

**PASANTÍA APOYO EN LAS ACTIVIDADES TÉCNICAS EN LA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA URRÁ I**

DANIEL SANTIAGO CHINOME ARIAS

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2018**

**APOYO EN LAS ACTIVIDADES TÉCNICAS EN LA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA URRÁ I**

DANIEL SANTIAGO CHINOME ARIAS

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
ELIGIENDO COMO OPCIÓN DE GRADO LA PASANTÍA**

**TUTOR
ING. GUILLERMO FLECHAS FAJARDO
INGENIERO GEÓLOGO
ESPECIALISTA EN GESTIÓN DE RECURSOS MINEROS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TUNJA

2018

DEDICATORIA

A mi madre por su amor inagotable, apoyo incondicional, sacrificio, esfuerzo y paciencia, por ser mi mayor ejemplo a seguir. A mi padre por su esmero y su fe en mí, sin ellos no hubiera sido posible lograr este objetivo.

A mi familia por su generosa bondad, por brindarme su colaboración en los momentos difíciles, por inculcar en mí los valores necesarios para ser una persona digna y un profesional correcto.

Con mucho respeto, admiración y cariño, esto es para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Martha Ligia Arias Campos y Javier Arturo Chinome Jiménez, por darme la fuerza necesaria para lograr todos mis objetivos, por ser luchadores incansables en la búsqueda del bienestar de su familia, a mi hermana Isabela por su compañía, amor y por ser mi más grande motivo para alcanzar mis metas y hacer realidad mis anhelos. A mi tía Elsa por abrirme las puertas de su hogar y ser un cimiento indispensable en mi vida. A mi abuela Marietta por estar día a día a mi lado brindándome su amor incondicional.

A mis docentes por abrir mi mente a un mundo lleno de conocimiento, por su dedicación en la ardua labor de formar profesionales éticos y capaces y por todos sus consejos a lo largo de esta etapa.

A mi tutor Ing. Guillermo Flechas Fajardo por instruirme para alcanzar este objetivo. Así mismo a todos los profesionales que contribuyeron en este proceso de formación.

A la empresa URRÁ S.A. E.S.P por confiar en mis capacidades brindándome la oportunidad de crecer profesionalmente.

Finalmente agradezco a mis compañeros y amigos por estar presentes, por su colaboración en este aprendizaje constante y conseguir cada logro a mi lado.

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado 1

Jurado 2

Tunja, 12 de Marzo de 2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS	16
1.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	17
2.1. LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA	17
2.2. GENERALIDADES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA URRÁ.....	20
3. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	22
4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	24
4.1. INDUCCIÓN	24
4.2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	24
4.3. INSTRUMENTACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA	25
4.3.1. Instrumentos para la medición de presiones intersticiales	26
4.3.1.1. Piezómetros de tubo abierto.....	26
4.3.1.2. Piezómetros neumáticos	30
4.3.1.3. Piezómetros de cuerda vibrante	32
4.3.2. Instrumentos para la medición de caudales de infiltración	35
4.3.2.1. Vertederos.....	35
4.3.3. Instrumentos para la medición de presiones totales de suelo	37
4.3.3.1. Celda Neumática de presión total.....	37
4.3.4. Instrumentos para la medición de deformaciones superficiales	41
4.3.4.1. Extensómetro de Cinta.....	41

4.4. SUPERVISIÓN DE FRENTE DE TRABAJO EN LAS VÍAS	42
4.5. SISTEMA SÉPTICO INTEGRADO	46
4.5.1. Diseño	46
4.5.2. Ejecución.....	50
4.6. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES ..	52
4.6.1. Instalación eléctrica	52
4.6.2. Abastecimiento de agua	53
4.7. AUDITORIA Y CAPACITACIONES.....	57
4.7.1. Auditoria	57
4.7.2. Capacitaciones	57
5. APORTES DEL TRABAJO	59
5.1. COGNITIVOS	59
5.2. A LA COMUNIDAD	61
6. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	63
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
7.1. CONCLUSIONES	64
7.2. RECOMENDACIONES.....	64
8. GLOSARIO.....	65
9. BIBLIOGRAFÍA.....	68
10. ANEXOS.....	69
10.1. BITÁCORAS.....	69
10.2. ANEXOS.....	69
10.3. CONVENIO.....	69
10.4. CERTIFICADO LABORES REALIZADAS.....	69
10.5. AUTORIZACIÓN DE ACCESO A LA INFORMACIÓN.....	69

TABLA DE ILUSTRACIONES

<i>Imagen 1. Municipio de Tierralta, Departamento de Córdoba.</i>	17
<i>Imagen 2. Subregiones del departamento de Córdoba.</i>	18
<i>Imagen 3. Ubicación del Embalse de URRÁ, departamento de Córdoba.</i>	21
<i>Imagen 4. Empresa URRÁ S.A. E.S.P. y EMEC S.A.S.</i>	22
<i>Imagen 5. Toma de datos de Piezómetro de Tubo Abierto.</i>	27
<i>Imagen 6. Ubicación de Piezómetros de Tubo Abierto</i>	28
<i>Imagen 7. Precipitación en mm Año 2018 Piezómetro de Tubo Abierto.</i>	30
<i>Imagen 9. Piezómetro Neumático. Consola principal, avería y toma de datos</i>	32
<i>Imagen 10. Unidad Portátil de recolección de datos y Punto Terminal</i>	32
<i>Imagen 11. Ingreso por el rebosadero a PAD (Punto de Adquisición de Datos) ...</i>	33
<i>Imagen 12. Piezómetro de Cuerda Vibrante</i>	33
<i>Imagen 13. Unidad Portátil de Lectura Modelo MB-6T.</i>	34
<i>Imagen 14. Ingreso a estructura de rebosadero</i>	34
<i>Imagen 15. Cuadro de Localización de Piezómetros de Cuerda Vibrante.</i>	35
<i>Imagen 16. PAD (Punto de Adquisición de Datos).</i>	35
<i>Imagen 17. Vertedero Trapezoidal de la Presa.</i>	36
<i>Imagen 18. Toma de datos Vertedero Dique</i>	36
<i>Imagen 19. Toma de datos Vertedero Galería</i>	37
<i>Imagen 20. Ubicación Celdas de Presión Total</i>	38

<i>Imagen 21. Consola fija de lectura.....</i>	<i>41</i>
<i>Imagen 22. Extensómetro de Cinta.....</i>	<i>41</i>
<i>Imagen 23. Toma de datos de convergencia en galería</i>	<i>42</i>
<i>Imagen 24. Excavación</i>	<i>43</i>
<i>Imagen 25. Tubo ranurado</i>	<i>43</i>
<i>Imagen 26. Geotextil de recubrimiento</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 27. Material Granular</i>	<i>44</i>
<i>Imagen 28. Compactación de material.....</i>	<i>45</i>
<i>Imagen 29. Compactación y Extendida de mezcla.....</i>	<i>45</i>
<i>Imagen 30. Extendida y compactación mezcla asfáltica</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 31. Caja de inspección.....</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 32. Tanque de 2000 Litros</i>	<i>48</i>
<i>Imagen 33. Cotización del Sistema Séptico Integrado</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 34. Tanque Séptico Anterior y registro de distancia</i>	<i>51</i>
<i>Imagen 35. Excavaciones, instalación de tuberías sanitarias para sistema séptico</i>	<i>52</i>
<i>Imagen 36. Instalación eléctrica.....</i>	<i>53</i>
<i>Imagen 37. Construcción de formaleta</i>	<i>54</i>
<i>Imagen 38. Construcción placa de ampliación.....</i>	<i>54</i>
<i>Imagen 39. Estructura de captación</i>	<i>55</i>
<i>Imagen 40. Ubicación de captación en el canal</i>	<i>55</i>
<i>Imagen 41. Perforación lateral del canal y ubicación de manguera</i>	<i>56</i>

Imagen 42. Manguera conexión con tubería de abastecimiento56

Imagen 43. Elementos sanitarios y Cubrimiento de zanjas para tubería57

Imagen 44. Capacitación de trabajo en alturas avanzado.....58

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Cronograma de actividades</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 2. Medidas de Tanques Sépticos</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 3. Cálculo de criterios de diseño</i>	<i>49</i>

RESUMEN

El desarrollo de la pasantía se realizó en la hidroeléctrica URRÁ S.A. E.S.P teniendo como objetivo el monitoreo, mantenimiento y estudio de la instrumentación presente en las obras civiles de una central hidroeléctrica y la inspección e intervención de las mismas, comprobando el adecuado comportamiento de las diferentes estructuras que conforman la central como: presa, dique, rebosadero, galerías de conexión y de los dispositivos de monitoreo que permiten obtener la información necesaria para evaluar el funcionamiento y la seguridad de las obras durante su operación; Igualmente, realizando la rehabilitación de tramos viales existentes dentro del campamento de trabajadores de la central y tramos viales que comunican a la hidroeléctrica con el centro urbano de Tierralta, Córdoba, municipio en el cual se encuentra ubicada; ejecutando principalmente reparcheos y pavimentación.

Dentro de la central hidroeléctrica se llevaron a cabo obras como: diseño supervisión, inspección, y construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales para estructuras, mediante pozo séptico y filtro anaeróbico de flujo ascendente FAFA, elementos requeridos para disminuir el nivel de contaminación del agua vertida a la fuente hídrica.

Palabras clave: Instrumentación, obras civiles, hidroeléctrica, aguas residuales, pavimentación, mantenimiento, supervisión, construcción.

ABSTRACT

The development of the internship was performed at URRÁ S.A. E.S.P. having as objective the monitoring, maintenance and study of the instrumentation present in the civil works of a hydroelectric power station and the inspection and intervention of the same, verifying the proper behavior of the different structures that make up the power plant as dam, dike, overflow and connection galleries and monitoring devices that allow the necessary data collection to evaluate the performance and safety of the works during its operation.

Also carrying out the rehabilitation of existing stretches of road within the workers camp of the plant and road sections that connect the hydroelectric power station with the urban center of Tierralta, Córdoba, municipality in which it is located; executing mainly patching and paving. Within the hydroelectric power plant works were carried out such as the design and execution of a wastewater treatment system for structures located in rural area given the distant location of an urban center, using a septic tank and an upflow anaerobic filter FAFA, elements required to reduce the level of contamination of the water discharged to the water source, carrying out supervision, inspection and construction.

Keywords: Instrumentation, civil works, hydroelectric, wastewater, paving, maintenance, supervision, construction.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil es uno de los pilares sobre los que la raza humana sostiene su propia evolución y desarrollo. Desde hace miles de años esta profesión ha sido ejercida indagando sobre nuevas formas de perfeccionar el concepto que hoy conocemos como calidad de vida. Desde que el hombre emprendió la exploración del territorio que habitaba, saliendo de las cuevas, inició la búsqueda por aprovechar los recursos dispuestos para él en su espacio vital; desarrolló la capacidad de idear artefactos y mecanismos que abastecieran los requerimientos que demandaba su propia subsistencia; lo que impulsó su creatividad, talento y raciocinio. Esto hace de la ingeniería civil una composición de conocimientos: racionamiento numérico, aplicación de las ciencias naturales e inteligencia espacial.

Su amplia diversidad de campos de acción han facilitado el desarrollo de las actividades características de la vida humana desde el fin de la prehistoria, abarcando el diseño y la construcción de todo tipo de estructuras, viviendas donde se asentaron las sociedades antiguas, sistemas de captación de recursos hídricos, redes de abastecimiento de los mismos, creación de caminos que favorecieron la comunicación entre territorios dando paso al proceso de la compra y venta de bienes y servicios, esto sumado a la creación de puertos, puentes, túneles, sistemas de irrigación, máquinas para levantar objetos pesados y demás elementos que contribuyeron al progreso de la humanidad.

La calidad de vida de las personas se ha comprendido a lo largo de la historia por parámetros regidos a la satisfacción de las demandas de la sociedad, estos parámetros con el transcurso del tiempo han ido modificándose de acuerdo a las necesidades; por esta razón, la ingeniería civil debe estar en constante evolución brindándole a las personas elementos seguros y sostenibles que contribuyan al rápido avance que genera el ritmo de vida postmoderno.

A medida que transcurre el tiempo, las sociedades desarrollan nuevas necesidades, lo que genera en la ingeniería la búsqueda de medios y procedimientos que permitan satisfacer las exigencias de los seres humanos, conociendo y estudiando el entorno existente para modificarlo sin afectar sus recursos. La optimización de los recursos naturales sigue siendo parte fundamental de las actividades ingenieriles, sobre todo en un país como Colombia que ha sido declarado el segundo país con mayor biodiversidad en el mundo de acuerdo a un nuevo registro del inventario básico de diversidad de “Colombia Diversidad Biótica”, publicación institucional del Grupo de Investigación en Biodiversidad y Conservación del Instituto de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia; pero que a pesar de esto no cuenta con la infraestructura suficiente para brindar condiciones de vida óptimas a sus habitantes. En la

actualidad se necesitan proyectos que den soluciones impactando lo menos posible nuestros ecosistemas permitiendo la utilización de los recursos de una manera sostenible y sustentable.

La energía eléctrica es un servicio fundamental, necesario y vital para nuestra existencia; su distribución a lo largo de un territorio es un componente que incide en la calidad de vida de una población. Los recursos geográficos de Colombia brindan un gran potencial para la producción de energía por medio de recursos renovables; en Colombia, la generación de energía proviene en mayor porcentaje de la energía hidráulica, lo que hace de este un país menos dependiente del petróleo para suplir esta necesidad.

El Ministerio de Minas y Energía por medio del Sistema de Información Eléctrico Colombiano (SIEL) y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) indicaron en el mes de Marzo de 2018 que en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) la mayor participación es presentada por centrales hidroeléctricas con un 69,77% de la capacidad instalada total, seguido por las centrales térmicas (gas, carbón, ACPM), con un 25,57%, el restante 4,66% proviene de recursos que por cuestiones tecnológicas no han sido explotados como el viento, la radiación solar y el biogás.

La Central Hidroeléctrica URRÁ I; es la única generadora de energía que existe actualmente en el Caribe colombiano, su embalse cuenta con un área de 8038 hectáreas y un volumen útil de 1234 millones de m³; gracias a su existencia, se pudo realizar la pasantía que permitió analizar el comportamiento de las estructuras que componen una central hidroeléctrica, su operación, conocer instrumentos e intervención en las obras que se realizan en un megaproyecto de tal envergadura, el cual es de gran importancia para el desarrollo de la región y del país.

Es necesario analizar y desarrollar las actividades propias de este tipo de proyectos, teniendo en cuenta el gran impacto que genera a la población y el aporte de conocimientos a estudiantes de ingeniería civil facilitando la comprensión de las labores que un ingeniero realiza en este campo, además de generar progreso a la nación.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Apoyar en las actividades técnicas del área de obras civiles de la Gerencia Técnico Ambiental de la empresa URRÁ S.A. E.S.P., en la Central Hidroeléctrica URRÁ I.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Brindar apoyo técnico a la organización en la inspección y mantenimiento de las estructuras de la Central Hidroeléctrica como: dique, presa, rebosadero, galerías y vías.
- Efectuar la toma de datos de los sistemas de instrumentación.
- Realizar el procesamiento de información recolectada mediante toma de datos de la instrumentación presente en la Central Hidroeléctrica para evaluar el estado de las estructuras y el comportamiento del embalse.
- Prestar asistencia en las etapas de diseño y presupuesto de un tren de tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Supervisar el desarrollo de las actividades de obra realizadas dentro de la Central, incluyendo pavimentación de tramos viales, excavaciones e instalación de tuberías y elementos prefabricados que componen un sistema séptico integrado.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

2.1. LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE TIERRALTA

La pasantía se desarrolló en el municipio de Tierralta ubicado al extremo suroccidental del departamento de Córdoba, en la latitud Norte 8°10'4" y longitud Oeste 76°03'46" respecto del meridiano de Greenwich, a una altura de 51 metros sobre el nivel del mar. Hace parte de la costa caribe colombiana, su casco urbano dista 78 km de la ciudad de Montería, capital del departamento.¹

Imagen 1. Municipio de Tierralta, Departamento de Córdoba.



Fuente: <http://www.tierralta-cordoba.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx>

El municipio limita al norte con la ciudad de Montería, al noroccidente con el municipio de Valencia, al occidente y al sur con el departamento de Antioquia, por el oriente limita con el municipio de Montelíbano y por el nororiente con el municipio de Planeta Rica.²

¹ ALCALDÍA DE TIERRALTA. Disponible en sitio web.

² ALCALDÍA DE TIERRALTA. Disponible en sitio web

Según las características físicas del departamento de Córdoba, la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) tiene una subregionalización ambiental que divide al departamento en seis subregiones: Alto Sinú, Sinú medio, Bajo Sinú, Sabanas, San Jorge y Costanera. Tierralta es el municipio más importante y con mayor extensión de la denominada subregión Alto Sinú la cual está comprendida por 5696 km² de los cuales 5079 km² pertenecen a la jurisdicción del municipio, lo que hace del mismo el más extenso del departamento con un 20,3% del área total, y el segundo más extenso de la costa caribe solo superado por el municipio de Uribe en el departamento de La Guajira³.

Imagen 2. Subregiones del departamento de Córdoba.



Fuente: <http://cvs.gov.co/web/cobertura-geografica/>

³ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y DEL SAN JORGE
<http://cvs.gov.co/web/cobertura-geografica/>

Está conformado por dieciocho (18) corregimientos y doscientos treinta y cuatro (234) veredas, un resguardo Embera Katio, cuatro (4) reasentamientos y un sector de ocupación.⁴

Su división político administrativa se establece de la siguiente manera:

Cabecera Municipal: Conformada por 31 veredas y 3 reasentamientos: Carrizola, Carrizola Abajo, El Toro, Los Pollos, Puertas Negras (Nuevo Tay), Tuis Tuis, Tuis Tuis Arriba, Caña Fina, San Clemente, Oscurana, Alto Tay, Tay Medio, Parcelas de Venezuela, Guarumal, Quebrada Honda, Lorenzo Abajo, Lorenzo Arriba, El Loro, Bellavista, Campo Alegre, El Banquito, La Reforma, Las Balsas, Los Manantiales, Quebrada de Tay, Villa Luz, Villa Madeira, Buenos Aires, Parcelas del Tesoro, Campo Alegre, Campamento, Platanera, Frasquillo. Reasentamiento Las Delicias, Reasentamiento El Rosario.

PALMIRA: Conformado por 17 veredas: Canutillal, Revuelto, Las Pailas, Las Pailitas, Los Placeres, El Saltillo, San Rafael, Nueva Esperanza, Alcancia, El Cairo, Leticia, Aguas Dulces, Cumbia, Altos Juy, Quebrada Bonita, El Mochon, La Chica.

CRUCITO: Conformado por 31 veredas: Jamaica, La Mina, Alto Colon, Colon Medio, Las Nubes, Los Olivos, Nueva Esperanza, Mata de Guineo, Macedonia, Higueral, Bocas de Crucito, Puerto Limón, La Caimanera, Gaspá, Kilómetro 40, Mutata, Morindo, El Higueral, Cruz Grande Medio, Cruz Grande Arriba, Si Dios Quiere, Crucito, Claras Central, El Gallo, La Gloria 1, Urra km 40, Boca de Nain, La Zumbona, Las Claras Occidental, El Limón, Sector Carretera.

ÁGUILA BATATA: Conformado por 18 veredas: Osorio, El Águila, Pichingue Medio, El Barrial, La Sierpe, El Congo, Murmullo Alto, Alto Joaquín, Joaquín Bajo, El Tesoro, Murmullo Medio, Barbasco, Pichingue Abajo, Pichingue Arriba, La Resbalosa, Quebrada Linda, El Loro, Puerto Rico.

FRASQUILLO NUEVO: Conformado por 16 veredas

Chibogado, Alto Chibogado, Diamante, Angostura, Represa Urrá, Reasentamiento Campo Bello, Urrá Km 12, El Loro, Frasquillo, Alto Guarumal, La Angostura, La Oscurana, Paraiso, Saltillo del Loro, San Clemente, Santa Ana.

NUEVA GRANADA: Conformado por 7 veredas: La Escora, Leticia, El Cairo, Ciénaga Juan Leon, Juan Leon Arriba, Flores Central, Nueva Granada.

VOLADOR: Conformado por 1 vereda y 3 caseríos: Costa de Oro, Caserío Los Limones, Caserío La Ilusión, Caserío Nueva Esperanza.

⁴ ALCALDÍA DE TIERRALTA. PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2016-2019. Disponible en sitio web.

LOS MORALES: Conformado por 10 veredas: García, Gramalote, Arapios, La Apartada, Barú, Nueva Esperanza, El Puerto, Madre Vieja, Marsella, El Poblado.

LA OSA: Conformado por 7 veredas: Quimari Medio, Quebrada de Tucura, Alto Quimari, Queda Linda, Jerusalen, La Ossa, Claras Occidental.

SANTA FE DE RALITO: Conformado por 10 veredas: Corinto, Galones, Nuevo Paraiso, Quebrada Acosta, Aguaditas, Los Patos Arriba, La Granja, El Coquito, Charuas, Casa de Tabla.

SANTA MARTA: Conformado por 11 veredas: Atencio, Agua Dulce, Flores Central, Pueblo Cedro, Brasil, Quebrada Atencio, Flores Arriba, Flores Medio, Cumbia, Santa Marta, La Escora.

MANTAGORDAL: Conformado por 5 veredas: El Proyecto, Todos Pensamos, El Balsamo, Betania, Mantagordal.

SAN FELIPE CADILLO: Conformado por 9 veredas: Ratón Alto, Ratón Medio, Ratón Abajo, Alto Viento, Querada Arena, Charuas Arriba, Charuas Abajo, Pecho Cande, Eden, Tiberia, San Felipe de Cadillo 2 Etapa.

SEVERINERA: Conformado por 2 veredas: El Bálsamo, Las Pulgas.

BONITO VIENTO: Conformado por 9 veredas: Los Patos, Juan Leon Central, Carrizola, Santa Rita, Campamento, Cucuta, Bonito Viento, Juan Leon, El Torito.

VILLA PROVIDENCIA: Conformado por 19 veredas: Las Lomas, Quimarí Medio, El Ceibal, La Platanera, Nuevo Oriente, Nueva Unión, Las Colinas, El Toro, Caña Fina, La Arenosa, La Trampa, Morrococoy, Puerto Pacheco, La Botella, Santa Anita, Villa Providencia, Nuevo Ceibal, Las Colinas, Mazamorra.

CARAMELO: Conformado por 15 veredas: El Jobo, La Trinchera, Cerro de Las Mujeres, Carrizola, Los Volcanes, El Levante, Pueblo Balsa, El Bicho, Perro Quemao, Los Martinez, Viviano, Viviano Arriba, La Unión, Campamento Proyecto, La Valentina.

CALLEJAS: Conformado por 17 veredas: Boni Arriba, Boni Medio, Camellon Callejas, Camellon, Carrizola, Carrizola Abajo, El Jobo, El Perro, Israel, Jerusalén, Jobito, La Guajirita, Patagonia, Pueblo Nuevo, Pueblo Nuevo Abajo, Quebrada del Medio, Santa Fe del Piru.

2.2. GENERALIDADES DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA URRÁ

La central hidroeléctrica URRÁ I, está localizada en el noroccidente de Colombia, sobre el río Sinú, 30 km al sur del municipio de Tierralta y a 110 km de Montería, la

capital del departamento de Córdoba. Su embalse con rebose sobre la cota 130,5 m tiene capacidad de almacenar un volumen útil de 1.463,66 millones de metros cúbicos. Con una capacidad instalada de 340 MW distribuidos en cuatro (4) unidades con turbinas Francis de 85 MW cada una, con energía firme de 930 GWh anuales y energía media de 1.421 GWh anuales, es una de las centrales con mayor índice de disponibilidad que posee el Sistema Interconectado Colombiano.⁵

La principal fuente de abastecimiento del embalse es el río Sinú y sus afluentes (ríos Manso, Tigre, Verde y Esmeralda) que nacen en el Parque Nacional Natural Paramillo, cubierto en su mayor parte por bosque húmedo tropical. El río recorre 350 kilómetros desde el nacimiento hasta su desembocadura en el mar Caribe.⁶ El Parque Nacional Natural Paramillo comprende aproximadamente 4600km² de los cuales se estima que 3250km² se encuentran ubicados en el municipio de Tierralta⁷.

De acuerdo con la información cartográfica oficial IGAC, los municipios de Tierralta (58,86%), Ituango (20,38%), Puerto Libertador (9,46%) y Montelibano (5,33%), son los que presentan mayor extensión y jurisdicción en el área protegida. El porcentaje del área protegida en jurisdicción del resto de municipios es igual o menor del 2%. En cuanto al porcentaje del municipio bajo figura de Parque Nacional hay que indicar que Tierralta (63,66% del municipio) e Ituango (47,83%) son los que presentan mayor proporción.⁸

Imagen 3. Ubicación del Embalse de URRÁ, departamento de Córdoba.



Fuente: Google Maps.

⁵ EMEC S.A.S. <https://emec.com.co/operacion-y-mantenimiento-de-plantas-hidroelectricas/>

⁶ URRÁ S.A. E.S.P. urra.com.co/site/localización/

⁷ ALCALDÍA DE TIERRALTA. PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2016-2019. Disponible en sitio web.

⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE. PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Biodiversidad Asociada a los Sectores Manso y Tigre del Parque Nacional Natural Paramillo. p27.

3. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

La Central Hidroeléctrica URRÁ I, pertenece a la empresa URRÁ S.A. E.S.P., es una empresa de servicio público mixta del orden nacional, constituida como sociedad anónima de carácter comercial, sometida al régimen jurídico establecido en las leyes 142 y 143 de 1994, con domicilio principal en la ciudad de Montería. La empresa genera y comercializa en todo el país la energía que produce la Central Hidroeléctrica URRÁ I, localizada al sur del municipio de Tierralta.

El 15 de febrero del año 2000 la Central Hidroeléctrica entró en operación comercial, subcontratando el proceso de generación con un operador externo el cual fue escogido por medio de una licitación internacional adjudicándole la administración, operación y mantenimiento (AOM) de la Central Hidroeléctrica. La empresa elegida fue Power Machines, empresa rusa dedicada al diseño fabricación y suministro de equipamientos completos para centrales térmicas, nucleares e hidráulicas; esta organización fundó una sociedad comercial denominada EMEC S.A.S. la cual se encargaría de la AOM de la Central Hidroeléctrica.

Desde el 6 de Diciembre de 2000 fue contratada la unión temporal conformada por las firmas CHE VOLZHSKAYA y EMEC LTDA para realizar la AOM de la Central Hidroeléctrica Urra I por un período de 5 años. En el año 2006 EMEC LTDA firma contrato para realizar las anteriores labores por un período de 5 años más. Posteriormente EMEC LTDA, hoy EMEC S.A.S., renueva el contrato anterior y hasta la fecha viene ejecutando la AOM de la Central Hidroeléctrica Urra I de manera exitosa⁹.

Paralelamente EMEC S.A.S. también viene ejecutando la Administración y Operación de respaldo de la Subestación Urrá 230 kV de propiedad de ISA – INTERCOLOMBIA desde su entrada en operación.

Imagen 4. Empresa URRÁ S.A. E.S.P. y EMEC S.A.S.



Fuente: <http://urra.com.co/site/>

⁹ URRÁ S.A. E.S.P. urra.com.co/site

- MISIÓN

En URRÁ S.A. generamos y comercializamos energía eléctrica, aportando firmeza y confiabilidad al sistema interconectado nacional. Desarrollamos nuestra gestión hacia los grupos de interés con lealtad, responsabilidad social empresarial, sostenibilidad y efectividad, utilizando herramientas tecnológicas modernas.

- VISIÓN

En el 2022, URRÁ S.A. E.S.P., será una empresa referente de la región caribe, reconocida en el sector eléctrico colombiano por generar valor con responsabilidad social empresarial, mediante la leal y efectiva gestión de su recurso humano, la diversificación de sus servicios y la gestión de proyectos sostenibles.

4. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

4.1. INDUCCIÓN

Para comenzar la práctica profesional el pasante fue remitido al departamento de recursos humanos donde se dio a conocer el grupo de trabajo y los aspectos relevantes de la organización como: Conocimiento de aspectos organizacionales, organigrama de la empresa, su misión, visión, política integral y objetivos; aspectos administrativos, parámetros establecidos de salud y seguridad en el trabajo, sistema de gestión integrado (SGI).

Se hizo entrega de la dotación inicial de trabajo y se efectuó la explicación sobre el uso de los elementos de seguridad. Posteriormente se socializaron los temas manejo de desechos y riesgos biológicos y no biológicos.

A su vez se hizo el reconocimiento visual de las principales partes de la central como presa, dique, rebosadero, puente, casa de máquinas, subestaciones, galerías, vertederos, estaciones de control topográfico, almacén, talleres de mantenimiento, edificio de control y edificio administrativo.

El ingeniero Juan Acevedo, jefe de Área de Control de Operaciones asignó al pasante en el área de obras civiles y lo remitió con el ingeniero Miguel Sánchez quien determinó sus funciones como nuevo trabajador, dentro de las cuales están:

- Medición y recolección de datos de la instrumentación existente en las estructuras de la Central Hidroeléctrica, incluyendo presiones intersticiales, caudales de infiltración, presiones totales de suelo, deformaciones superficiales, deformaciones internas en suelo y roca, deformaciones internas en estructuras de concreto, temperaturas, vibraciones.
- Supervisión de las obras que se realicen dentro de la Central, el campamento de trabajadores y la vía que comunica a ambos.
- Bitácora de actividades.
- Soportes de diseño y presupuesto de sistema séptico integrado.
- Inspección del estado de galerías y túneles de carga.

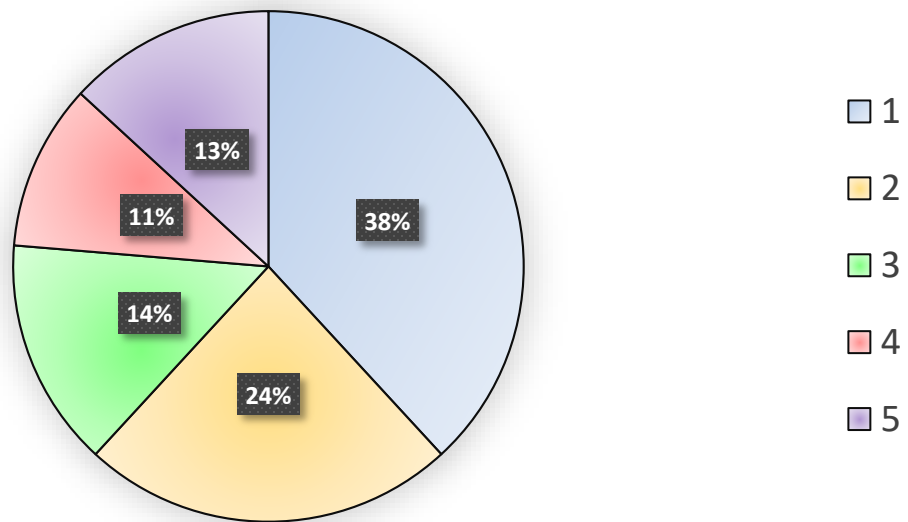
4.2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En la tabla 1 se ilustra el cronograma de las actividades realizadas durante las catorce semanas de pasantía.

Tabla 1. Cronograma de actividades

SEMANA	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4								
DIA	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
FECHA	13/08/2018 - 18/08/2018					21/08/2018 - 25/08/2018					27/08/2018 - 01/09/2018					03/09/2018 - 08/09/2018								
ACTIVIDADES	[Color-coded bars]					[Color-coded bars]					[Color-coded bars]					[Color-coded bars]								
SEMANA	SEMANA 5					SEMANA 6					SEMANA 7					SEMANA 8								
DIA	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
FECHA	10/09/2018 - 15/09/2018					17/09/2018 - 22/09/2018					24/09/2018 - 29/09/2018					01/10/2018 - 06/10/2018								
ACTIVIDADES	[Color-coded bars]					[Color-coded bars]					[Color-coded bars]					[Color-coded bars]								
SEMANA	SEMANA 9					SEMANA 10					SEMANA 11					SEMANA 12								
DIA	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
FECHA	08/10/2018 - 12/10/2018					16/10/2018 - 20/10/2018					22/10/2018 - 27/10/2018					29/10/2018 - 03/11/2018								
ACTIVIDADES	[Color-coded bars]					[Color-coded bars]					[Color-coded bars]					[Color-coded bars]								
SEMANA	SEMANA 13					SEMANA 14																		
DIA	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S												
FECHA	06/11/2018 - 10/11/2018					13/11/2018 - 15/11/2018																		
ACTIVIDADES	[Color-coded bars]					[Color-coded bars]																		

1	Instrumentación	[Color-coded bar]
2	Sistema Séptico	[Color-coded bar]
3	Abastecimiento de agua y energía	[Color-coded bar]
4	Vías	[Color-coded bar]
5	Capacitaciones técnicas, actividades administrativas	[Color-coded bar]



Fuente: Propia

4.3. INSTRUMENTACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

La recopilación y el análisis de los valores y datos de la instrumentación presente en las estructuras de la Central Hidroeléctrica son fundamentales para la adecuada operación de todo el proyecto ya que se pueden detectar comportamientos inusuales tanto del embalse como de las estructuras, comportamientos que pueden

representar una amenaza para la seguridad pública, la economía de la región y los intereses de la Central.

La instrumentación de obras no solo reconoce la aparición de posibles fallas sino que, además, permite una mejor comprensión de los mecanismos de respuesta de las estructuras a las diversas sollicitaciones a las que ellas están expuestas, llevando a la construcción de obras mejor diseñadas y más seguras.

4.3.1. Instrumentos para la medición de presiones intersticiales

El formato de tabulación de datos puede visualizarse en los anexos. (Ver anexo A).

4.3.1.1. Piezómetros de tubo abierto

Los piezómetros de tubo abierto, están compuestos por un tubo de PVC de 1,5 pulgadas (38,1mm) de diámetro, que en sus dos últimos metros se encuentra ranurado siguiendo una espiral cada 5cm. Las ranuras se protegen con una funda de geotextil filtrante para evitar el taponamiento por el arrastre de finos; en el extremo inferior del tubo se instala un tapón y en el superior una cubierta de protección compuesta por un bloque de concreto de 0,6m de alto y lados de 0,3m; un tubo galvanizado de 2 pulgadas de diámetro y 1m de longitud con su extremo superior roscado para recibir un tapón ranurado con un orificio de 9,5mm de diámetro creando así un sistema de ventilación que permita la fluctuación de los niveles piezométricos; el conjunto anteriormente descrito pretende evitar que el agua de escorrentía ingrese en el tubo y que el piezómetro sea víctima de vandalismo, aunque algunos piezómetros ya han sido averiados por la introducción de rocas en su interior¹⁰.

En el espacio entre el tubo y las paredes de la perforación se encuentran tres tipos de materiales, grava fina, con tamaño máximo de 0,5 pulgadas en la zona ranurada del tubo con longitud de 3,0 m; bentonita como sello, de 3,0m de longitud y mortero para la longitud restante. La longitud total es de 7,60m.

El nivel de agua es medido con un indicador eléctrico portátil, modelo CPR-6 fabricado por Roctest Ltd, que se caracteriza por ser una unidad compacta alimentada por una batería y conformada por un carrete para el cable un panel de control, cable graduado en unidades métricas y una sonda.

Se utilizan para medir las elevaciones promedio de los niveles de agua en estratos determinados, para lo cual requiere el sello del elemento filtrante en un intervalo determinado para que el instrumento responda solo a las presiones de agua alrededor del elemento del filtro y no a las presiones de agua de otras elevaciones.

¹⁰ URRÁ S.A. E.S.P. Manual de instrumentación Pág. 33.

El nivel de agua es medido con un indicador eléctrico que consiste en un cable con dos conductores con un peso (sonda) en su extremo inferior en forma de cilindro en acero inoxidable. Este peso es dividido eléctricamente en dos partes, por medio de un aislador plástico colocado entre ellos, conectando a cada parte de un conductor. El extremo superior del cable se conecta a una batería y a un dispositivo para emitir señales luminosas y sonoras. Una vez la superficie del agua se estabiliza en el piezómetro se determina la elevación piezométrica al introducir la sonda en el tubo, la cual al encontrarse con la superficie del agua cierra el circuito eléctrico activándose el dispositivo de señales luminosas y sonoras en superficie.

Una de las mayores limitaciones de estos instrumentos es su lenta respuesta a los cambios de la cabeza piezométrica, debido a que se requiere de un volumen significativo de agua que debe salir o entrar del suelo o el macizo rocoso circundante para poder registrar un cambio significativo de cabeza.

Las lecturas se obtienen en metros. La elevación del nivel piezométrico se determina al restar la elevación de la tapa del piezómetro y la profundidad del agua en este. Como ingeniero encargado de la instrumentación son entregados los datos a mi persona para su procesamiento, revisión y toma de decisiones cuando el comportamiento es anómalo.

Imagen 5. Toma de datos de Piezómetro de Tubo Abierto.



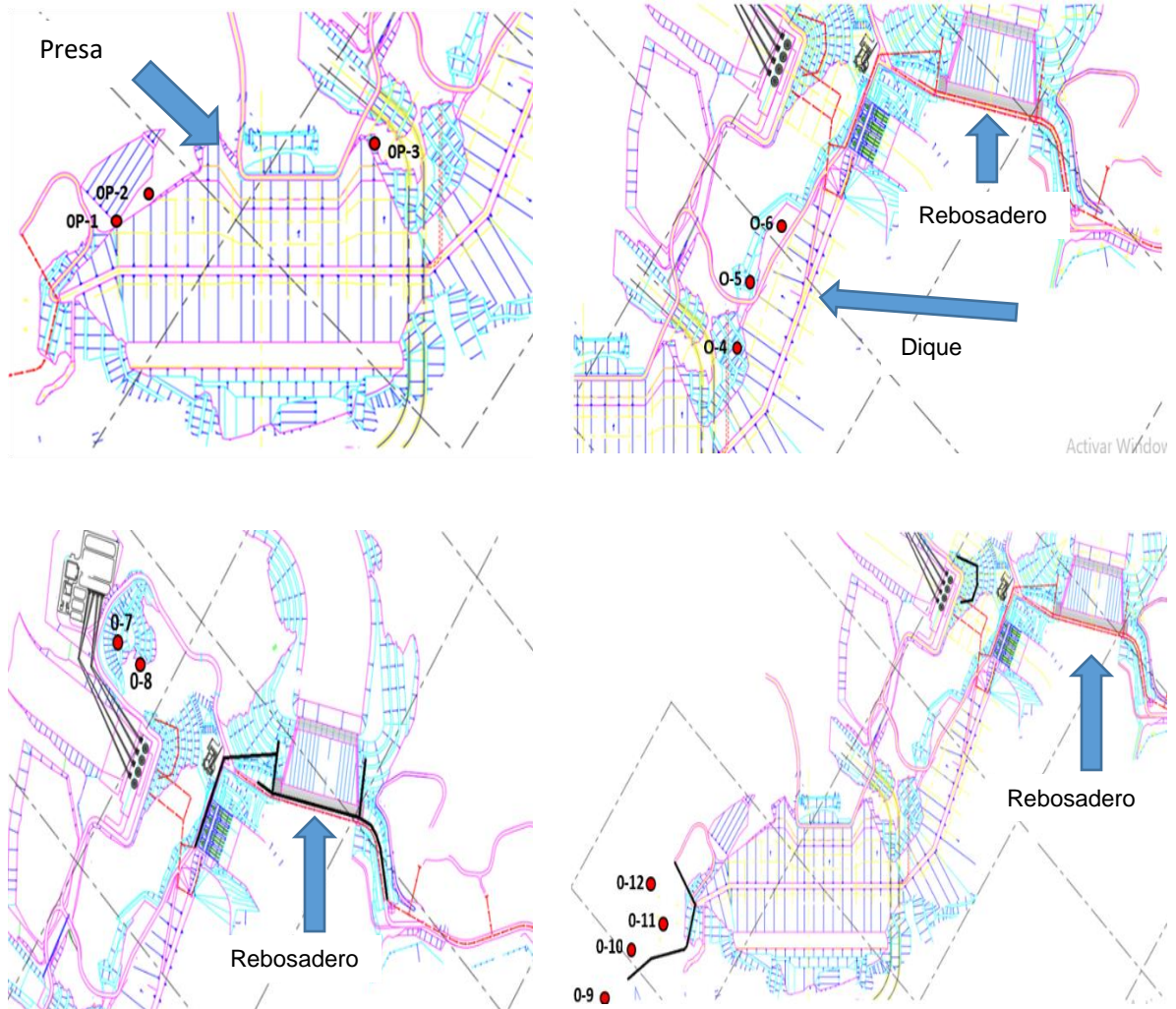
Fuente: Propia

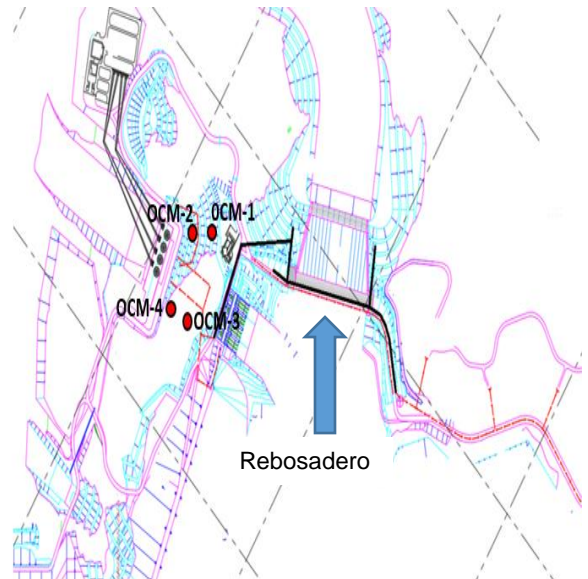
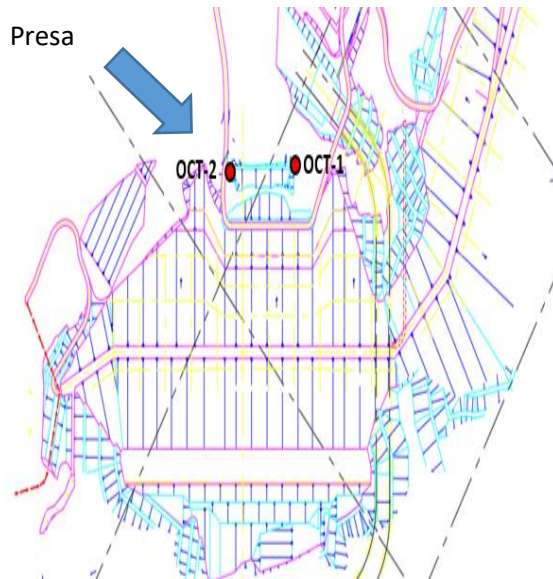
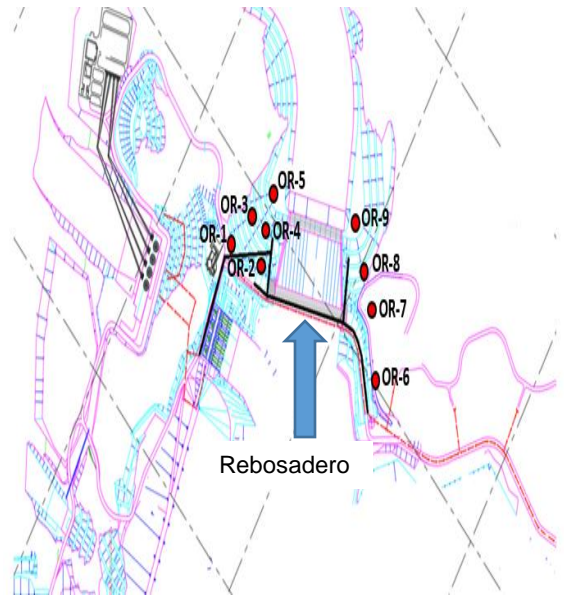
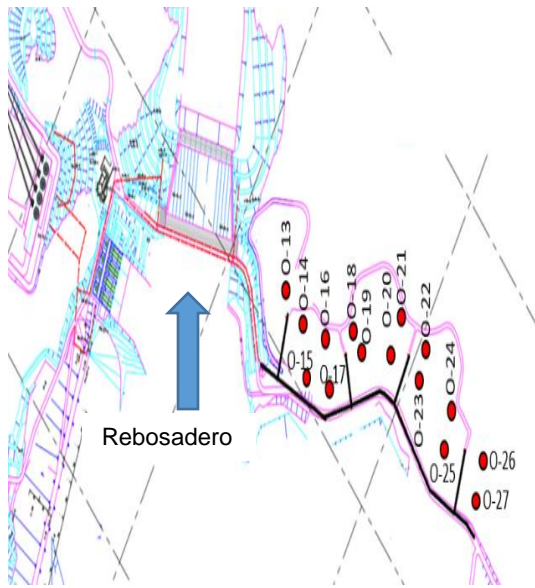
En total se encuentran instalados cuarenta y dos (42) piezómetros de tubo abierto en la central hidroeléctrica en las siguientes ubicaciones:

- Tres en la Presa Principal. (OP-1, OP-2, OP-3)
- Tres en el Dique Auxiliar (O-4, O-5, O-6)
- Dos en la denominada Zona Inestable (Vía hacia la casa de máquinas) (O-7, O-8)

- Cuatro en la Divisoria Izquierda (O-9, O-10, O-11, O-12)
- Quince en la Divisoria Derecha (O-13 al O-27)
- Nueve en las márgenes derecha e izquierda del Rebosadero (OR-1 al OR-9)
- Dos en la Contra Ataguía (OCT-1, OCT-2)
- Cuatro en el talud posterior a la Casa de Máquinas (OCM-1, OCM-2, OCM-3, OCM-4)

Imagen 6. Ubicación de Piezómetros de Tubo Abierto

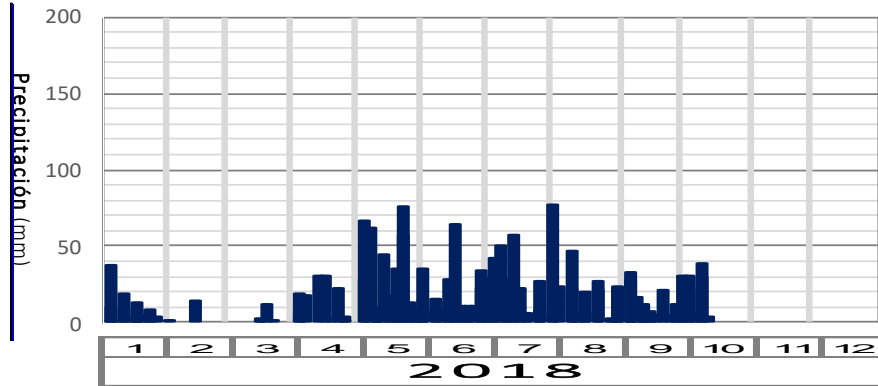




Fuente: Base de datos URRÁ S.A. E.S.P.

Las lecturas son tomadas con una periodicidad quincenal. La imagen 7 evidencia la información del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales que asegura que la mayor precipitación en la región Caribe se percibe en el segundo tercio del año, es decir del quinto al octavo mes, esto es de Mayo hasta Agosto.

Imagen 7. Precipitación en mm Año 2018 Piezómetro de Tubo Abierto.



Fuente: Propia

4.3.1.2. Piezómetros neumáticos

Los piezómetros neumáticos están ubicados en dos estructuras de vital importancia en la Central Hidroeléctrica las cuales son Presa Principal y Dique Auxiliar. En ambas estructuras se instalaron piezómetros neumáticos para medir las presiones tanto en el núcleo como en las fundaciones con el fin de verificar el estado de las estructuras y prevenir posibles fallas por presión del agua del embalse; en la presa están instalados ocho (8) piezómetros de fundación, cuatro (4) aguas arriba (PF-1, 2, 5 y 6) y cuatro (4) aguas abajo (PF-3, 4, 7 y 8); dieciocho (18) piezómetros para núcleo, mientras que en el dique auxiliar están instalados catorce (14) piezómetros de fundación, cuatro (4) aguas arriba (PF-9, 10, 13 y 14) y cuatro (4) aguas abajo (PF-11, 12, 15 y 16) en dos niveles diferentes (70 y 55 m.s.n.m) en la sección de máxima altura; dos (2) bajo los espaldones de aguas abajo (PF-17 y 18) y cuatro (4) en una sección intermedia (K0+120) con un esquema similar al de la sección máxima, dos (2) aguas arriba (PF-19 y 21) y dos aguas abajo (PF-20 y 22) y nueve (9) piezómetros para núcleo. En este tipo de estructuras la estabilidad y la permeabilidad son funciones completamente separadas; la estabilidad la aportan los espaldones en gravas, mientras la impermeabilidad es creada por el núcleo central de gravas arcillosas. Los drenes y los filtros instalados entre el núcleo, los espaldones y la fundación generan las transiciones necesarias en granulometría para un buen drenaje y prevenir el fenómeno de erosión interna. El rango de medida del instrumento se encuentra entre 0 y 2000KPa.

El sistema del piezómetro está compuesto por la punta del piezómetro, la tubería de conexión y los accesorios para su conexión, tales como uniones de bronce para las tuberías, conexiones en bronce para acoplar las tuberías a las unidades de lectura, unidades de lectura fija y unidades de lectura portátiles.

El principio de funcionamiento de los piezómetros neumáticos FPC-2 consiste en que sobre la cara extrema del diafragma flexible del transductor actúa una presión. Por la tubería de conexión del piezómetro en la línea de entrada se inicia el flujo de nitrógeno, regulado por la válvula de control de flujo de gas de la unidad de lectura, con presión creciente bajo un flujo constante muy pequeño, que causa de igual forma la variación del valor leído en el manómetro digital. Cuando la presión del gas excede la externa, el diafragma se deflecta, permitiendo el paso del gas a través del tubo de salida directamente a la atmosfera, de tal forma que la máxima presión que se registra en el manómetro es la presión externa actualmente sobre el diafragma¹¹.

Para la recolección de datos fue necesario trasladar un cilindro que contenía nitrógeno en estado gaseoso hasta la caseta terminal ubicada en la cresta de la presa donde se encuentra la consola fija de lectura. Una vez allí se procedió a realizar la conexión del nitrógeno a la consola para empezar a generar las presiones en los piezómetros. No es posible referenciar en un mapa la ubicación exacta de los piezómetros neumáticos debido a que a la fecha los esquemas de referenciación están siendo modificados y actualizados por URRÁ S.A. E.S.P.

Imagen 8. Consola fija de lectura y cilindro de nitrógeno.



Fuente: Propia

La consola principal presentaba una avería en el sistema de retorno ya que no señalaba ningún valor por lo que fue necesario implementar una solución rústica introduciendo la manguera por la cual el aire retorna a la superficie en un tarro que contenía agua y de esta forma evidenciar que el procedimiento estaba siendo realizado correctamente; de igual forma se informó al ingeniero jefe de obras civiles de la situación para que tomara las medidas correspondientes y se reparara esta parte del sistema.

¹¹ *Ibíd.* 36.

Imagen 9. Piezómetro Neumático. Consola principal, avería y toma de datos



Fuente: Propia

La recolección de datos de los piezómetros P1, 2, 3 y 4 se realiza con una unidad portátil en un punto terminal.

Imagen 10. Unidad Portátil de recolección de datos y Punto Terminal



Fuente: Propia

4.3.1.3. Piezómetros de cuerda vibrante

El control de las presiones intersticiales en las fundaciones de los muros de gravedad en concreto, se realiza por medio de cincuenta y tres (53) piezómetros de cuerda vibrante, localizados en la gola del rebosadero, en el bloque 1 del muro de cerramiento derecho, en el bloque 3 del muro de cerramiento izquierdo y en el bloque 3 del muro de conexión con el dique auxiliar.

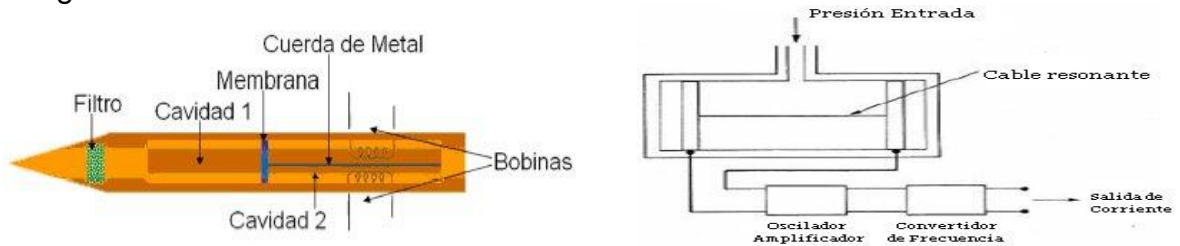
Imagen 11. Ingreso por el rebosadero a PAD (Punto de Adquisición de Datos)



Fuente: Propia

El piezómetro de cuerda vibrante consiste de una cubierta cilíndrica de 19 mm de diámetro externo y 15 cm de longitud la cual contiene un transductor de presión con un intervalo de medida entre 0 y 1700 KPa. El piezómetro utiliza un sensor de presión en forma de diafragma de cuerda vibrante. El sensor esta hecho de dos partes cilíndricas unidas por una tubería de acero; el diafragma se suelda al frente del cilindro; todas las partes del sensor, a excepción de la cuerda son fabricadas con acero inoxidable de alto grado, seleccionado por su alta resistencia a la corrosión y baja fluencia. La cuerda de acero de alta resistencia se fija al centro del diafragma. El elemento sensible del piezómetro es la cuerda unida al diafragma, excitada por dos bobinas-imanos colocados alrededor del tubo de conexión. La presión sobre el diafragma cambia la tensión en la cuerda, esta tensión es directamente proporcional a la frecuencia natural o resonante de la cuerda¹².

Imagen 12. Piezómetro de Cuerda Vibrante



Fuente: <http://cuerdavibrante.blogspot.com/>

La unidad portátil de lectura es el modelo MB-6T fabricado por Roctest Ltd. La unidad genera un barrido de frecuencia que provoca la vibración de la cuerda. Una

¹² Ibíd. 40

vez la cuerda es excitada, la unidad amplifica la señal creada por la cuerda vibrante en proximidad a la bobina y mide el periodo de vibración.

La unidad entrega dos tipos de lecturas: Normal, donde el periodo de vibración de la cuerda se presenta en la pantalla directamente en μ segundos ($1\mu=10^6$ segundos) y linear, donde el periodo de vibración se emplea en una función de linearización para calcular la lectura lineal. El aparato presenta en pantalla en forma simultánea los valores normales (N) y lineales (L) así como la temperatura en $^{\circ}\text{C}$ y $^{\circ}\text{F}$.

Para el ingreso a la estructura de rebosadero es necesario contar con el curso de alturas avanzado el cual fue realizado en el transcurso de las primeras semanas de la pasantía

Imagen 13. Unidad Portátil de Lectura Modelo MB-6T



Fuente: Propia

Imagen 14. Ingreso a estructura de rebosadero



Fuente: Propia

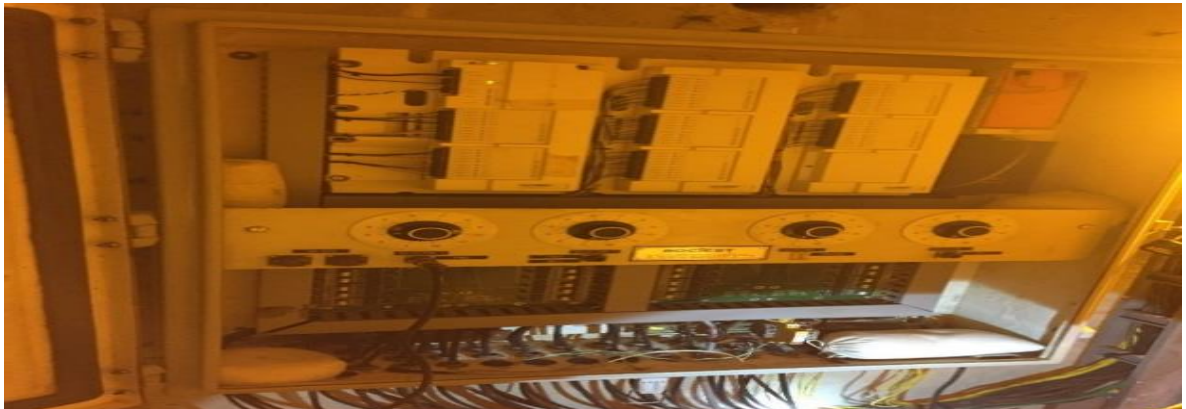
Imagen 15. Cuadro de Localización de Piezómetros de Cuerda Vibrante

**PIEZOMETROS DE CUERDA VIBRANTE
CUADRO DE LOCALIZACION**

INST.	No. SERIE	ABSCISA	SECCION	COTA m.s.n.m
PWS-2	PWS-100B/961165	K0+017.98	-068.28	103.00
PWS-3	PWS-100B/961152	-K0+002.41	-067.90	98.90
PWS-6	PWS-100B/961169	K0+017.98	-068.28	94.50
PWS-8	PWS-100B/961151	-K0+002.41	-068.90	90.23
PWS-10	PWS-100B/961185	K0+017.98	-068.28	84.48
PWS-11	PWS-100B/960895	-K0+002.41	-067.90	79.53

Fuente: Propia

Imagen 16. PAD (Punto de Adquisición de Datos)



Fuente: Propia

4.3.2. Instrumentos para la medición de caudales de infiltración

El formato de tabulación de datos puede visualizarse en los anexos. (Ver anexo B).

4.3.2.1. Vertederos

Los vertederos de la central hidroeléctrica se encuentran presentes en las estructuras que podrían verse más afectadas por este proceso como lo son la presa, el dique y las galerías. Son del tipo triangular con ángulo central de 90°, instalados en canales trapezoidales o rectangulares, consistentes en una lámina de acero galvanizado de 13mm de espesor con un corte central en "V". La lámina se encuentra embebida en las paredes de los canales.

Imagen 17. Vertedero Trapezoidal de la Presa



Fuente: Propia

El caudal de agua sobre la cresta del vertedero se determina por medio de la altura de la lámina de agua que pasa sobre ella, para efectuar las mediciones de este parámetro se utiliza una mira metálica, graduada al centímetro y protegida con pintura anticorrosiva con el cero al mismo nivel del vértice inferior del vertedero, distante de tres a cuatro veces la cabeza máxima en dirección de aguas arriba. En el caso de los canales rectangulares la mira se fijó a las paredes de estos por medio de pernos y en los trapezoidales se adoso de igual forma al muro de concreto que cierra el paso del agua para su fácil acceso y lectura.

Imagen 18. Toma de datos Vertedero Dique



Fuente: Propia

Para la toma de datos solo se debe leer en la mira el valor de la altura de la lámina de agua H . Con el valor obtenido de la altura de la lámina de agua H , se procede a calcular el caudal del agua por medio de la siguiente ecuación:

$$Q = 1.4H^{2.5} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Imagen 19. Toma de datos Vertedero Galería



Fuente: Propia

Se debe tener en cuenta la colmatación de la estructura con arena y limo y la degradación de las paredes del canal las cuales pueden provocar errores en la medición de los caudales por lo que se hace necesaria una limpieza mecánica periódica.

4.3.3. Instrumentos para la medición de presiones totales de suelo

El formato de tabulación de datos puede visualizarse en los anexos. (Ver anexo C).

4.3.3.1. Celda Neumática de presión total

Son celdas hidráulicas de alta rigidez del modelo TPC-0 marca Roctest. Sobre las caras externas activas de la celda actúa la presión total que ejerce el suelo circundante generando la reacción del aceite en el interior de la celda que a su vez empuja el diafragma del transductor de presión instalado en un cilindro por fuera de la celda. Por la línea de entrada de la tubería de conexión de la unidad de lectura a la celda se inicia el flujo de nitrógeno regulado por una válvula de control permitiendo esta el paso de un flujo constante muy pequeño con presión creciente, que causa de igual forma la variación del valor leído en el manómetro digital. Cuando la presión de gas en la tubería excede la externa, el diafragma del transductor se deflecta, permitiendo el paso del gas a través del tubo de salida directamente a la atmosfera, de tal forma que la máxima presión que se registra en el manómetro es la presión externa actuante sobre el diafragma¹³.

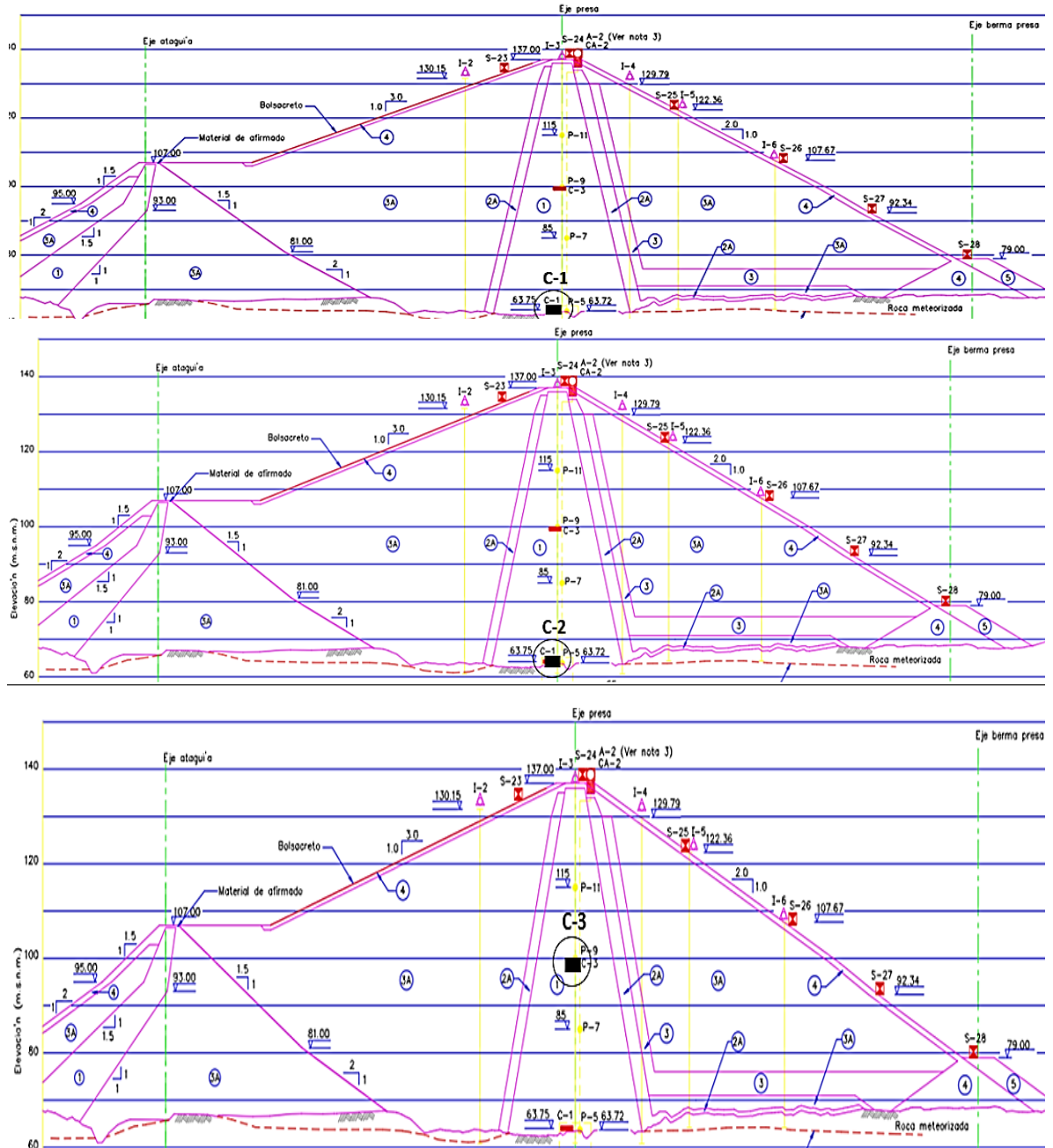
El procedimiento de lectura de las celdas de presión es el mismo que se emplea para los piezómetros neumáticos descrito con anterioridad en la sección 7.3.1.2.

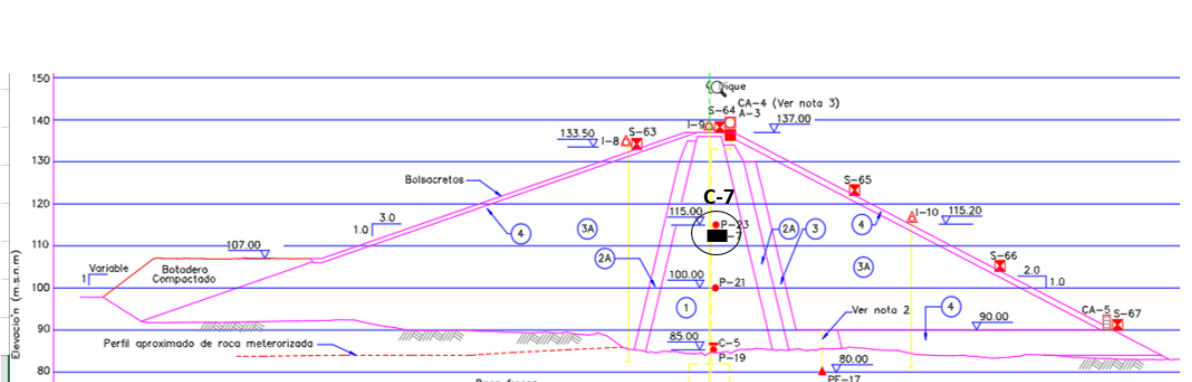
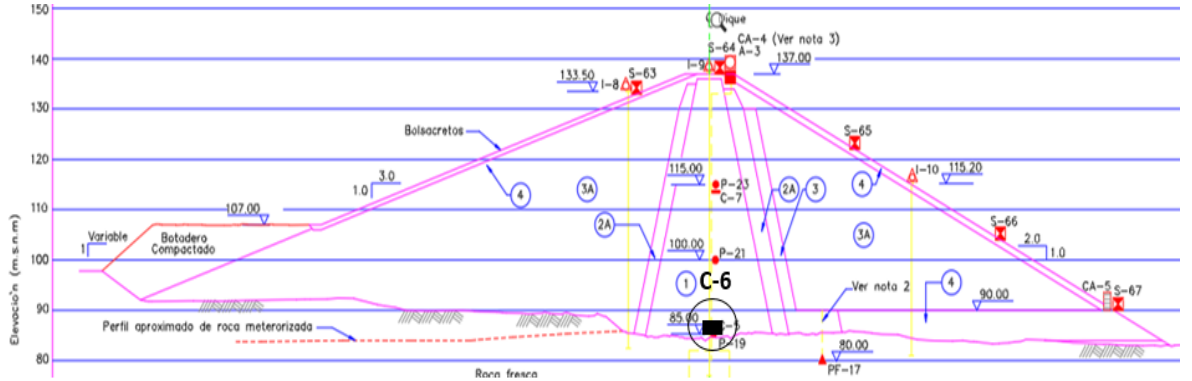
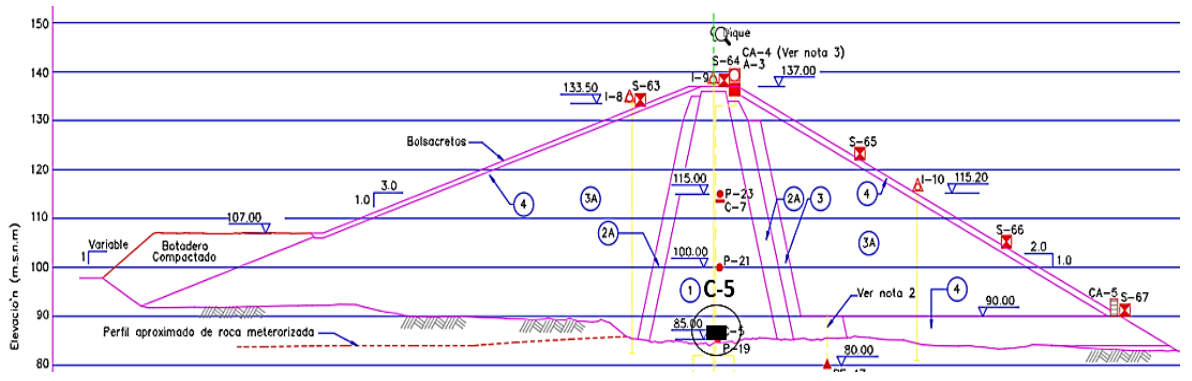
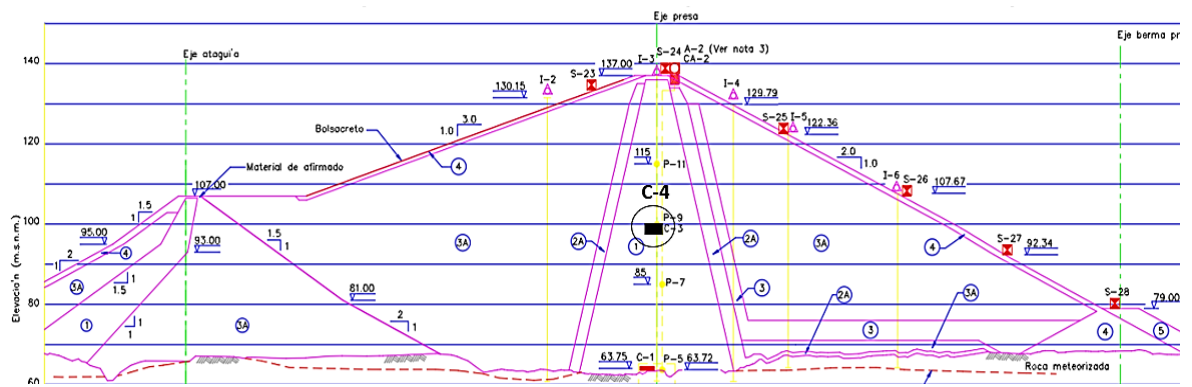
En la central se encuentran actualmente diez (10) celdas de presión total divididas de la siguiente forma:

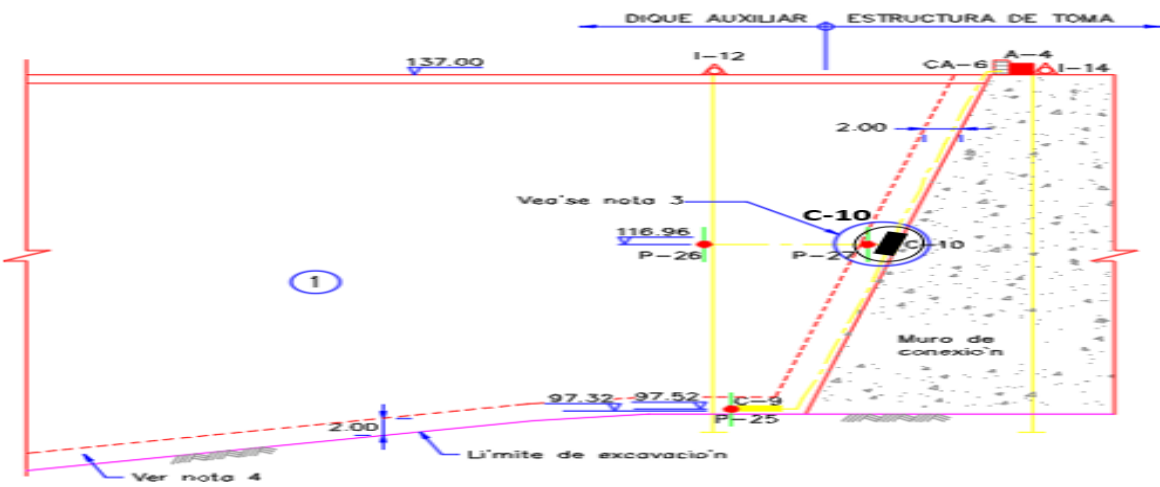
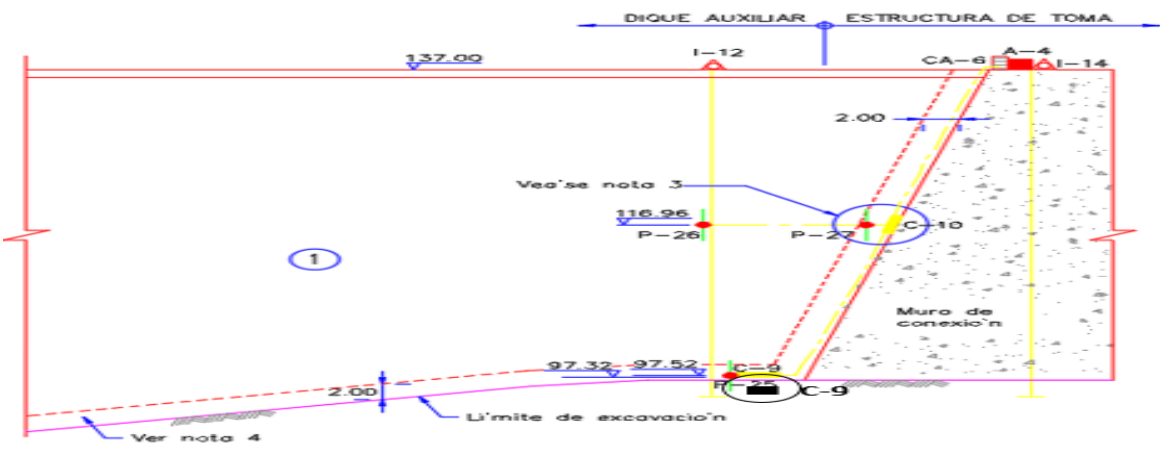
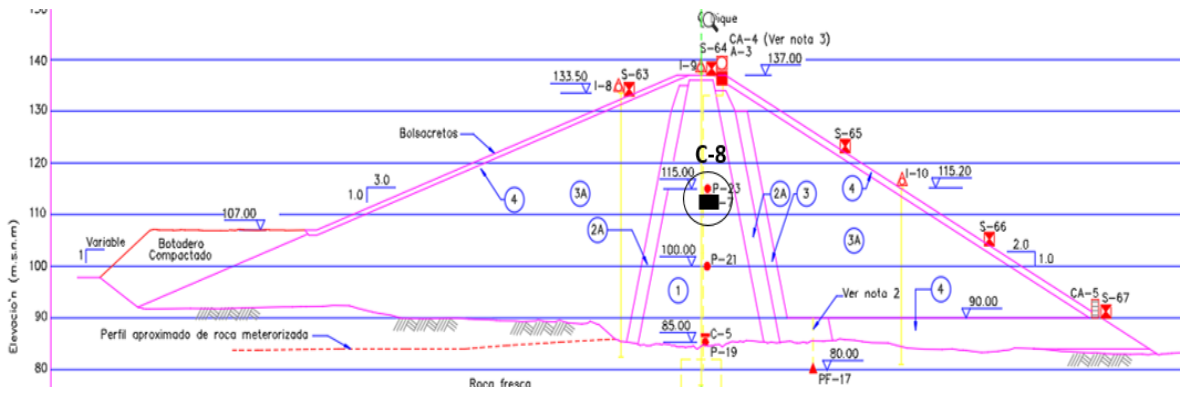
¹³ *Ibíd.* Pág 45.

- Cuatro (4) en el núcleo de la presa principal (C-1, 2, 3, 4).
- Cuatro (4) en el núcleo del dique auxiliar (C-5, 6, 7, 8).
- Dos (2) en el contacto entre el núcleo del dique auxiliar y el muro de conexión de la estructura de toma (C-9, 10).

Imagen 20. Ubicación Celdas de Presión Total







Fuente: Base de Datos URRÁ S.A. E.S.P.

Imagen 21. Consola fija de lectura



Fuente: Propia.

4.3.4. Instrumentos para la medición de deformaciones superficiales

El formato de tabulación de datos puede visualizarse en los anexos. (Ver anexo D).

4.3.4.1. Extensómetro de Cinta

El extensómetro de Cinta que posee la empresa es del modelo Convex fabricado por Roctest Ltd; está compuesto por el cuerpo del extensómetro, un calibrador de dial, una cinta de medida perforada, una pantalla digital. Se proporcionan dos ganchos, uno en el extremo móvil de la cinta y el otro en el marco del instrumento. El cuerpo del extensómetro a su vez tiene una cubierta rectangular de acero con un acople localizado en su extremo superior con un pasador para enganchar la cinta de medida al punto de referencia y una tuerca de ajuste en su extremo inferior que permite aplicar una tensión constante y repetitiva a la cinta. El acople se une a una varilla la cual se desliza dentro de una abrazadera de teflón montada en el instrumento, comprimiendo así un resorte que se encarga de tensionar la cinta de medida.¹⁴

Imagen 22. Extensómetro de Cinta



Fuente: <https://roctest.com/en/product/convex-d-digital-tape-extensometer/>

Para obtener la tensión estándar de 13,6 Kg y que esta sea constante durante la lectura, la varilla tiene una marca en forma de línea que se debe alinear con otras

¹⁴ Ibid. Pág 53.

dos líneas marcadas en el instrumento. La cinta de medida está montada en un carrete, fijo a uno de los extremos del extensómetro. La cinta de acero que está graduada en metros, centímetros y milímetros tiene 12,5 mm de ancho y esta perforada cada 25 mm; la longitud de la cinta es de 20 m.

Los puntos de referencia son argollas de acero inoxidable unidas a anclajes.

Este dispositivo es utilizado para medir la convergencia de los puntos de referencia ubicados a lo largo de las galerías; se toma la medida de la convergencia entre tres puntos, uno ubicado en la parte superior de la galería, otro en la pared derecha y otro en la pared izquierda. Este procedimiento pretende determinar las deformaciones de la bóveda y las paredes de la sección de las galerías en función del tiempo; se realizan tres mediciones, una horizontal y dos diagonales, de la primera se obtiene el movimiento de la pared y de la descomposición de las otras dos en dirección coincidente con el eje mayor de la sección el movimiento de la bóveda.¹⁵

Imagen 23. Toma de datos de convergencia en galería



Fuente: Propia

4.4. SUPERVISIÓN DE FRENTES DE TRABAJO EN LAS VÍAS

Se asignaron frentes de trabajo en tramos de vía comprendidos entre la central hidroeléctrica y el municipio de Tierralta, ya que el mantenimiento de esta vía es responsabilidad de URRÁ S.A. E.S.P.; del mismo modo se supervisaron actividades en las vías internas del campamento de funcionarios de la Central Hidroeléctrica. Dentro del campamento de funcionarios en la vía que conduce a la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) fue necesaria la supervisión de actividades como: Limpieza de terreno, remoción de material vegetal, remoción de basura. Se supervisó la excavación de terreno de 5.8m³ comprendidos por un ancho de calzada

¹⁵ Ibíd. Pág 54.

de 5,50m, un largo de tramo de excavación de 2,30m y una profundidad de 0,70m, la geometría describe una figura tipo cuña.

Imagen 24. Excavación



Fuente: Propia

Se realizó la instalación de un tubo ranurado de diámetro 2" para evitar saturación, el tubo mide 5,50m. Se cubrió el tubo con geotextil filtrante para evitar taponamiento. Se dispone una capa de material granular de aproximadamente 2" para cubrir el geotextil. El drenaje se realiza destinado a la canal contigua, adyacente a la alcantarilla de cajón cuyas aletas contienen el talud y canalizan el flujo en encole y descole.

Imagen 25. Tubo ranurado



Fuente: Propia

Se realizó el control del transporte de material granular, en una volqueta debidamente cubierta con lonas que mitigan los efectos de las altas temperaturas de la zona.

Imagen 26. Geotextil de recubrimiento



Fuente: Propia

Imagen 27. Material Granular



Fuente: Propia

Se realizó la mezcla de suelo-cemento para estabilizar el terreno, con riegos ligeros de agua, se niveló y compactó con vibrocompactadora capas de 10 cm con posterior riego ligero. Se colocó base con material granular de 1”.

Imagen 28. Compactación de material



Fuente: Propia

Imagen 29. Compactación y Extendida de mezcla

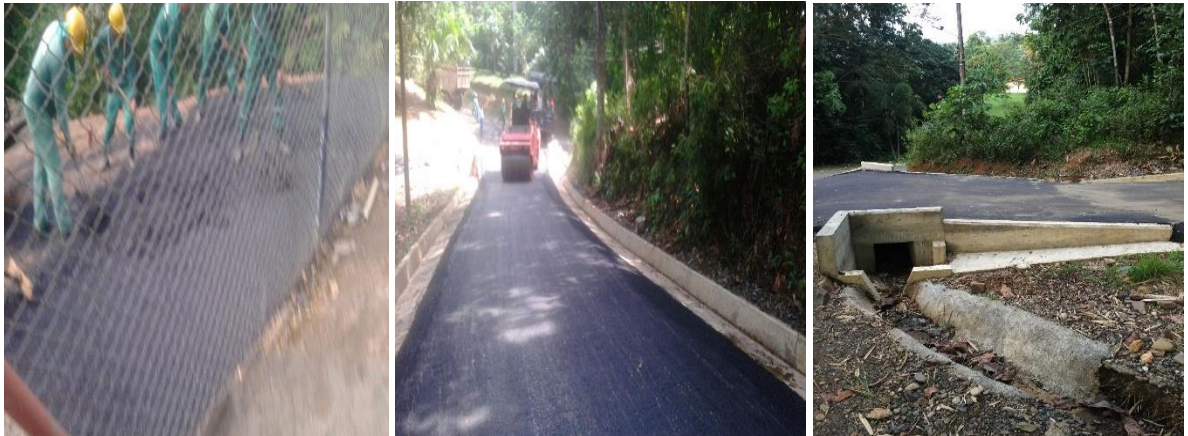


Fuente: Propia

Se supervisó la limpieza de la calzada seguido de un riego ligero de agua para implementar riego de imprimación, aplicación de emulsión asfáltica utilizada para evitar la oxidación del asfalto, extendida de la mezcla asfáltica y compactación de la misma. La mezcla asfáltica utilizada fue del tipo MDC-10 siguiendo los lineamientos y especificaciones contenidos en el capítulo 4. “Pavimentos Asfálticos” Art. 450 “Mezclas Asfálticas en Caliente de Gradación Continua” de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de

Vías INVIAS; las labores referentes a ensayos y seguimiento de las especificaciones se hicieron en fechas anteriores al inicio de la pasantía por lo cual el pasante solo tuvo la posibilidad de realizar el seguimiento de las últimas etapas de la construcción.

Imagen 30. Extendida y compactación mezcla asfáltica



Fuente: Propia

4.5. SISTEMA SÉPTICO INTEGRADO

Una de las labores asignadas como pasante fue el diseño y la ejecución de un sistema séptico para las aguas residuales provenientes de una estructura nueva dentro de la Central la cual fue designada como brigada contra incendios, en este espacio los miembros del cuerpo de bomberos pueden alojarse además de poder almacenar ciertos equipos destinados a cumplir con estas labores.

Además de recoger las aguas residuales de esta estructura, también debe almacenar las aguas residuales de la caseta de vigilancia ubicada en el sector, la cual tenía conexión con un pozo séptico que con el paso del tiempo y por falta de mantenimiento fue deteriorándose, esto representa una falta de servicio sanitario para los vigilantes por lo cual el sistema estará acoplado a esta estructura también.

4.5.1. Diseño

Después de analizar las características del proyecto requerido y de una revisión del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, especialmente los títulos D, E y J, se presentó una propuesta basada en los

contenidos del título J “Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural” dadas las condiciones y ubicación de la obra a realizar.

El sistema a desarrollar es un alcantarillado sin arrastre de sólidos (ASAS). Para el dimensionamiento del tren de tratamiento se tomaron como referencia los parámetros de diseño establecidos en el título J del Reglamento del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2016, así como los requisitos presentes en la resolución 0330 de 2017.

El tren de tratamiento está constituido por Caja de Inspección, Tanque Séptico y Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA).

La caja de inspección posee unas dimensiones de 60cm x 60cm.

Imagen 31. Caja de inspección



Fuente: Propia

El cálculo de la población se realizó mediante la suma de los ocupantes de la caseta de vigilancia (2) más los ocupantes de la brigada contra incendios (35). La estructura será utilizada para brindar las capacitaciones al personal de bomberos, por esta razón se toman estos valores. La población de diseño se estima teniendo en cuenta que las capacitaciones no se realizarán diariamente, estas requerirán de tres (3) días a la semana lo que disminuye el caudal efluente. Se realiza una relación entre una población máxima de (50) personas y una población flotante aproximada que haría uso de los servicios en un día que no se presente la capacitación mencionada siempre considerando un umbral de población mayor al esperado para prevenir cualquier contratiempo en el sistema, esto contemplando además los elementos presentes dentro de la estructura: sanitarios, lavamanos, lavaplatos, duchas, lavadoras.

Dadas las condiciones se estima una población de diseño de (39) personas; Teniendo en cuenta la normativa vigente, se realizó la memoria de cálculo

correspondiente en la cual se justifican la formulación de los criterios de diseño del Volumen Útil de los elementos y por consiguiente los parámetros de diseño de los mismos.

Estos criterios corresponden a: Volumen requerido para la sedimentación (V_{rs}), Volumen para el almacenamiento de lodos (V_l), Volumen para el almacenamiento de natas y espumas no sumergidas (V_n) y Volumen para ventilación (V_v); la suma de estos valores corresponde al volumen útil del elemento. (Ver anexo E).

Por recomendación del Ingeniero Miguel Sánchez, Jefe de Obras Civiles para realizar los cálculos se adoptan las medidas de un tanque séptico de 2000 litros de la marca Rotoplast.

Tabla 2. Medidas de Tanques Sépticos

Capacidad (Lts. medidas nominales)	Medida cms.			
	A	B	C	D
500	98	106	70	86
1.000	145	131	94	107
2.000	175	157	116	157

Medidas Aproximadas cm.

Fuente: <http://www.rotoplast.com.co/sistema-septico-domiciliario/>

Imagen 32. Tanque de 2000 Litros



Fuente: <http://www.rotoplast.com.co/sistema-septico-domiciliario/>

Imagen 33. Cotización del Sistema Séptico Integrado



ROTOPLAST SA
NIT. 890.942.987-5

Somos Grandes Contribuyentes según Resolución de la DIAN N° 000076 Del 01-12-2016
Responsable IVA Régimen Común
Actividad Económica 2221





ITAGUI - COLOMBIA Autopista sur Carrera 42 No. 50 -195 PBX:57(4)4481101 FAX 57 (4)3721794

SALA DE NEGOCIOS Autop. Sur Cra 42. No 53-175 PBX:57(4)4481101 FAX 57 (4)3721794

E-mail - Ventas@rotoplast.com.co
www.rotoplast.com.co

Itagui Oct 18 2018 12:00AM

COTIZACION

No. **880019592**

Señores

Cordial saludo, según su solicitud estamos enviando para su análisis la siguiente cotización:

Código	Descripción	Cant.	Valor Unitario	% Dcto	Valor Unitario con Dcto	% IVA	SubTotal
ECCL13005A	SISTEMA SEPTICO INTEGRADO DE 10000 LTS	1.00	9,085,528.00	25.00	6,814,146.00	19.00	6,814,146.00
COFI00001	FILTRO PLASTICO TIPO COLMENA	935.00	850.00	25.00	637.50	19.00	596,062.50
ADSGTP012	RECOBRO FLETE MERCANCIAS NACIONALES UEN AGUA	1.00	1,370,000.00	0.00	1,370,000.00	19.00	1,370,000.00

Condiciones Comerciales

Tiempo de Entrega: A convenir

Validez de la Oferta: 15 Días

Nota

Se cotiza puesto en central hidroeléctrica URRÁ. Tiempo de entrega 8 días hábiles.

Información Contacto

Valor Bruto	11,250,278.00
Descuento	2,470,070.00
IVA	1,668,240.00
TOTAL	10,448,448.00

Fuente: Propia

4.5.2. Ejecución

Debido a que en la zona ya se hallaba anteriormente un tanque séptico que recogía las aguas residuales de la caseta de vigilancia pero que estaba fuertemente deteriorado y no se encontraba en funcionamiento se decidió retirar este tanque y ubicar el sistema séptico integrado en este lugar ya que el trazado para la tubería ya estaba descrito, aun teniendo en cuenta el trazado descrito se realizaron las mediciones de distancia entre la caja de inspección de la caseta de vigilancia y el lugar destinado para el sistema séptico, esto con el fin de realizar el presupuesto de obra adecuadamente. La misma tarea fue realizada para el trazado de tubería entre la caja de inspección de la brigada contra incendios y el sistema séptico.

Imagen 34. Tanque Séptico Anterior y registro de distancia



Fuente: Propia

En compañía del Ingeniero Miguel Sánchez, se realizó la medición indicada para calcular los ítems que componen el respectivo análisis de precios unitarios para realizar el presupuesto de obra; los ítems que conformaron el presupuesto fueron asignados por el ingeniero Jefe de Obras Civiles, quien hizo entrega al pasante para que realizara el análisis de precios unitarios A.P.U. y el correspondiente presupuesto para presentarlo al Jefe del Área de Control de Operaciones de la Gerencia Técnico Ambiental y posteriormente a la junta directiva. (Ver anexo F).

Los ítems del presupuesto de obra asignados fueron:

- Excavaciones para instalación de tuberías sección 30x50.
- Excavaciones para instalación de Sistema Séptico Integrado.
- Suministro e instalación de tubería de 4”.
- Suministro e instalación de Sistema Séptico Integrado.
- Relleno con material granular entre paredes de excavación y sistema séptico.
- Plantilla de nivelación para instalación de sistema séptico.
- Viga-muro para protección de sistema sección 25x40 cm.
- Limpieza general.

En total se realizaron 38 metros lineales de excavación para tubería, mientras que la excavación para el sistema séptico integrado tuvo unas dimensiones de 6m x 2,5m x 2,5m para un total de 38m³.

Imagen 35. Excavaciones, instalación de tuberías sanitarias para sistema séptico



Fuente: Propia

4.6. ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SUPERVISIÓN DE INSTALACIONES

4.6.1. Instalación eléctrica

Se realizó la supervisión de la instalación eléctrica de la estructura destinada como brigada contra incendios de la Central. Debido a que la instalación se estaba llevando a cabo antes del inicio de la pasantía solo fue posible supervisar la instalación de tramos finales revisando que el personal utilizara los elementos de seguridad obligatorios.

Imagen 36. Instalación eléctrica



Fuente: Propia

4.6.2. Abastecimiento de agua

Para el abastecimiento de agua fue necesaria la inspección de terreno para la instalación de tubería que proveyera del recurso natural a la estructura, esto con el fin de analizar las alternativas disponibles y definir cuál de ellas era la más factible. Se definió al vertedero del dique como la mejor opción para esta necesidad, por su localización presentaba una inclinación favorable que permitía el abastecimiento por gravedad. Se estableció el lugar destinado para la instalación de captación de agua ubicado en el canal del vertedero del dique a 8 metros del vertedero. A su vez se efectuó la medición del ancho y la profundidad del canal donde se ubicaría la estructura de captación para dimensionar la misma.

El diseño de la estructura de captación fue realizado por el ingeniero Miguel Sánchez, quién delegó al pasante las funciones de supervisión de trabajo en carpintería, construcción de la formaleta para estructura de captación.

Se utilizó madera tipo triplex de 18mm x 1,22m x 2,44m.

Las dimensiones de la estructura de captación asignadas fueron: 1m de largo x 90cm de ancho x 30cm de alto, con una cuña de 15 cm.

Imagen 37. Construcción de formaleta



Fuente: Propia

Adicionalmente se realizó la formaleta para una placa de ampliación ubicada en la curva del vertedero del dique; la empresa indicó que era necesaria en este lugar ya que la curva es muy pronunciada y por seguridad debía establecerse esta placa allí; las dimensiones de la placa fueron 2,50m x 1,50m x 0,25m.

Para la construcción de la placa se utilizó una lámina Metaldeck de acero de 2" sobre la cual fue vaciado el concreto. Se supervisó el armado y figurado de acero para malla utilizando varilla de 3/8".

Imagen 38. Construcción placa de ampliación



Fuente: Propia

Posterior a la construcción de la placa se procedió a supervisar las actividades correspondientes a la construcción de la estructura de captación; se realizó el armado y figurado del acero, utilizando varilla de 3/8" para malla de acero. Se realizó la mezcla de concreto in situ utilizando cemento portland y agregados de la zona posteriormente se fundió la mezcla en la formaleta diseñada. La estructura se movió al lugar destinado para su colocación luego de 28 días utilizando una mini grúa portátil, por esta razón se dejaron dos agarraderas de acero en la parte superior de la captación.

Se supervisó la instalación de la rejilla superior y la limpieza del tramo comprendido entre el vertedero y la captación, al igual que la perforación lateral del canal cada 3 metros para la ubicación de soportes metálicos en los cuales se apoyaría la manguera que conduce el agua desde el canal hacia la tubería de 2" de abastecimiento por la cual se haría el suministro. La distancia entre la estructura de captación y la tubería de abastecimiento era de 89 metros por lo cual se utilizaron dos mangueras una de 50 metros y una de 39 metros, ambas de caucho sintético.

Imagen 39. Estructura de captación



Fuente: Propia

Imagen 40. Ubicación de captación en el canal



Fuente: Propia

Imagen 41. Perforación lateral del canal y ubicación de manguera



Fuente: Propia

Imagen 42. Manguera conexión con tubería de abastecimiento



Fuente: Propia

Se utilizó tubería de 1" hasta el perímetro de la estructura lo que correspondió a 21 metros de longitud, se instalaron codos de 90° y se realizó la conexión a tubería de 1/2". Se efectuaron pruebas de funcionamiento a los elementos sanitarios de la estructura, todos presentaron correcto suministro de agua, sanitarios, duchas,

lavamanos, lavaplatos, y la conexión para lavadora. Se rellenó con material granular las zanjas para tubería de abastecimiento.

Imagen 43. Elementos sanitarios y Cubrimiento de zanjas para tubería



Fuente: Propia

4.7. AUDITORIA Y CAPACITACIONES

4.7.1. Auditoria

Fue realizada la auditoría de segunda parte es decir por parte del propietario de la central hidroeléctrica (URRA S.A.) hacia el operador de la misma (EMEC S.A.S) por la empresa Training Corporation, quienes en el departamento de obras civiles desarrollaron la revisión de datos obtenidos de la instrumentación, estado de los equipos, bases de datos, gráficas para interpretación de datos, sistema de gestión integrado SGI bajo las normas ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001. De acuerdo a la distribución que el operador de la Central Hidroeléctrica EMEC S.A.S. creó para presentar la auditoria, al pasante se le delegó la función de explicar a los funcionarios de la empresa Training Corporation todo lo relacionado con el tema de instrumentación de la Central Hidroeléctrica, la toma de datos, registro de los mismos, verificación de elementos de seguridad del personal y certificados vigentes para trabajo en alturas. (Ver anexo G)

4.7.2. Capacitaciones

Como pasante de ingeniería civil fue fundamental realizar la supervisión de la asistencia y el cumplimiento del personal de obras civiles a las capacitaciones

brindadas tanto por URRÁ S.A. E.S.P. como por organizaciones externas como en este caso la compañía suiza Sika; empresa de productos químicos para la construcción y la industria manufacturera.

Fue tomada y supervisada la capacitación del personal de obras civiles en trabajo en alturas avanzado debido a la expedición de la resolución 1178 de 2017 la cual reglamenta los requisitos técnicos y de seguridad que deben cumplir los centros de capacitación y entrenamiento en protección contra caídas en trabajos en altura, lo que hace necesario el entrenamiento del personal con un centro certificado por el Ministerio de Trabajo para estas labores. (Ver anexo H)

Los temas abordados en la capacitación teórica fueron: Revisión de teoría, equipos de seguridad, requisitos legales, procedimientos de trabajo seguro, permiso de trabajo en alturas, análisis de trabajo seguro.

La capacitación práctica consistió en: Uso correcto de arnés, uso de eslingas de gancho, uso de eslingas de posicionamiento, freno, sistemas de descenso, trabajo en andamios, uso de escalera, sistema de anclaje, uso de poleas para elevación de peso, trabajo en fachadas, conocimiento y uso de estrobos, rescate de personal y sistemas de ascenso.

Los temas contenidos en la capacitación proporcionada por la compañía Sika fueron: Morteros de reparación y morteros impermeables; tema fundamental para reparaciones, trabajos en obra e intervenciones en la presa y el dique.

Imagen 44. Capacitación de trabajo en alturas avanzado



Fuente: Propia

5. APORTES DEL TRABAJO

5.1. COGNITIVOS

Los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería civil en la Universidad Santo Tomás de Tunja brindaron las bases necesarias para desempeñar satisfactoriamente el proceso de la práctica profesional; la pasantía permitió conocer el ámbito laboral y todo lo que gira en torno a él, brindando una experiencia enriquecedora para el estudiante permitiéndole conocer, entender y acoplarse a un entorno de este tipo y ofreciendo la posibilidad de ganar experiencia y ampliar su visión del mundo en un ambiente de conocimiento multidiverso interactuando con distintos profesionales pertenecientes a una organización y a un megaproyecto nacional como ingenieros civiles, ambientales, mecánicos, eléctricos, industriales, abogados, administradores, maestros de obra, trabajadores de las mismas, y en general a todas las personas que hacen marchar un proyecto de esta envergadura e importancia para la región y para el país como lo es la Central Hidroeléctrica URRÁ I.

El primer reto que se presentó en el camino de esta pasantía fue diseñar y ejecutar un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas basándose en las tecnologías de saneamiento para el sector rural, dado que tendría que ser implementado para una estructura que había sido construida recientemente en las instalaciones de la Central y la misma claramente se encuentra muy distanciada de cualquier casco urbano; este era un tema poco conocido para el pasante.

Se investigó la normativa vigente en Colombia para el desarrollo de este tipo de proyectos la cual está contenida por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, en la resolución 0330 de 2017 no se encontraron cambios a los lineamientos que se debían seguir según el RAS para un proyecto de este tipo; tuvo que tenerse en cuenta las especificaciones de la zona, del tipo de proyecto y de las necesidades que se buscaban satisfacer. Por estas razones se tomaron como referencia los parámetros de diseño establecidos en el título J del RAS “Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento para el Sector Rural” para esta labor y de esta forma elaborar de manera adecuada y justificable el diseño de los elementos pertenecientes al tren de tratamiento requerido formado por caja de inspección, tanque séptico y filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), el cual fue presentado a la junta directiva de URRÁ S.A. E.S.P. quién revisando la memoria de cálculo y la hoja de cálculo correspondiente aprobó el desarrollo y ejecución del proyecto.

La siguiente tarea asignada como pasante en la que se aportaron los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera profesional en este proyecto fue realizar el análisis

de precios unitarios para las actividades correspondientes a la ejecución de la obra según el diseño presentado; con la guía del Ingeniero Miguel Sánchez quien fue un referente y siempre ayudó a despejar las dudas existentes se desarrolló el A.P.U. para realizar el presupuesto de obra y presentarlo a la junta directiva, quien después del análisis del mismo determinó su aprobación. La supervisión de la ejecución de obra empapó de la realidad laboral al pasante, esta experiencia fue enriquecedora como profesional ya que se contrasta la generación de conocimiento en la academia con la comprensión de las actividades reales que desarrolla día a día un ingeniero civil en el campo laboral comenzando de esta manera a generar la primera de una larga lista de experiencias como profesional y como ser humano que vendrán en este camino tan diverso y fascinante de la ingeniería civil.

En la parte de instrumentación de la central se evidenció una falta de orden en la toma y registro de datos de los diferentes instrumentos presentes en la Central Hidroeléctrica, lo que podría inferir en el registro final y ocasionar errores que podrían generar además de confusiones y pérdidas de tiempo, grandes complicaciones en los informes generales que realiza la empresa para las auditorías a las que es sometida. Por esto se implementó un formato en bitácoras para registro de datos que contenía la zona donde se encontraba situado el instrumento, la fecha, el instrumento objeto de medición y el valor obtenido; adicionalmente se organizó la base de datos de instrumentación de la Central para una revisión más ordenada y clara de todos los instrumentos divididos en las categorías presentadas en este documento. Se registraron los equipos que no se encontraron en condiciones óptimas para el desarrollo del trabajo, comunicando al departamento de obras civiles de su estado para su reparación o en ciertos casos cambio de equipos, así como también se solicitaron reparaciones puntuales en algunas estructuras para que la toma de datos fuera más precisa.

También se empleó un registro de los elementos de seguridad para trabajo en alturas utilizado para descender en la estructura del rebosadero a tomar los datos de los piezómetros de cuerda vibrante ya que el personal no los utilizaba regularmente lo que ponía en riesgo su integridad física y comprometía a la empresa.

En lo concerniente a los trabajos realizados en los tramos viales dentro del campamento de funcionarios se supervisó la correcta compactación del material granular, verificando que se compactaran las capas de 10 cm y no que por el contrario todo el material se extendiera y compactara realizando de forma incorrecta la ejecución; de igual forma se supervisaron las actividades de extendida y compactación de la mezcla asfáltica. Adicionalmente en la operación de transporte se vigiló que esta se hiciera en vehículos apropiados como volquetas y que se cubriera con lonas ya que las temperaturas eran muy altas en la zona.

Para el abastecimiento de agua de la estructura designada como brigada contra incendios el pasante sugirió que se hicieran las perforaciones en las paredes laterales del canal del rebosadero del dique en el que se ubicaron soportes para sostener la manguera que conduciría el agua desde la captación hasta la tubería de abastecimiento, esto para mantener la manguera estática, que el suministro fuera constante y se evitaran inconvenientes por movimientos de la manguera. Se revisó la adecuada conexión de las tuberías de abastecimiento así como de los codos de 90° y el posterior relleno de las zanjas con material granular sin que se afectaran las tuberías, así como el cubrimiento con mortero de las tuberías ubicadas en el perímetro de la estructura.

5.2. A LA COMUNIDAD

El ingeniero civil está preparado y capacitado para ejecutar e intervenir proyectos de infraestructura que satisfagan las necesidades de una población y poder solucionar de esta forma las dificultades que se presentan en la vida cotidiana de la sociedad; la creación e intervención de estos proyectos busca generar desarrollo en el territorio donde se establece y contribuir a una mejora significativa en la calidad de vida de su población.

El control de la instrumentación de la Central Hidroeléctrica se realizó con el fin de revisar y controlar los cambios generados por la naturaleza en las estructuras de mayor importancia de la Central lo que podría afectar de manera considerable su estabilidad, poniendo en riesgo a toda la población que reside aguas abajo del embalse, quienes además de mantener su economía con actividades relacionadas con el río Sinú, habitan la zona del Alto Sinú por lo que una inundación provocada por la falla de las estructuras de la Central Hidroeléctrica sería una catástrofe de gran magnitud para los habitantes de la región. Es allí donde radica la importancia de realizar estas actividades de manera idónea, ya que el control de la instrumentación puede prevenir un desastre natural y se pueden tomar acciones de reparación y mitigación antes de que afecte a la población mencionada.

El diseño y la ejecución de la obra del sistema séptico integrado contribuyó a satisfacer las necesidades de los trabajadores que prestan la seguridad a la Central que no contaban con este servicio por el mal estado del tanque séptico anterior y por lo tanto no tenían un sistema sanitario adecuado, además de generar un avance en materia de seguridad para la Central y por ende a la población de la región ya que este sistema fue diseñado para la Brigada contra incendios, estructura necesaria para prevenir y solucionar de manera ágil las emergencias de este tipo que puedan presentarse dentro de la Central; asimismo contribuyó con la conservación y preservación del medio ambiente descargando un efluente menos contaminado al río Sinú.

Las labores en las vías permitieron un acceso más cómodo y rápido desde el casco urbano de Tierralta a las veredas que circundan la Central Hidroeléctrica lo que propició un progreso en la calidad de vida de los habitantes y un acceso más cómodo y sencillo a todos los visitantes tanto de la región del Alto Sinú como de la Hidroeléctrica URRÁ I que por su importancia recibe visitantes de diferentes entes tanto gubernamentales como privados nacionales e internacionales.

6. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

La ingeniería civil es una profesión fundamental en el desarrollo de una sociedad ya que interviene el espacio vital de las personas como el del resto de los seres vivos, modificando el entorno generando el menor impacto ambiental posible para crear progreso en la vida de los habitantes de una población y mejorar sustancialmente la calidad de vida de los individuos. La oportunidad de poder ejecutar la pasantía en la Central Hidroeléctrica URRÁ I fue muy enriquecedora ya que el reconocimiento de un megaproyecto de este tipo amplía la perspectiva que el estudiante posee no solo sobre la ingeniería sino también sobre la injerencia de esta en el desarrollo del país, mostrando un cambio de una población históricamente afectada por el conflicto armado a una que paulatinamente ha ido desarrollándose y avanzando gracias a proyectos como este.

Las actividades referentes a la instrumentación brindaron un seguimiento profesional oportuno y constante a los comportamientos que afectan a las estructuras que componen la Central Hidroeléctrica contribuyendo de esta forma a mantener el correcto funcionamiento de la hidroeléctrica que provee de energía a la costa Caribe colombiana y que comercializa energía en todo el territorio nacional. Adicionalmente con el estudio de los valores arrojados por los instrumentos y su correspondiente análisis se mantiene segura la integridad de las estructuras y por consiguiente se preserva la seguridad de las poblaciones aguas abajo del proyecto.

Se ejecutaron actividades que impactaron positivamente al progreso de la región como el mejoramiento de las vías que conducen del centro urbano de Tierralta a la Central Hidroeléctrica, beneficiando principalmente a los habitantes de las veredas cercanas y también a los visitantes de los entes gubernamentales y privados tanto nacionales como extranjeros. Del mismo modo se intervinieron las vías internas del campamento de funcionarios con el fin de un desplazamiento más conveniente dentro de estas instalaciones, mejorando así la calidad de vida de los funcionarios y operarios que residen allí.

Adicionalmente la implementación del sistema séptico integrado además de satisfacer las necesidades del personal de seguridad que llevaba varios meses sin poder utilizar los sanitarios de la caseta de vigilancia, genera un impacto positivo en el ecosistema ya que el efluente es menos contaminante por la implementación del filtro anaerobio de flujo ascendente.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- El apoyo a las actividades técnicas del área de obras civiles de la Gerencia Técnico Ambiental de la empresa URRÁ S.A. E.S.P., enriqueció los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera profesional del estudiante, ya que fue posible realizar labores correspondientes a diferentes ramas de la ingeniería civil.
- Con la participación en actividades de diseño, construcción y mantenimiento, fue posible comprender la importancia de cada una de estas labores en un proyecto ingenieril y su correlación para el adecuado estado y funcionamiento del mismo.
- La recolección y análisis de la información obtenida de la instrumentación presente en la Central Hidroeléctrica URRÁ I ilustró al pasante sobre el comportamiento de las estructuras que componen este tipo de proyectos, así como la forma en la interactúan ecosistemas e infraestructuras para generar desarrollo y progreso a la sociedad; haciendo de esta una experiencia muy provechosa como estudiante de ingeniería civil.
- La oportunidad de conocer un proyecto de esta magnitud a nivel nacional enriqueció las capacidades académicas y laborales del estudiante, ampliando la visión que poseía de la injerencia de la ingeniería en el desarrollo de las sociedades y el mundo.

7.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a la supervisión de las actividades realizadas en la Central Hidroeléctrica se recomienda al personal de obras civiles utilizar en las tareas laborales todos los implementos de seguridad especialmente cuando se realice trabajo en alturas, usando siempre el arnés de seguridad, casco y las eslingas de posicionamiento; de igual manera se recomienda al profesional encargado que supervise que el personal cumpla con estos requerimientos.

Se recomienda llevar una bitácora ordenada para la recolección de datos de la instrumentación, esto con el fin de facilitar al ingeniero encargado la realización de los formatos de cada instrumento y de esta forma no incurrir en errores que dificulten el análisis de la información recolectada.

8. GLOSARIO

ARNÉS: Correa resistente que se ajusta al tronco y las piernas de una persona y que, ligado a un anclaje sirve como mecanismo de seguridad.

ASFALTO: Material viscoso, pegajoso y de color plomo. Se utiliza mezclado con arena o gravilla para pavimentar caminos y como revestimiento impermeabilizante de muros y tejados. En las mezclas asfálticas se usa como aglomerante para la construcción de carreteras, autovías y autopistas.

AUDITORÍA: Se refiere a las pruebas que se realizan a la información financiera, operacional y administrativa de una organización con base en el cumplimiento de las obligaciones jurídicas o fiscales, así como de las políticas y lineamientos establecidos por la propia entidad de acuerdo a la manera en que opera y se administra.

CANAL: Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural.

CAUDAL: Cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA: Infraestructura que utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. Su funcionamiento está basado en un salto de agua que genera dos niveles de un cauce: cuando el agua cae del nivel superior al inferior, pasa por una turbina hidráulica que transmite la energía a un generador encargado de transformarla en energía eléctrica.

COMPACTACIÓN: Proceso por el cual un esfuerzo aplicado a un suelo causa densificación a medida que el aire se desplaza de los poros entre los granos del suelo.

CONVERGENCIA: Propiedad de dos o más cosas que concluyen en un mismo punto.

DIQUE: Construcción para evitar el paso del agua. Puede ser natural o construido por el hombre; de tierra, mampostería de piedra u hormigón; y tanto paralelo como perpendicular al curso de un río o al borde del mar.

EMBALSE: Acumulación de agua producida por una construcción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce.

ENERGÍA ELÉCTRICA: Forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer

una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico.

ENERGÍA HIDROELÉCTRICA: Electricidad generada aprovechando la energía del agua en movimiento.

ESLINGA: Es el elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción.

EXTENSÓMETRO: Instrumento de precisión para medir la deformación de una pieza sometida a tensiones mecánicas.

GEOTEXTIL: Tela permeable y flexible de fibras sintéticas

INCLINÓMETRO: Instrumento que permite medir la inclinación respecto al plano horizontal.

INFILTRACIÓN: Proceso en el cual el agua penetra el suelo o las estructuras.

LICITACIÓN: Sistema por el que se adjudica la realización de una obra o un servicio, generalmente de carácter público, a la persona o la empresa que ofrece las mejores condiciones.

PERMEABILIDAD: Capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna.

PIEZÓMETRO: Instrumento que se utiliza para medir la presión de poros o nivel del agua en perforaciones, terraplenes, cañerías y estanques a presión.

POBLACIÓN DE DISEÑO: Población que se espera satisfacer, teniendo en cuenta la proyección de crecimiento para la vida útil del elemento.

PRESUPUESTO DE OBRA: Valoración económica de un proyecto u obra a realizar.

REBOSADERO: Orificio de desagüe por donde sale el agua cuando alcanza el nivel en donde se ha practicado esta salida.

REJILLA: Elemento instalado en una captación para evitar el paso de sólidos.

REVOQUE: Revestimiento, exterior y/o interior, de mortero de cal o cemento que se aplica, como acabado cuyo fin es mejorar el aspecto y las características de las superficies de muros, tabiques y techos.

SANEAMIENTO: Conjunto de obras, técnicas y dispositivos encaminados a establecer, mejorar o mantener las condiciones sanitarias de una población.

SÉPTICO: Que contiene gérmenes patógenos.

TUBERÍA: Conducto formado por tubos que sirve para distribuir líquidos o gases.

VERTEDERO: En una presa se denomina vertedero a la parte de la estructura que permite la evacuación de las aguas, ya sea en forma habitual o para controlar el nivel del reservorio de agua.

ZANJA: Excavación larga y estrecha que se hace en la tierra.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Instrumentación Central Hidroeléctrica URRÁ I.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2016, Título J.
- Resolución 0330 de 2017.

10. ANEXOS

10.1. BITACORAS

10.2. ANEXOS

ANEXO A: Formato para la medición de presiones intersticiales.

ANEXO B: Formato para la medición de caudales de infiltración.

ANEXO C: Formato para la medición de presiones totales de suelo.

ANEXO D: Formato para la medición de deformaciones superficiales.

ANEXO E: Memoria de Cálculo Sistema Séptico Integrado.

ANEXO F: Análisis de Precios Unitarios y Presupuesto de obra.

ANEXO G: Informe de Auditoría.

ANEXO H: Certificado para trabajo seguro en alturas avanzado.

10.3. CONVENIO

10.4. CERTIFICADO LABORES REALIZADAS

10.5. AUTORIZACIÓN DE ACCESO A LA INFORMACIÓN