B y en los recuadros B.3 Y B.4.

<b>NIVELES</b>	<b>CARGA VIVA (T/m2)</b>	<b>CARGA MUERTA (T/m2)</b>
<b>UNO</b>	0,35	0,76
<b>DOS</b>	0,35	0,76
<b>TRES</b>	0,35	0,76

**Tabla 19.**Calculo de Cargas.

### 6.2.1. Combinaciones de Carga:

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
Qa	Sobrecarga de uso
SX	Sismo X
SY	Sismo Y

**Tabla 20.** Nombre de las hipótesis

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
1	1.400	1.400			
2	1.200	1.200			
3	1.200	1.200	1.600		
4	1.200	1.200		-0.300	-1.000
5	1.200	1.200	0.500	-0.300	-1.000
6	1.200	1.200		0.300	-1.000
7	1.200	1.200	0.500	0.300	-1.000
8	1.200	1.200		-1.000	-0.300
9	1.200	1.200	0.500	-1.000	-0.300
10	1.200	1.200		-1.000	0.300
11	1.200	1.200	0.500	-1.000	0.300
12	1.200	1.200		0.300	1.000
13	1.200	1.200	0.500	0.300	1.000
14	1.200	1.200		-0.300	1.000
15	1.200	1.200	0.500	-0.300	1.000
16	1.200	1.200		1.000	0.300
17	1.200	1.200	0.500	1.000	0.300
18	1.200	1.200		1.000	-0.300
19	1.200	1.200	0.500	1.000	-0.300
20	0.900	0.900			
21	0.900	0.900		-0.300	-1.000
22	0.900	0.900		0.300	-1.000
23	0.900	0.900		-1.000	-0.300
24	0.900	0.900		-1.000	0.300
25	0.900	0.900		0.300	1.000
26	0.900	0.900		-0.300	1.000
27	0.900	0.900		1.000	0.300
28	0.900	0.900		1.000	-0.300

**Tabla 21.** Combinaciones de Carga.

### 6.3. PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

**6.3.1. Aligerados:** El Reglamento Nacional de Construcciones da peraltes mínimos para no verificar deflexiones: En losas aligeradas continuas conformadas por viguetas de 10 cm. de ancho, bloques de polietileno de 50 cm de ancho y losa superior de 5 cm., con sobrecargas menores a 300 Kg/cm<sup>2</sup> y luces menores de 7.5 m. , el peralte debe cumplir :

$$h \geq L / 25 "$$

Así tenemos:  $h \geq 30$  cm

**6.3.2. Viga:** Al pre dimensionar las vigas, se tiene que considerar la acción de cargas de gravedad y de sismo.

$$h = L / 12 @ L / 10$$

$$h = L / 10 \text{ (criterio práctico frente a sismos)}$$

$$b = 0.3 h @ 0.5 h$$

De acuerdo a los criterios anteriores:

Vigas principales:  $h = 400/12$ ;  $h = 40 \text{ cm}$ ;  $b = 30 \text{ cm}$

**6.3.3. Columnas:** Se siguió el criterio de dimensionamiento por carga vertical, pues en la edificación se ha usado el sistema mixto de pórticos y muros de corte, el cual permite que los momentos en las columnas debido a sismo se reduzcan muy considerablemente.

Para este tipo de edificio se recomiendan los siguientes criterios de pre dimensionamiento:

Columnas Centrales  
Columnas Exteriores o Esquineras

Área = 1532 cm<sup>2</sup>  
Dimensiones = 40cm \* 40cm

## 6.4. DISEÑO ESTRUCTURAL:

### 6.4.1. Cimentación:

#### Descripción:

Referencias	Material	Geometría	Armado
C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15	Hormigón: $f'c=210$ Tensión admisible en situaciones persistentes: 1.00 kp/cm <sup>2</sup> Tensión admisible en situaciones accidentales: 1.50 kp/cm <sup>2</sup>	Zapata cuadrada Ancho: 130.0 cm Canto: 35.0 cm	X: 8Ø1/2"c/15 Y: 6Ø1/2"c/20

**Tabla 22.** Descripción Cimentación.

## Medición:

Referencias: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14 y C15	Nombre de armado	Grado 60			Total
		Ø3/8"	Ø1/2"	Ø3/4"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)		8x1.54 8x1.53		12.32 12.25
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)		6x1.54 6x1.53		9.24 9.19
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		4x1.12 4x1.11		4.48 4.46
Arranque - Estribos	Longitud (m) Peso (kg)	3x1.43 3x0.80			4.29 2.40
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)			4x1.3 9 4x3.1 1	5.56 12.44
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	4.29 2.40	26.04 25.90	5.56 12.44	40.74
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	4.72 2.64	28.64 28.49	6.12 13.68	44.81

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	Grado 60 (kg)				Hormigón (m³)	Limpieza	Encofrado (m²)
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø3/4"	Total	f'c=210		
Referencias: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14 y C15	15x2.6 4	15x28.4 9	15x13.6 8	672.1 5	15x0.59	15x0.17	15x1.82
Totales	39.60	427.35	205.20	672.1 5	8.87	2.54	27.30

**Tabla 23.** Mediciones Cimentación.

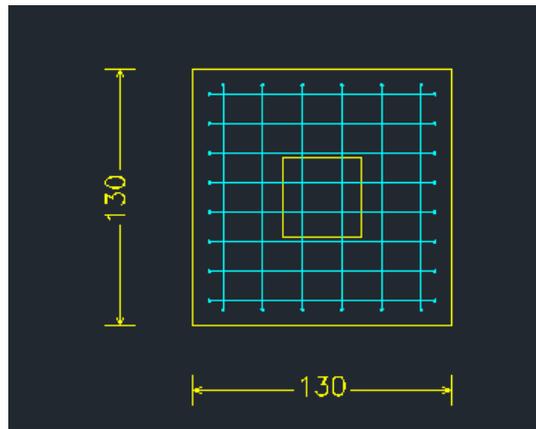
## Comprobación:

Referencia: C1		
Dimensiones: 130 x 130 x 35		
Armados: Xi:Ø1/2"c/15 Yi:Ø1/2"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 1 kp/cm² Calculado: 0.505 kp/cm²	Cumple
- Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 1.5 kp/cm² Calculado: 0.694 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 1.25 kp/cm² Calculado: 0.571 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 1.875 kp/cm² Calculado: 1.594 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata:		

<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 166.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 32.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.26 t-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.16 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.85 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 630 t/m <sup>2</sup>	
- Situaciones persistentes:	Calculado: 24.71 t/m <sup>2</sup>	Cumple
- Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 27.17 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo C. 15.7 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 21 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - C1:	Mínimo: 20 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo C. 7.12.2.1 (norma NSR-10)</i>	Mínimo: 0.0018	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0025	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm Calculado: 12.7 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 29 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple

**Tabla 24.** Comprobación Resultados



**Figura 19.** Detalle Zapata Planta.

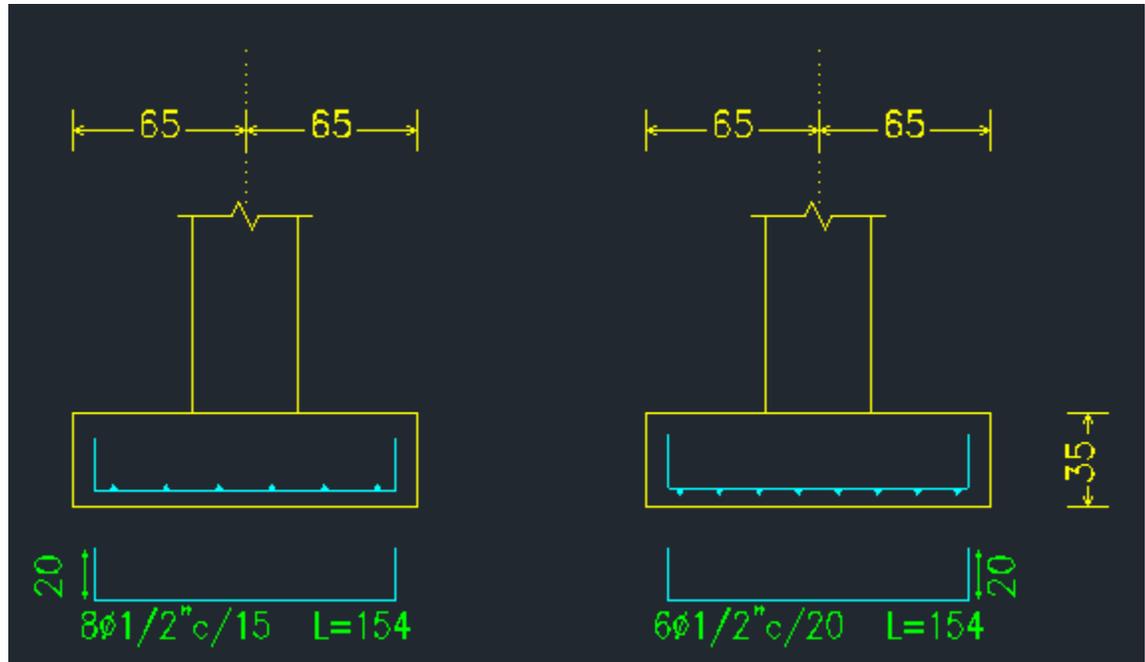


Figura 20. Detalle Zapata Frontal.

**6.4.2. COLUMNAS:** En la estructura se tendrán 15 columnas las cuales tendrán la misma sección.

#### Notación de las columnas:

En las tablas de comprobación de pilares de acero no se muestran las comprobaciones con coeficiente de aprovechamiento inferior al 10%.

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)

N, M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)

Disp. S.: Criterios de diseño por sismo

Cap.: Diseño por capacidad

#### Secciones Columnas:

**C1:**

Secciones de hormigón																	
Planta	Tramo (m)	Dimensión	Posición	Esfuerzos pésimos						Comprobaciones							Estado
				Naturaleza	N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	
Nivel 3	6.00/9.00	40x40	Pie	G, S	3.07	-0.93	-0.23	-0.16	0.65	Cumple	Cumple	3.1	7.2	Cumple	Cumple	7.2	Cumple
			Cabeza	G, S	1.77	0.83	0.20	-0.15	0.65	Cumple	Cumple	11.5	6.8	Cumple	Cumple	11.5	Cumple
			Pie	G	3.19	-0.25	-0.31	-0.22	0.18	Cumple	Cumple	2.3	3.6	N.P.	Cumple	3.6	Cumple
			Cabeza	G	1.68	0.23	0.29	-0.22	0.18	Cumple	Cumple	2.3	3.2	N.P.	Cumple	3.2	Cumple
Nivel 2	3.00/6.00	40x40	Cabeza	G, S	2.49	-0.92	0.68	-0.48	-0.62	Cumple	Cumple	3.6	10.0	Cumple	Cumple	10.0	Cumple
			Cabeza	G, S	5.63	1.37	0.16	-0.13	0.97	Cumple	Cumple	16.1	9.7	Cumple	Cumple	16.1	Cumple
			Pie	G	6.55	-0.27	-0.33	-0.23	0.19	Cumple	Cumple	2.3	4.6	N.P.	Cumple	4.6	Cumple
			Cabeza	G	5.04	0.24	0.29	-0.23	0.19	Cumple	Cumple	2.3	3.9	N.P.	Cumple	3.9	Cumple
Nivel 1	0.00/3.00	40x40	Pie	G, S	4.99	2.04	-1.07	-0.62	-1.04	Cumple	Cumple	5.5	19.7	Cumple	Cumple	19.7	Cumple
			Pie	G, S	8.74	-2.37	0.24	-0.03	1.28	Cumple	Cumple	22.0	16.5	Cumple	Cumple	22.0	Cumple
			Pie	G	9.88	-0.27	-0.27	-0.15	0.12	Cumple	Cumple	1.4	5.8	N.P.	Cumple	5.8	Cumple
			Cabeza	G	8.37	0.23	0.26	-0.15	0.12	Cumple	Cumple	1.4	4.9	N.P.	Cumple	4.9	Cumple
Cimentación	-0.15/0.00	40x40	Pie	G, S	4.99	2.04	-1.07	-0.62	-1.04	N.P.	N.P.	N.P.	19.7	N.P.	Cumple	19.7	Cumple
			Pie	G	9.88	-0.27	-0.27	-0.15	0.12	N.P.	N.P.	N.P.	5.8	N.P.	Cumple	5.8	Cumple

**Tabla 25.** Secciones Columnas

**Desplazamientos en columnas:**

Situaciones persistentes o transitorias					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z(mm)
C1	Forjado 3	8.85	0.02	0.02	0.05
	Forjado 2	5.85	0.01	0.01	0.04
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.03
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	Forjado 3	8.85	0.02	0.02	0.06
	Forjado 2	5.85	0.01	0.01	0.05
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.03
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	Forjado 3	8.85	0.01	0.02	0.04
	Forjado 2	5.85	0.00	0.01	0.04
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.02
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C4	Forjado 3	8.85	0.02	0.02	0.06

Situaciones persistentes o transitorias					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z(mm)
	Forjado 2	5.85	0.01	0.01	0.05
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.03
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C5	Forjado 3	8.85	0.02	0.02	0.08
	Forjado 2	5.85	0.01	0.01	0.07
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.04
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C6	Forjado 3	8.85	0.01	0.02	0.06
	Forjado 2	5.85	0.00	0.01	0.05
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.03
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C7	Forjado 3	8.85	0.02	0.02	0.05
	Forjado 2	5.85	0.01	0.01	0.05
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.03
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C8	Forjado 3	8.85	0.02	0.02	0.07
	Forjado 2	5.85	0.01	0.01	0.06
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.04
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C9	Forjado 3	8.85	0.01	0.02	0.05
	Forjado 2	5.85	0.00	0.01	0.04
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.03
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C10	Forjado 3	8.85	0.02	0.02	0.06
	Forjado 2	5.85	0.01	0.01	0.05
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.03
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C11	Forjado 3	8.85	0.02	0.02	0.08
	Forjado 2	5.85	0.01	0.01	0.07
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.04
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C12	Forjado 3	8.85	0.01	0.02	0.05
	Forjado 2	5.85	0.00	0.01	0.04
	Forjado 1	2.85	0.00	0.00	0.03
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C13	Forjado 3	8.85	0.02	0.02	0.04
	Forjado 2	5.85	0.01	0.01	0.04

<b>Situaciones persistentes o transitorias</b>					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z(mm)
	Forjado 1	2.85	0.00	0.01	0.02
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C14	Forjado 3	8.85	0.02	0.02	0.06
	Forjado 2	5.85	0.01	0.01	0.05
	Forjado 1	2.85	0.00	0.01	0.03
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C15	Forjado 3	8.85	0.01	0.02	0.04
	Forjado 2	5.85	0.00	0.01	0.03
	Forjado 1	2.85	0.00	0.01	0.02
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00

**Tabla 26.**Desplazamientos en columnas.

<b>Situaciones sísmicas<sup>(1)</sup></b>					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
C1	Forjado 3	8.85	14.75	24.08	0.14
	Forjado 2	5.85	10.00	16.31	0.12
	Forjado 1	2.85	4.51	7.21	0.08
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	Forjado 3	8.85	14.71	24.08	0.13
	Forjado 2	5.85	9.97	16.31	0.11
	Forjado 1	2.85	4.49	7.21	0.07
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	Forjado 3	8.85	16.04	24.08	0.17
	Forjado 2	5.85	10.87	16.31	0.16
	Forjado 1	2.85	4.87	7.21	0.10
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C4	Forjado 3	8.85	14.75	17.42	0.16
	Forjado 2	5.85	10.00	11.79	0.14
	Forjado 1	2.85	4.51	5.23	0.09
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C5	Forjado 3	8.85	14.71	17.42	0.14
	Forjado 2	5.85	9.97	11.79	0.12
	Forjado 1	2.85	4.49	5.23	0.08
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C6	Forjado 3	8.85	16.04	17.42	0.20
	Forjado 2	5.85	10.87	11.79	0.18

<b>Situaciones sísmicas<sup>(1)</sup></b>					
<b>Pilar</b>	<b>Planta</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Desp. X (mm)</b>	<b>Desp. Y (mm)</b>	<b>Desp. Z (mm)</b>
	Forjado 1	2.85	4.87	5.23	0.12
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C7	Forjado 3	8.85	14.75	15.28	0.14
	Forjado 2	5.85	10.00	10.33	0.13
	Forjado 1	2.85	4.51	4.60	0.08
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C8	Forjado 3	8.85	14.71	15.28	0.11
	Forjado 2	5.85	9.97	10.33	0.10
	Forjado 1	2.85	4.49	4.60	0.06
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C9	Forjado 3	8.85	16.04	15.28	0.18
	Forjado 2	5.85	10.87	10.33	0.17
	Forjado 1	2.85	4.87	4.60	0.11
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C10	Forjado 3	8.85	14.75	14.75	0.14
	Forjado 2	5.85	10.00	9.98	0.13
	Forjado 1	2.85	4.51	4.44	0.08
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C11	Forjado 3	8.85	14.71	14.75	0.10
	Forjado 2	5.85	9.97	9.98	0.09
	Forjado 1	2.85	4.49	4.44	0.05
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C12	Forjado 3	8.85	16.04	14.75	0.16
	Forjado 2	5.85	10.87	9.98	0.14
	Forjado 1	2.85	4.87	4.44	0.09
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C13	Forjado 3	8.85	14.75	14.38	0.14
	Forjado 2	5.85	10.00	9.73	0.13
	Forjado 1	2.85	4.51	4.32	0.08
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C14	Forjado 3	8.85	14.71	14.38	0.18
	Forjado 2	5.85	9.97	9.73	0.16
	Forjado 1	2.85	4.49	4.32	0.10
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
C15	Forjado 3	8.85	16.04	14.38	0.13
	Forjado 2	5.85	10.87	9.73	0.12

Situaciones sísmicas <sup>(1)</sup>					
Pilar	Planta	Cota (m)	Desp. X (mm)	Desp. Y (mm)	Desp. Z (mm)
	Forjado 1	2.85	4.87	4.32	0.08
	Cimentación	0.00	0.00	0.00	0.00
<p><i>Notas:</i>  <sup>(1)</sup> Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.</p>					

**Tabla 27.** Desplazamiento por Sismo.

### 6.4.3. VIGAS

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NSR-10, TÍTULO C)																				Estado		
	Disp.	Arm.	Q	Q.S.	N.M	N.M.S.	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>st</sub>	TNM <sub>x</sub>	TNM <sub>y</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xs</sub>	TV <sub>ys</sub>	T,Disp <sub>st</sub>	T,Disp <sub>st</sub>	T,Geom <sub>st</sub>	T,Arm <sub>st</sub>	Disp. S.		Cap. S	
V-101: C3 - C6	Cumple	Cumple	0.844 m' □ = 3.7	3.632 m' □ = 10.9	C3' □ = 8.7	C3' □ = 24.9	3.900 m' □ = 6.4	3.717 m' □ = 4.2	3.717 m' □ = 23.8	N.P. <sup>(1)</sup>	3.900 m' □ = 33.6	N.P. <sup>(2)</sup>	3.900 m' □ = 6.8	N.P. <sup>(2)</sup>	3.717 m' Cumple	3.717 m' Cumple	3.717 m' Cumple	3.717 m' Cumple	3.717 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 33.6	
V-102: C6 - C9	Cumple	Cumple	0.092 m' □ = 1.4	0.183 m' □ = 12.6	C6' □ = 9.1	C6' □ = 35.8	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	0.650 m' Cumple	0.183 m' Cumple	CUMPLE □ = 35.8	
V-103: C9 - C12	Cumple	Cumple	2.432 m' □ = 1.7	0.183 m' □ = 11.9	2.700 m' □ = 8.3	2.700 m' □ = 41.2	2.700 m' □ = 6.7	2.517 m' □ = 4.3	2.700 m' □ = 35.8	N.P. <sup>(1)</sup>	2.700 m' □ = 64.4	N.P. <sup>(2)</sup>	2.700 m' □ = 7.1	N.P. <sup>(2)</sup>	2.517 m' Cumple	2.517 m' Cumple	2.517 m' Cumple	2.517 m' Cumple	2.517 m' Cumple	0.650 m' Cumple	0.183 m' Cumple	CUMPLE □ = 64.4	
V-104: C12 - C15	Cumple	Cumple	0.268 m' □ = 2.0	0.000 m' □ = 9.4	C15' □ = 4.3	C15' □ = 25.6	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	0.675 m' Cumple	2.363 m' Cumple	CUMPLE □ = 25.6	
V-106: C2 - C5	Cumple	Cumple	0.000 m' □ = 3.6	3.632 m' □ = 13.9	C2' □ = 8.3	C2' □ = 25.2	0.000 m' □ = 7.7	0.000 m' □ = 5.0	0.000 m' □ = 29.4	N.P. <sup>(1)</sup>	0.000 m' □ = 37.9	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' □ = 8.0	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 37.9	
V-107: C5 - C8	Cumple	Cumple	2.432 m' □ = 1.6	0.183 m' □ = 13.2	C5' □ = 9.7	C5' □ = 32.1	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	0.650 m' Cumple	0.183 m' Cumple	CUMPLE □ = 32.1	
V-108: C8 - C11	Cumple	Cumple	2.432 m' □ = 1.8	0.183 m' □ = 13.8	2.700 m' □ = 9.1	C8' □ = 37.6	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	0.650 m' Cumple	0.183 m' Cumple	CUMPLE □ = 37.6	
V-109: C11 - C14	Cumple	Cumple	2.432 m' □ = 2.3	2.432 m' □ = 16.1	C14' □ = 5.3	C14' □ = 29.0	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	0.650 m' Cumple	2.167 m' Cumple	CUMPLE □ = 29.0	
V-110: C1 - C4	Cumple	Cumple	0.268 m' □ = 2.9	0.000 m' □ = 13.2	0.217 m' □ = 7.0	0.268 m' □ = 26.5	0.000 m' □ = 7.6	0.000 m' □ = 5.0	0.217 m' □ = 36.8	N.P. <sup>(1)</sup>	0.000 m' □ = 46.2	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' □ = 8.3	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	3.717 m' Cumple	CUMPLE □ = 46.2
V-111: C4 - C7	Cumple	Cumple	0.000 m' □ = 1.4	0.000 m' □ = 12.3	C4' □ = 5.8	0.268 m' □ = 22.8	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	0.533 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 22.8	
V-112: C7 - C10	Cumple	Cumple	2.432 m' □ = 1.5	0.000 m' □ = 11.7	2.700 m' □ = 4.1	0.268 m' □ = 22.0	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	0.533 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 22.0	
V-113: C10 - C13	Cumple	Cumple	2.432 m' □ = 1.5	0.000 m' □ = 12.3	2.517 m' □ = 4.4	2.700 m' □ = 32.6	2.517 m' □ = 6.1	2.517 m' □ = 4.0	2.517 m' □ = 40.1	N.P. <sup>(1)</sup>	2.517 m' □ = 46.2	N.P. <sup>(2)</sup>	2.700 m' □ = 6.3	N.P. <sup>(2)</sup>	2.517 m' Cumple	2.517 m' Cumple	2.517 m' Cumple	2.517 m' Cumple	2.517 m' Cumple	0.533 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 46.2	
V-114: C1 - C2	Cumple	Cumple	3.137 m' □ = 2.7	0.000 m' □ = 15.3	3.219 m' □ = 7.7	0.268 m' □ = 43.0	3.405 m' □ = 12.0	3.336 m' □ = 7.8	3.405 m' □ = 38.9	N.P. <sup>(1)</sup>	0.000 m' □ = 69.7	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' □ = 14.8	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.886 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 69.7
V-115: C2 - C3	Cumple	Cumple	0.000 m' □ = 1.5	0.000 m' □ = 13.9	C2' □ = 6.9	2.127 m' □ = 43.4	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	0.599 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 43.4	
V-117: C4 - C5	Cumple	Cumple	3.137 m' □ = 2.8	0.000 m' □ = 15.9	3.336 m' □ = 7.8	0.186 m' □ = 36.2	0.000 m' □ = 9.6	0.000 m' □ = 6.3	3.405 m' □ = 38.9	N.P. <sup>(1)</sup>	3.405 m' □ = 46.5	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' □ = 12.0	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.886 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 46.5	
V-118: C5 - C6	Cumple	Cumple	2.127 m' □ = 1.7	2.127 m' □ = 16.7	C5' □ = 7.3	2.247 m' □ = 38.5	2.364 m' □ = 14.6	2.364 m' □ = 9.6	0.030 m' □ = 33.7	N.P. <sup>(1)</sup>	2.395 m' □ = 44.1	N.P. <sup>(3)</sup>	2.395 m' □ = 16.0	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.614 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 44.1	
V-119: C7 - C8	Cumple	Cumple	0.000 m' □ = 2.2	0.000 m' □ = 13.7	3.219 m' □ = 6.6	0.186 m' □ = 31.6	0.069 m' □ = 9.0	0.000 m' □ = 5.9	3.405 m' □ = 38.9	N.P. <sup>(1)</sup>	3.405 m' □ = 46.5	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' □ = 10.3	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.886 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 46.5	
V-120: C8 - C9	Cumple	Cumple	2.127 m' □ = 1.5	2.127 m' □ = 14.8	C8' □ = 6.0	2.188 m' □ = 33.6	2.395 m' □ = 12.4	2.364 m' □ = 8.2	0.030 m' □ = 33.7	N.P. <sup>(1)</sup>	0.000 m' □ = 43.7	N.P. <sup>(3)</sup>	2.395 m' □ = 13.0	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.555 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 43.7	
V-121: C10 - C11	Cumple	Cumple	0.000 m' □ = 2.2	0.000 m' □ = 14.0	3.336 m' □ = 7.2	0.186 m' □ = 31.9	0.000 m' □ = 9.1	0.000 m' □ = 6.0	0.000 m' □ = 38.0	N.P. <sup>(1)</sup>	0.000 m' □ = 44.1	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' □ = 10.4	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	ERROR
V-122: C11 - C12	Cumple	Cumple	0.000 m' □ = 3.2	0.000 m' □ = 21.0	C11' □ = 6.8	C12' □ = 32.2	2.395 m' □ = 6.6	2.246 m' □ = 4.3	2.246 m' □ = 38.2	N.P. <sup>(1)</sup>	2.246 m' □ = 44.1	N.P. <sup>(2)</sup>	2.395 m' □ = 7.0	N.P. <sup>(2)</sup>	2.246 m' Cumple	2.246 m' Error <sup>(1)</sup>	2.246 m' Cumple	2.246 m' Cumple	2.246 m' Cumple	0.846 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	ERROR
V-123: C13 - C14	Cumple	Cumple	3.137 m' □ = 2.5	3.137 m' □ = 10.6	3.219 m' □ = 7.1	0.268 m' □ = 28.3	0.000 m' □ = 10.9	0.000 m' □ = 7.1	0.000 m' □ = 38.0	N.P. <sup>(1)</sup>	0.000 m' □ = 65.9	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' □ = 11.6	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	ERROR
V-124: C14 - C15	Cumple	Cumple	0.000 m' □ = 2.6	0.000 m' □ = 14.1	C14' □ = 6.5	2.395 m' □ = 29.2	0.000 m' □ = 6.1	0.000 m' □ = 4.0	0.146 m' □ = 33.8	N.P. <sup>(1)</sup>	0.000 m' □ = 45.2	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' □ = 6.6	N.P. <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.000 m' Cumple	0.810 m' Cumple	0.000 m' Cumple	CUMPLE □ = 45.2	

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NSR-10, TÍTULO C)																				Estado		
	Disp.	Arm.	Q	Q.S.	N.M	N.M.S.	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>st</sub>	TNM <sub>x</sub>	TNM <sub>y</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xs</sub>	TV <sub>ys</sub>	T,Disp <sub>st</sub>	T,Disp <sub>st</sub>	T,Geom <sub>st</sub>	T,Arm <sub>st</sub>	Disp. S.		Cap. S	-
V-105: B15 - B16	Cumple	0.183 m' Cumple	0.000 m' Error <sup>(2)</sup>	0.000 m' Error <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	1.817 m' □ = 7.1	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	0.183 m' Error <sup>(3)</sup>	0.000 m' Cumple	N.P. <sup>(5)</sup>	ERROR				

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NSR-10, TÍTULO C)																				Estado				
	Disp.	Arm.	Q	Q S.	N,M	N,M S.	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>st</sub>	TNM <sub>x</sub>	TNM <sub>y</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xs</sub>	TV <sub>ys</sub>	T,Disp. <sub>st</sub>	T,Disp. <sub>st</sub>	T,Geom. <sub>st</sub>	T,Arm. <sub>st</sub>	Disp. S.		Vib.	Cap. S	-	
V-116: B19 - B17	Cumple	N.P. <sup>(4)</sup>	0.000 m <sup>2</sup> Error <sup>(2)</sup>	0.000 m <sup>2</sup> Error <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	B'19 □ = 13.0	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	Error <sup>(3)</sup>	Error <sup>(4)</sup>	Cumple	N.P. <sup>(5)</sup>	ERROR				

**Notación:**

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)

Q S.: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas)

N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)

N,M S.: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas)

T<sub>c</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.

T<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.

T<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.

TNM<sub>x</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.

TNM<sub>y</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje Y.

TV<sub>x</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua

TV<sub>y</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua

TV<sub>xs</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.

TV<sub>ys</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.

T,Disp.<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.

T,Disp.<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.

T,Geom.<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.

T,Arm.<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.

Disp. S.: Criterios de diseño por sismo

Cap. S: Cortante de diseño para vigas.

x: Distancia al origen de la barra

□: Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

-: -

Vib.: Separación necesaria para introducir el vibrador

**Comprobaciones que no proceden (N.P.):**

<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

<sup>(2)</sup> La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

<sup>(3)</sup> No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

<sup>(4)</sup> No hay interacción entre axil y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

<sup>(5)</sup> No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Errores:**

<sup>(1)</sup> No cumple: 'Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.'

<sup>(2)</sup> La separación longitudinal entre armaduras transversales es superior a la necesaria para asegurar un adecuado confinamiento del hormigón sometido a compresión oblicua.

<sup>(3)</sup> No cumple: 'Criterio de diseño por sismo'

<sup>(4)</sup> La separación libre máxima disponible entre barras longitudinales (14.13 mm) es inferior a la necesaria para la introducción del vibrador (20.00 mm).

**Tabla 28.** Características Principales Vigas.

**Comprobación de cálculos:**

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NSR-10, TÍTULO C)				Estado
	S <sub>C,sup.</sub>	S <sub>C,Lat.Der.</sub>	S <sub>C,inf.</sub>	S <sub>C,Lat.Izq.</sub>	
V-101: C3 - C6	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.125 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-102: C6 - C9	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.467 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-103: C9 - C12	x: 2.7 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.35 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-104: C12 - C15	x: 2.7 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.35 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-105: B15 - B16	x: 0.183 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.467 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-106: C2 - C5	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.125 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-107: C5 - C8	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.467 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-108: C8 - C11	x: 2.7 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.233 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-109: C11 - C14	x: 2.7 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.467 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-110: C1 - C4	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.967 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-111: C4 - C7	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.467 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-112: C7 - C10	x: 2.7 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.35 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-113: C10 - C13	x: 2.7 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.467 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-114: C1 - C2	x: 3.405 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.586 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-115: C2 - C3	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.197 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-117: C4 - C5	x: 3.405 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.586 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-118: C5 - C6	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.314 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-119: C7 - C8	x: 3.405 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.586 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NSR-10, TÍTULO C)				Estado
	$S_{C,sup.}$	$S_{C,Lat.Der.}$	$S_{C,inf.}$	$S_{C,Lat.Izq.}$	
V-120: C8 - C9	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.255 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-121: C10 - C11	x: 3.405 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.586 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-122: C11 - C12	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.196 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-123: C13 - C14	x: 3.405 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.586 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>
V-124: C14 - C15	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.127 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b>

**Notación:**

$S_{C,sup.}$ : Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior

$S_{C,Lat.Der.}$ : Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha

$S_{C,inf.}$ : Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior

$S_{C,Lat.Izq.}$ : Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda

x: Distancia al origen de la barra

$\square$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

-: -

**Comprobaciones que no proceden (N.P.):**

<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

<sup>(2)</sup> No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Tabla 29.** Comprobación de fisuras.

Comprobaciones de flecha		
Vigas	Activa (Característica)	Estado
	$f_{A,max} \square f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/480$	
V-101: C3 - C6	$f_{A,max}$ : 0.09 mm $f_{A,lim}$ : 8.13 mm	<b>CUMPLE</b>
V-102: C6 - C9	$f_{A,max}$ : 0.01 mm $f_{A,lim}$ : 5.63 mm	<b>CUMPLE</b>
V-103: C9 - C12	$f_{A,max}$ : 0.02 mm $f_{A,lim}$ : 5.63 mm	<b>CUMPLE</b>
V-104: C12 - C15	$f_{A,max}$ : 0.02 mm $f_{A,lim}$ : 5.63 mm	<b>CUMPLE</b>

<b>Comprobaciones de flecha</b>		
<b>Vigas</b>	<b>Activa (Característica)</b> $f_{A,max} \square f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/480$	<b>Estado</b>
V-105: B15 - B16	$f_{A,max}$ : 0.02 mm $f_{A,lim}$ : 5.63 mm	<b>CUMPLE</b>
V-106: C2 - C5	$f_{A,max}$ : 0.07 mm $f_{A,lim}$ : 8.13 mm	<b>CUMPLE</b>
V-107: C5 - C8	$f_{A,max}$ : 0.00 mm $f_{A,lim}$ : 5.63 mm	<b>CUMPLE</b>
V-108: C8 - C11	$f_{A,max}$ : 0.01 mm $f_{A,lim}$ : 5.63 mm	<b>CUMPLE</b>
V-109: C11 - C14	$f_{A,max}$ : 0.02 mm $f_{A,lim}$ : 5.63 mm	<b>CUMPLE</b>
V-110: C1 - C4	$f_{A,max}$ : 0.07 mm $f_{A,lim}$ : 8.13 mm	<b>CUMPLE</b>
V-111: C4 - C7	$f_{A,max}$ : 0.01 mm $f_{A,lim}$ : 5.63 mm	<b>CUMPLE</b>
V-112: C7 - C10	$f_{A,max}$ : 0.02 mm $f_{A,lim}$ : 5.63 mm	<b>CUMPLE</b>
V-113: C10 - C13	$f_{A,max}$ : 0.02 mm $f_{A,lim}$ : 5.63 mm	<b>CUMPLE</b>
V-114: C1 - C2	$f_{A,max}$ : 0.05 mm $f_{A,lim}$ : 7.09 mm	<b>CUMPLE</b>
V-115: C2 - C3	$f_{A,max}$ : 0.01 mm $f_{A,lim}$ : 4.99 mm	<b>CUMPLE</b>
V-116: B19 - B17	$f_{A,max}$ : 0.02 mm $f_{A,lim}$ : 4.99 mm	<b>CUMPLE</b>
V-117: C4 - C5	$f_{A,max}$ : 0.04 mm $f_{A,lim}$ : 7.09 mm	<b>CUMPLE</b>
V-118: C5 - C6	$f_{A,max}$ : 0.01 mm $f_{A,lim}$ : 4.99 mm	<b>CUMPLE</b>
V-119: C7 - C8	$f_{A,max}$ : 0.04 mm $f_{A,lim}$ : 7.09 mm	<b>CUMPLE</b>
V-120: C8 - C9	$f_{A,max}$ : 0.01 mm $f_{A,lim}$ : 4.99 mm	<b>CUMPLE</b>
V-121: C10 - C11	$f_{A,max}$ : 0.04 mm $f_{A,lim}$ : 7.09 mm	<b>CUMPLE</b>
V-122: C11 - C12	$f_{A,max}$ : 0.01 mm $f_{A,lim}$ : 4.99 mm	<b>CUMPLE</b>
V-123: C13 - C14	$f_{A,max}$ : 0.05 mm $f_{A,lim}$ : 7.09 mm	<b>CUMPLE</b>
V-124: C14 - C15	$f_{A,max}$ : 0.01 mm $f_{A,lim}$ : 4.99 mm	<b>CUMPLE</b>

**Tabla 30.** Comprobaciones de Flecha.

## CONCLUSIONES

Los estudios y diseños realizados en este proyecto servirán para dar una orientación hacia lo que requiere El Instituto Nacional de Aprendizaje SENA, cumpliendo con los requisitos mínimos según las normas de diseño de ambientes de Alojamiento para Instituciones Educativas.

Por medio del proyecto se determina que el área estudiada tiene una pendiente pronunciada, y debido a esto el terreno ha cambiado sus características iniciales pues gran parte del material encontrado es de relleno en consecuencia de los cortes efectuados para la construcción del edificio existente.

El diseño de la Red de agua potable y sanitaria es fundamental a la hora de contemplar una edificación, en el proyecto se tuvo en cuenta el RAS 2000 como normativa vigente, y se determinó la viabilidad de construir el tanque de almacenamiento y el pozo séptico subterráneo, debido a que el terreno cuenta con un tanque de almacenamiento de agua potable subterráneo con el cual minimizaríamos costos.

El diseño estructural del edificio se hace con respecto a la NSR-10, teniendo en cuenta los parámetros sísmicos como principal factor pues el terreno se encuentra en zona de riesgo sísmico alto, con pendiente Pronunciada y alto porcentaje de material de relleno.

## BIBLIOGRAFIA

Aprendizaje, S. N. (s.f.). SENA. Obtenido de 2013: [HTTP://www.sena.edu.co](http://www.sena.edu.co)

Ministerio de Vivienda, c. y. (2010). Reglamento colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10. Bogota .

Nacional, G. (1993). ley 80 .

Pamplona, U. d. (17 de 12 de 2013). Obtenido de <http://www.unipamplona.edu.co>

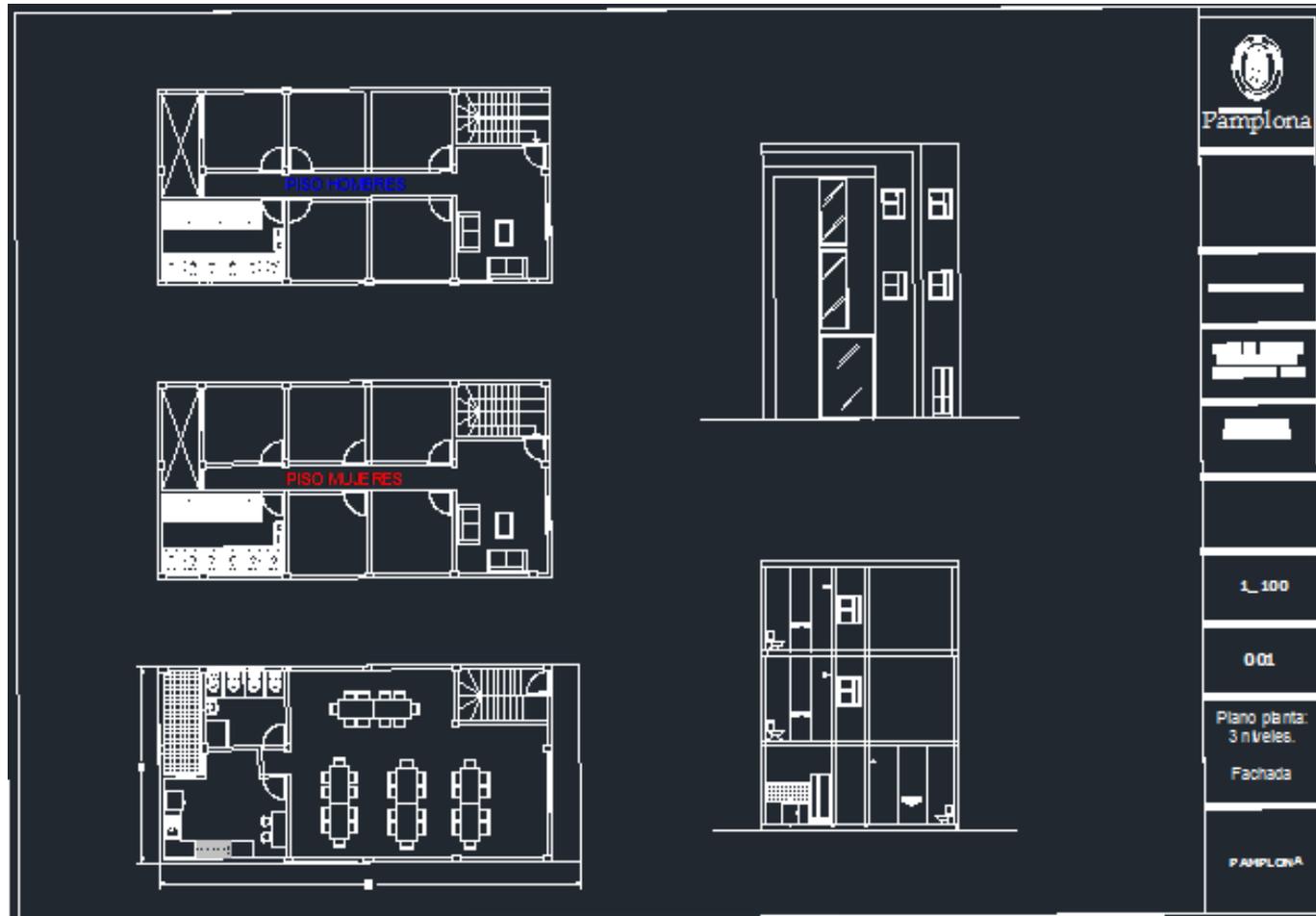
RAS, M. d. (2000). Reglamento Tecnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Basico. bogota.

Sarria M. Alberto. (1999). Introduccion a la Ingenieria Civil. Mc Graw . Hill.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, U. (28 de octubre de 2003). Datateca. Obtenido de <http://datateca.unad.edu.co>

## ANEXOS

### Anexo 1. Plano Arquitectónico.



## Anexo 2. Carta de aceptación a Pasantía



549119101-

San José de Cúcuta,

Señor  
Manuel Antonio Contreras Martínez  
Director Programa Ingeniería Civil  
Facultad de ingeniería y Arquitectura  
Universidad de Pamplona  
Pamplona, Norte de Santander

Asunto: Aceptación Pasantía

Respetado señor Contreras:

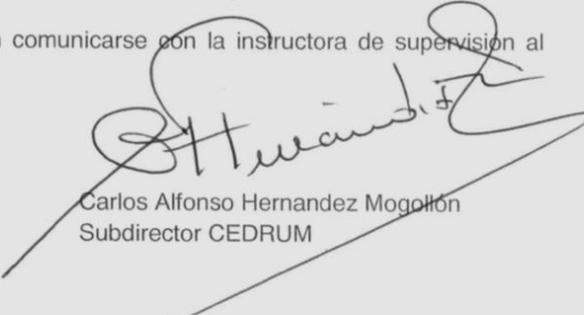
En atención a su solicitud de pasantía para el estudiante de ingeniería Civil CEUDIÉL IVAN MANTILLA GARCÍA, nos permitimos informarle que se ha aceptado la pasantía a partir del 01 de agosto del presente año, el cual estará bajo la supervisión de la instructora Rosa María Parada Rico.

Las actividades que realizará en el centro son:

- Diseño de ambientes y espacio de alojamiento para los aprendices que se desplazan a realizar las prácticas de formación de los diferentes municipios del departamento.
- Levantamiento de planos actuales de la sede agroindustrial.

Para mayor información podrán comunicarse con la instructora de supervisión al teléfono 316 3005436

Cordialmente,



Carlos Alfonso Hernandez Mogollón  
Subdirector CEDRUM

Jackeline P.

### Anexo 3. Carta de Aprobación Práctica Empresarial.



Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750 - www.unipamplona.edu.co

Pamplona, 09 de Diciembre de 2015

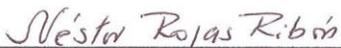
Señores:  
**COMITÉ TRABAJO DE GRADO**  
Programa Ingeniería Civil  
Facultad de Ingenierías Y Arquitectura  
Universidad de Pamplona

**Asunto:** Aval Terminación del Trabajo

Respetados señores, por medio de la presente me permito comunicarles que Avaló el proyecto titulado: PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL E HIDROSANITARIO, ESTUDIO DE SUELOS Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO, PARA LA REALIZACION DE ESPACIOS DE ALOJAMIENTO PARA APRENDICES SENA EN EL CENTRO DE FORMACION PARA EL DESARROLLO RURAL Y MINERO (CEDRUM), EN EL MUNICIPIO DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER, para programación de sustentación.

Dicho trabajo fue elaborado por el estudiante CEUDIÉL IVAN MANTILLA GARCIA perteneciente al Programa de Ingeniería Civil, Código 1094269156.

Atentamente,

  
**NESTOR ORLANDO ROJAS RIBON.**  
Ingeniero Civil  
Esp. En ingeniería Estructural.  
3138309861



Una universidad *incluyente* y *comprometida* con el desarrollo integral