

**INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE LA “P.T.A.P”, MUNICIPIO DE SÁCHICA Y LA “E.S.E”
DEL MUNICIPIO DE SANTA SOFÍA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

DIEGO FABIAN RODRÍGUEZ TOVAR



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TUNJA

2016

**INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE LA “P.T.A.P”, MUNICIPIO DE SÁCHICA Y LA “E.S.E”
DEL MUNICIPIO DE SANTA SOFÍA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

DIEGO FABIAN RODRÍGUEZ TOVAR

**Proyecto de grado en modalidad “PASANTÍA” presentado como requisito
para obtener el título de Ingeniero Civil.**

Asesor Disciplinar y Metodológico

Ingeniero Néstor Rafael Perico Granados.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TUNJA

2016

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Dios por permitirme esta experiencia y la culminación del trabajo de pasantía, padres por su entero apoyo en los estudios de pregrado. Al ingeniero Néstor Rafael Perico Granados director de este proyecto, por su gran ayuda y colaboración en cada una de las etapas de esta investigación, por su amistad, compromiso, motivación y orientación brindada en la realización de mi pasantía.

Al ingeniero Jaime Torres, por brindarme la oportunidad de ampliar los conocimientos en el campo de ingeniería y aplicarlos a proyectos de construcción. Expreso mis agradecimientos a los docentes de la facultad de ingeniería civil que intervinieron en la formación profesional.

Y a ustedes lectores.

*A mis padres Elfa y Fernando, por su incansable apoyo, amor y por su firme
compromiso con mi formación personal y profesional.*

*A Karen Flórez, por ser mi compañía en este recorrido, por su amor, comprensión
y apoyo en todo momento.*

A mis familiares y amigos.

Nota de aceptación

Director de pasantía

Presidente del Jurado

Jurado 1

Jurado 2

Fecha: 12 julio del 2016

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS	19
1.1. OBJETIVO GENERAL.	19
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	19
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DONDE SE DESARROLLARON LOS PROYECTOS	20
2.1. MUNICIPIO DE SÁCHICA.	20
2.2. MUNICIPIO DE SANTA SOFÍA.	21
3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS	22
3.1. EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO, SANTA SOFÍA	23
3.1.1. Actividades preliminares.	24
3.1.2. Cimentación.	29
3.1.4. Mampostería.	39
3.1.5. Instalaciones hidráulicas y sanitarias.	42
3.1.6. Instalaciones eléctricas.	44
3.1.7. Estuco sobre muro:	45
3.1.8. Enchape en cerámica blanca.	46
3.1.9. Instalación de cubiertas..	47
3.1.10. Fachadas y obras exteriores del proyecto.	49
4.1. PLANTA DE TRATAMIENTO, MUNICIPIO DE SÁCHICA	52
4.1.1. Diagnóstico técnico de la planta existente.	53
4.1.2. Identificación en detalle del estado inicial de la planta de tratamiento.	54
1.1.2. Reforzamiento estructural planteado.	61
2. APOORTE POR PARTE DEL PASANTE	75
2.1. COGNITIVOS.	75
2.1.2. Aportes cognitivos en la construcción de la empresa social de estado, Santa Sofía:	79

2.2. APORTES A LA COMUNIDAD	81
3. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	83
BIBLIOGRAFIA	88

RELACIÓN DE TABLAS

TABLA 1.DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS.	22
TABLA 2.GENERALIDADES DEL CONTRATO DE LA ESE	23
TABLA 3. INFORMACIÓN DEL CONTRATO PTAP SÁCHICA.	52
Tabla 4 Información del contrato PTAP Sáchica.	58

RELACIÓN DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica ptap	20
Ilustración 2. Ubicación de la ese.	21
Ilustración 3. Retiro de cubierta ese.	24
Ilustración 4. Demolición mecánica ese.	25
Ilustración 5. Retiro de material producto de la demolición	26
Ilustración 6. Localización y replanteo	26
Ilustración 7. Excavaciones manuales para zapatas	27
Ilustración 8. Compactación de material seleccionado.	28
Ilustración 9. Excavaciones mecánicas de material orgánico	29
Ilustración 10. Excavaciones manuales para zapatas.	30
Ilustración 11. Fundida de vigas de cimentación.	31
Ilustración 12. Solados en elementos para elementos de cementación.	31
Ilustración 13. Fundida de viga en concreto reforzado.	33
Ilustración 14. Instalación de refuerzo para viga-canal	34
Ilustración 15. Instalación de placa steel deck.	35
Ilustración 16. Columnas de concreto reforzado.	36
Ilustración 17. Instalación de refuerzo para columnas.	37
Ilustración 18. Proceso constructivo de vigas aéreas	38
Ilustración 19. Proceso constructivo de sistema pórtico	38
Ilustración 20. Proceso constructivo de mampostería.	39
Ilustración 21. Proceso constructivo de mesones	40
Ilustración 22. Instalación de pañete sobre muro.	42
Ilustración 23. Redes de agua potable.	43
Ilustración 24. Proceso constructivo de tubería para bajantes	43
Ilustración 25. Tendida de red eléctrica.	44
Ilustración 26. Tubería emt para lámparas	44
Ilustración 27. Instalación de enchapes de piso	45
Ilustración 28. Enchape de piso.	47
Ilustración 29. Suministro e instalación de enchapes de muro	47
Ilustración 30. Proceso constructivo de cubierta	48
Ilustración 31. Proceso constructivo de fachada posterior ese	49
Ilustración 32. Fachada principal.	50
Ilustración 33. Fachada lateral derecha	50
Ilustración 34. Instalación de graniplas en fachada	51
Ilustración 35. Módulos planta de tratamiento existente	55
Ilustración 36. Abrasión de módulos	55
Ilustración 37. Eflorescencia en módulos de ptap	56
Ilustración 38. Flechas en muros centrales	57
Ilustración 39. Aberturas en muros centrales	57
Ilustración 40. Grieta de muros verticales	58
Ilustración 41. Corrosión química del acero	59
Ilustración 42. Rotura vertical de muros.	59
Ilustración 43. Fugas en tuberías externas	60

Ilustración 44. Fugas externa de muros	60
Ilustración 45. Corte transversal del reforzamiento	61
Ilustración 46. Planta de reforzamiento	61
Ilustración 47. Anclaje de refuerzo	61
Ilustración 48. Abusardada en muros	62
Ilustración 49. Retiro de material de filtro	62
Ilustración 50. Perforaciones para anclajes	63
Ilustración 51. Abusardada en muros	63
Ilustración 52. Instalación de reforzamiento en muros	64
Ilustración 53. Adecuación de refuerzo para zona de floculación	64
Ilustración 54. Proceso constructivo del reforzamiento	65
Ilustración 55. Demolición de placas en concreto	66
Ilustración 56. Instalación de cinta sika	66
Ilustración 57. Proceso constructivo de sello hidráulico	66
Ilustración 58. Proceso constructivo del reforzamiento.	68
Ilustración 59. Refuerzo en módulos de tratamiento	68
Ilustración 60. Refuerzo perimetral de módulos de floculación.	69
Ilustración 62. Módulos de aireación.	70
Ilustración 63. Módulos de floculación tipo alabama	71
Ilustración 64. Corte de floculador tipo alabama	71
Ilustración 65. Corte de módulo de sedimentación	72
Ilustración 66. Módulos de sedimentación acelerada	72
Ilustración 67. Corte de moduló de filtros rápidos	73
Ilustración 68. Módulos de filtros rápidos.	73
Ilustración 69. Módulo de cloración y desinfección	74
Ilustración 70. Proceso constructivo	74

RELACION DE ANEXOS.

Anexo A. Bitacoras de seguimiento de pasantia	91
Anexo B. Carta de solicitud pasante	176
Anexo C . Carta de solicitud empresa	178
Anexo D. Carta delegación de funciones	180
Anexo E. Contrato de obra y de interventoría, para la construcción de la planta de tratamiento del municipio de Sáchica.	182
Anexo F. Contrato de obra y de interventoría, para la construcción de la empresa social del estado municipio de santa sofá.	192
Anexo G. Ensayos de laboratorio	195
Anexo H. Medio magnetico de pasantia	-

GLOSARIO.

AGUA CRUDA: agua que no tiene ningún tratamiento.

AGUA POTABLE: agua que puede ser consumida por el hombre gracias a un proceso de purificación que cumple con las normas de calidad establecidas por las autoridades locales e internacionales.

CALIDAD DEL AGUA: conjunto de características organolépticas, químicas, físicas y microbiológicas propias el agua.

CAUDAL DE DISEÑO: estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

COAGULACIÓN: aglutinación de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes.

COAGULANTES: sustancias químicas que inducen el aglutinamiento de las partículas muy finas, ocasionando la formación de partículas más grandes y pesadas.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA: es la alteración de sus características organolépticas, físicas, químicas, radioactivas, y microbiológicas, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor.

DOMO: se designa una especie de cúpula en policarbonato.

FLANCHE: lamina metálica utilizada en cubiertas para evitar infiltraciones.

FUENTE DE ABASTECIMIENTO: es todo recurso de agua utilizado en un sistema de suministro de agua.

IMPACTO AMBIENTAL: afectación del entorno ocasionada por la realización de

una obra.

MATERIAL FLOTANTE: aquellos materiales que se sostienen en equilibrio en la superficie del agua y que influyen en su apariencia.

MEZCLADOR: equipo para producir turbulencia en el agua.

NORMA DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE: valores de referencia admisibles para algunas características presentes en el agua potable, que proporcionan una base para estimar su calidad.

POBLACIÓN SERVIDA: es el número de personas abastecidas por un sistema de suministro de agua.

PÓRTICO: es un espacio arquitectónico conformado por una galería de columnas adosada a un edificio.

POLICARBONATO: el policarbonato es un grupo de termoplásticos fácil de trabajar, moldear y termo formar, y es utilizado ampliamente en la manufactura moderna.

RACK: es un soporte metálico destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones.

SEDIMENTACIÓN: proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, previa adición de químicos coagulantes.

SISTEMA DE POTABILIZACIÓN: conjunto de procesos unitarios para purificar el agua y que tienen por objeto hacerla apta para el consumo humano.

TRATAMIENTO: conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a las normas establecidas en el decreto 475 de 1998.

TURBIEDAD: propiedad óptica del agua basada en la medida de luz reflejada por las partículas en suspensión.

VERTEDERO: dispositivo hidráulico de rebose de un líquido.

IRCA: es el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, que comenzó a regir a partir de la resolución 2115 de 2007

ANCLAJE: agujero de anclaje debe estar siempre limpio, seco, libre de aceite grasa.

REFORZAMIENTO: sistema estructural para reavitar muros

FUNDIR: corresponde a la instalación de una mezcla de concreto dentro de un molde.

CONCRETO: es una mezcla de diversos elementos utilizada en la construcción. La adecuada dosificación es indispensable para poder preparar un concreto con las normas de calidad requeridas.

VALVULAS: es uno de los instrumentos de control de caudal en tuberías

ANCHORFLIX: adhesivo para anclajes de dos componentes basado en poliéster libre de solventes y estirenos.

PASAMURO: son elementos que se instalan dentro de un muro previos a la fundida.

RESUMEN

En el desarrollo de actividades de pasantía, la empresa Jaime Torres asignó las funciones directamente relacionadas como auxiliar de interventoría para dos contratos de obra, los cuales se encuentran en municipios diferentes, de la misma región. Al pasante le fue asignada la labor de seguimiento de las actividades ejecutadas por los contratistas, en su calidad de auxiliar de interventoría.

En la población del municipio de Sáchica del departamento de Boyacá, en los años 2015 y 2016 se ejecutó un proyecto de obra con recursos del municipio, este tenía como objeto el mantenimiento, optimización del sistema de acueducto urbano, planta de tratamiento y sistema en general, contando con una inversión inicial de \$ 463.796.016,11 pesos colombianos, posteriormente, se requirió de un presupuesto adicional, ya que en el desarrollo del proyecto se hizo necesario ejecutar obras no previstas en el contrato. De esta manera, para la construcción y optimización de la planta de tratamiento se adecuaron los módulos de aireación, floculación, sedimentación, filtros rápidos y módulo de cloración para el tratamiento y desinfección de agua potable en la planta compacta de 10 L/s.

Para el municipio de Santa Sofía del departamento de Boyacá, se contrató la Construcción de obras para reforzamiento estructural y adecuación de la Empresa Social del estado “ESE”, el proyecto contaba con una inversión inicial de \$592.214.895,00 pesos colombianos. El proyecto realizó la demolición de la edificación existente y construyó un nuevo proyecto de dos niveles en planta “tipo pórtico”, que tenía por objeto reestructurar y adecuar las áreas de atención médica. Se reemplazó la estructura antigua debido a que presentaba patologías en las estructuras, lo cual impedían que la construcción estuviera en funcionamiento.

Dentro de los contratos anteriormente mencionados, el autor desarrolló su pasantía ejerciendo funciones de auxiliar de interventoría, realizando labores de

inspección técnica en los procesos constructivos, seguimiento administrativo y financiero en la inversión de los recursos destinados para los proyectos.

Palabras claves:

Estructura, planta de tratamiento, interventoría y reforzamiento.

ABSTRACT

In the development of activities of internship, the company Jaime Torres assigned the functions directly related like to help of interventoría for two contracts of work, which are in different municipalities, of the same region. There was assigned to the assistant the labor of follow-up of the activities executed by the contractors, in his quality of helping of interventoría.

In the population of SÁCHICA's municipality of Boyacá's department, in the year 2015 and 2016 a project of work was executed by resources of the municipality, this one took as an object the maintenance, optimization of the system of urban aqueduct, plant of treatment and system in general, possessing an initial investment of \$ 463.796.016,11 Colombian weight, later, it was needed of an additional budget, since in the development of the project it became necessary to execute works not foreseen in the contract. Hereby, for the construction and optimization of the plant of treatment there were adapted the modules of aeration, flocculation, sedimentation, rapid filters and module of chloration for the treatment and disinfection of drinkable water in the compact plant of 10 L/s.

For the municipality of Holy Sofia of Boyacá's department, the Construction of works was contracted for structural reinforcement and adequacy of the Social Company of the condition "THIS", the project was possessing an initial investment of 592.214.895,00 \$ Colombian weight. The project realized the demolition of the existing building and constructed a new project of two levels in plant " type portico ", that had for object restructure and adapt the areas of medical attention. The ancient structure was replaced due to the fact that he was presenting pathologies in the structures, which they were preventing that the construction was in functioning.

Inside the contracts previously mentioned, the author developed his internship exercising functions to help of interventoría, realizing labors of technical inspection in the constructive processes, administrative and financial follow-up in the investment of the resources destined for the projects.

INTRODUCCIÓN

El propósito de la interventoría de obra en proyectos de construcción, está enfocado a la supervisión técnica, administrativa y financiera, siendo estas funciones complementarias e inseparables durante la ejecución de la obra, para garantizar el cumplimiento e inversión en proyectos de construcción. Las funciones de la interventoría técnica están centradas en el proceso constructivo de los diseños de un proyecto, al mismo tiempo que se encarga del control de los presupuestos destinados para el cumplimiento y ejecución de proyectos de construcción. Esta pasantía relaciona el cumplimiento de funciones como auxiliar de interventoría técnica, administrativa y financiera en proyectos de construcción que generan un impacto significativo en la comunidad.

En la construcción de proyectos que benefician directamente a la comunidad, se encuentra la adecuación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Sáchica, obra en la que se realizó un seguimiento en procesos constructivos que contribuyeron en la optimización de los módulos de tratamiento, que favoreció el mejoramiento de la calidad del agua potable consumida por los habitantes del municipio de Sáchica. La optimización de la planta de tratamiento genera un impacto significativo en el desarrollo y crecimiento de la calidad de los servicios para la población de este municipio. En el mismo lapso de tiempo, se realizó la construcción de la empresa social del estado del municipio de Santa Sofía, en la cual se brindará atención médica a la comunidad, contribuyendo con el desarrollo socio-económico del municipio.

Por consiguiente, en la presente pasantía, se realizó un seguimiento en el control de los procesos constructivos para los proyectos de obra mencionados, desde las funciones de auxiliar de interventoría que velan por el cumplimiento técnico, administrativo y financiero para la construcción de proyectos de ingeniería ejecutados en los municipios de Sáchica y Santa Sofía, Boyacá.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL.

- Desarrollar funciones como auxiliar de interventoría técnica, administrativa y financiera para la construcción de la Empresa Social del Estado del municipio de Santa Sofía y la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Sáchica.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Llevar a cabo el apoyo de interventoría técnica a los contratos, verificando que se cumplan las especificaciones de los diseños avalados dentro de las actividades ejecutadas, por medio de inspección técnica y ejecución de ensayos.
- Contribuir al desarrollo de la interventoría administrativa en los contratos de obra, supervisando que cumplan con aspectos de seguridad, y salud en el trabajo.
- Realizar apoyo en interventoría financiera, mediante supervisión de la inversión de recursos, a partir de los balances presupuestales y seguimiento de obra.

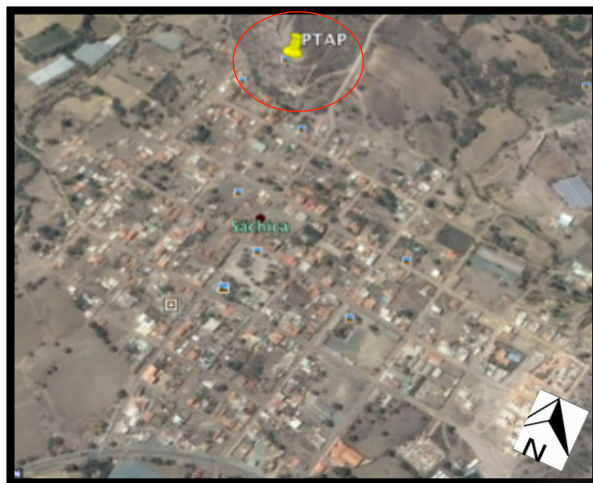
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DONDE SE DESARROLLARON LOS PROYECTOS

El trabajo de pasantía ejecutado por el estudiante se desarrolló en proyectos fuera de la ciudad de Tunja, los cuales se encontraban en ejecución en municipios cercanos. Éstos son:

2.1. MUNICIPIO DE SÁCHICA.

El proyecto que se desarrolló fue mantenimiento y optimización del sistema de acueducto urbano, planta de tratamiento y sistema en general, este se encuentra ubicado en el Municipio de Sáchica a unos 32 km al Oeste de Tunja, departamento de Boyacá.

Ilustración 1. Ubicación geográfica PTAP



Fuente: Imagen Satelital¹, 15 de Junio del 2016

En la ilustración 1 se presenta una descripción gráfica de la ubicación de la planta de tratamiento. Esta se encuentra a 5 cuadras de distancia del centro del

¹ [Citado el 2 de junio del 2016] Disponible en <
<https://www.google.es/maps/place/Sáchica,+Boyacá,+Colombia>

municipio de Sáchica, en el Barrio El Calvario como se muestra en la ilustración 1. Dentro de las características del municipio de Sáchica, se encuentra que es un municipio pequeño, con un clima semi-templado, alta producción de cebolla cabezona y tomate. El municipio cuenta con una altitud de 2.150 m.s.n.m y una población de 3791 habitantes al 2015 (DANE, 2015).

2.2. MUNICIPIO DE SANTA SOFÍA.

El proyecto en referencia consistió en la construcción de obras de reforzamiento estructural según estudio de vulnerabilidad sísmica, adecuación y ampliación de la Empresa Social del Estado del municipio de Santa Sofía, ESE. El municipio Santa Sofía en donde se desarrolló este proyecto se encuentra limitando con los siguientes municipios al Norte con Moniquirá, al Oriente con Gachantivá, al Suroriente con Villa de Leyva y al Sur con Sutamarchán, todos ellos en el departamento de Boyacá.

Ilustración 2. Ubicación de la ESE.



Fuente: Imagen Satelital², Junio del 2016

El municipio de Santa Sofía tiene se caracteriza por ser una zona con veranos muy secos, presentado una altitud correspondiente a 2387 m.s.n.m y una población de 2.704 habitantes al 2015 (DANE 2015)

² [Citado el 2 de junio del 2016] Disponible en <
<https://www.google.es/maps/place/Santa+Sof%C3%ADa,+Boyac%C3%A1,+Colombia/>

3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

En el desarrollo de actividades de pasantía, la empresa Jaime Torres asignó las funciones directamente relacionadas como auxiliar de interventoría para dos contratos de obra, los cuales se encuentran en municipios diferentes, de la misma región. Al pasante le fue asignada la labor de seguimiento de las actividades ejecutadas por los contratistas, en su calidad de auxiliar de interventoría, en los siguientes proyectos:

Tabla 1.Descripción de proyectos.

Contrato	Municipio	Nº. Contrato
Construcción de obras para reforzamiento estructural, según estudio de vulnerabilidad sísmica, adecuación y ampliación de la Empresa Social del Estado del Municipio de Santa Sofía.	Santa Sofía.	100-07-02-02 ³ de 2015
Mantenimiento y optimización del sistema de acueducto urbano, lechos filtrantes, planta de tratamiento y sistema en general del Municipio de Sáchica.	Sáchica.	OP201510002

Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

Los contratos mencionados anteriormente, empezaron con ejecución de actividades a partir de Agosto y Septiembre del año 2015. La duración de tiempo inicial de cada uno de los contratos fue de 3 meses y fue necesario hacer una adición en recursos y en tiempo, estimando que la finalización de ambos contratos sea en Julio del 2016.

Las funciones realizadas por el pasante estuvieron centradas en un acompañamiento técnico y financiero para los dos contratos, con permanecía

³ [Citado el 2 de Noviembre del 2015] Disponible en<
<https://www.contratos.gov.co/consultas/inicioConsulta.do>

diaria en ejecución de actividades como son: inspección técnica, balances presupuestales, medición de cantidades y presentación de informes escritos ante la entidad contratante.

3.1. EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO, SANTA SOFÍA

El presente informe es una memoria descriptiva realizada al seguimiento del pasante a la ejecución del contrato de obra No. 100-07-02-02 de 2015 y como contratista la Unión Temporal Lagor, cuyo representante legal es el Ingeniero Luis Alberto Gordillo Valderrama. En este informe se relacionan las novedades, tales como: descripción de las actividades realizadas por el contratista, los equipos utilizados, personal responsable, seguridad en trabajo y cantidades ejecutadas en el contrato.

Tabla 2.Generalidades del contrato de la ESE

Información general	
Característica	Descripción.
Contrato N°.	100-07-02-02 de 2015.
Objeto	"Construcción obras para reforzamiento estructural según estudio de vulnerabilidad sísmica, adecuación y ampliación de la Empresa Social del Estado del Municipio de Santa ⁴ Sofía - Departamento de Boyacá"
Valor	592.214,895 incluye IVA.
Contratante	Municipio de Santa Sofía Boyacá
Contratista	Unión temporal Lagor ese 2015
Interventor	Jaime Edison Torres Rincón
Supervisor del	Daniel Fernando Rodríguez

⁴ [Citado el 2 Marzo del 2016] Disponible en<
<https://www.contratos.gov.co/consultas/resultadoListadoProcesos.jsp#>

contrato:	
-----------	--

Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

En la tabla 2, se relacionan las características generales del contrato de la ESE para el municipio de Santa Sofía, de este modo, se puso en marcha la construcción y adecuación de la E.S.E existente, la cual presentaba patologías y deformaciones en su estructura. Entonces, se tomó la determinación de construir una nueva estructura que diera cumplimiento a las normas para entidades de Salud.

3.1.1. Actividades preliminares. En el desarrollo de las actividades para el presente capítulo se adecua el área del proyecto para la edificación nueva, incluyendo las actividades relacionadas a continuación.

3.1.1.1. Desmante de cubierta. Se vigilo el desmante de la totalidad del área de cubierta del centro de salud (antiguo), por parte del contratista con supervisión de la interventoría del proyecto; para la realización de esta actividad se llevaron a cabo todas las medidas de seguridad, para la correcta ejecución del proyecto. En la ilustración 3, se evidencia claramente el proceso de desmante de cubierta en fibrocemento.

Ilustración 3. Retiro de cubierta ESE.



Fuente: Autor, 15 Agosto 2015

3.1.1.2. Demolición de edificación existente. Por parte del auxiliar de interventoría se vigilo el proceso de demolición del centro de salud (antiguo) del municipio de Santa Sofía, con el fin de generar una nueva cimentación en el mismo lugar del proyecto. Las demoliciones realizadas se hicieron por medio mecánico con retiro de escombros a una distancia no mayor a 5 km, contemplando las medidas de seguridad en los trabajadores presentes en obra. Como se observa en la ilustración 4 la demoliciones de la estructura se hacen por medio mecánico generando un desalojo previo en los enceres de la estructura.

Ilustración 4. Demolición mecánica ESE.



Fuente: Autor, 20 Agosto 2015

El pasante de interventoría en cumplimiento de sus funciones, se vigilo las medidas de seguridad para la realización de las demoliciones con la finalidad de adecuar el lote de construcción. La ilustración 4 evidencia las demoliciones mecánicas ejecutadas en la edificación del centro de salud antiguo. En la ejecución de las obras realizadas para la demolición se hicieron con retiro de materia a 5 km del lugar de la obra.

Ilustración 5. Retiro de material producto de la demolición



Fuente: Autor, 25 Agosto 2015

3.1.1.3. Localización y replanteo. El constructor realizó la localización y replanteo del área del proyecto por medio de un levantamiento topográfico del centro de salud (viejo). El auxiliar interventoría en cumplimiento de sus funciones, realizó la verificación de cotas y puntos de referencia ubicando los ejes del proyecto, los cuales debían coincidir con un muro central en concreto que no fue demolido ya que se encontraba muy rígido no se considero demolerlo. La ilustración 6 evidencia la ubicación de los ejes perimetrales para el replanteo.

Ilustración 6. Localización y replanteo



Fuente: Autor, 11 Sep. 2015

3.1.1.4. Excavaciones manuales para cimentación. El constructor realizó las excavaciones manuales en relleno ya compactado para ubicar de zapatas y vigas de cimentación sobre ejes 1, 2, D y C. Los sitios excavados se encuentran sobre los ejes mencionados. Además se generaron excavaciones manuales para la instalación de red sanitaria y aguas lluvias. Teniendo en cuenta los ejes correspondientes a los diseños estructurales, la interventoría inspeccionó que se generen las excavaciones en la ubicación indicada en el plano. Las excavaciones manuales realizadas correspondieron a las secciones de zapatas y vigas de cimentación en un área ya compactada. En relación a la ilustración 14 se evidencia el proceso constructivo para las excavaciones en zapatas.

Ilustración 7. Excavaciones manuales para Zapatas



Fuente: Autor, 19 Sep 2015

3.1.1.5. Relleno material seleccionado. Las condiciones iniciales del lote del proyecto, presentaban un material de relleno que se hizo necesario retirar debido a que era un material orgánico que no era apto para cimentar. El relleno generado fue hecho en material seleccionado, siendo instalado en capas no mayores a 20 cm de espesor, posteriormente, se compactó con plancha vibratoria y se continuó con las demás capas. Para el relleno instalado se hizo uso de vibro mecánico el cual mejora el nivel de compactación del área del proyecto. El proceso de compactación se realizó aplicando las capas y adicionándole un porcentaje de humedad, con el fin de obtener un porcentaje de compactación mayor al 95% de acuerdo al diseño y especificaciones de la norma⁵.

El auxiliar de interventoría vigilo el proceso constructivo para la adecuación del relleno la cual fue ejecuta por el contratista, con una cantidad de recebo de 2.20 m en altura, y un área de 25.05 X 15.02 m². El auxiliar de interventoría hizo un seguimiento al nivel de compactación el cual cumpliera con las especificaciones técnicas del porcentaje de compactación de los diseños del proyecto. La ilustración 8 evidencia el proceso constructivo para la compactación mecánica del material de mejoramiento realizado.

Ilustración 8. Compactación de material seleccionado.



Fuente: Autor, 23 Sep. 2015

⁵ REPUBLICA, Colombia. Reglamento técnico colombiano NSR-10 En: Ministerio de ambiente vivienda y desarrollo estructural. Titulo H. Imprenta nacional. p. H5-h6

3.1.2. Cimentación. En el presente capítulo se relacionan las actividades correspondientes para la cimentación del proyecto, de acuerdo a las actividades realizadas durante la ejecución de la obra. El pasante de interventoría en cumplimiento de sus funciones realizó un seguimiento al proceso constructivo de cada uno de los ítems.

3.1.2.1. Excavación mecánica y retiros. El constructor realizó la excavación en toda el área del proyecto a excepción de unos muros centrales, los cuales se rellenarán de material seleccionado en el área que comprendía el centro de salud (antiguo). Es de tener en cuenta que las excavaciones generadas fueron 414,41 m³. El pasante en el proceso constructivo evidenció que era necesario excavar en el relleno existente, debido a que las características del material no funcionaban como suelo de cimentación, por esta razón, se hizo necesario generar la excavación hasta un nivel de -2.50 m, donde se encontró suelo firme y de acuerdo al estudio funcionaba como suelo de cimentación.

Ilustración 9. Excavaciones mecánicas de material orgánico



Fuente: Autor, 28 Agosto 2015.

3.1.2.2. Concreto de zapatas de 3000 Psi. Se realizó la construcción de zapatas profundas a nivel (-2,50m) en los ejes; D, C, 1, 2. Las zapatas son de una sección de (1m*1m*0.35m), para los ejes A y B. La cimentación estará a un nivel de -0.20m, con respecto al nivel cero de la vía.

El concreto utilizado para la fundida de zapatas es de una resistencia de 3500 PSI, corroborados en ensayos de laboratorio por parte de la interventoría del proyecto. El proceso constructivo de las zapatas en concreto consistió en hacer las excavaciones en material compactado de acuerdo a la ilustración 10. Posteriormente, se hizo un solado de protección de espesor de 4cm y finalmente se construyó la sección de zapata del diseño con una relación de mezcla de 3500 PSI.

Ilustración 10. Excavaciones manuales para Zapatas.



Fuente: Autor, 24 Sep. 2015

3.1.2.3. Concreto de vigas de cimentación (Nivel -1.50). Para la cimentación profunda del centro de salud se construyeron vigas de cimentación en los ejes D y C. Se fundieron vigas intermedias entre estos ejes. Los materiales utilizados para la construcción fueron acero de 60.000 PSI y concreto de 24,5 MPA (3500 PSI). La sección de vigas construidas se realizó instalando el refuerzo de diseño con

las separaciones respectivas. Posteriormente se realizó el encamisado con formaleta en madera y se hizo la fundida con la relación de mezcla de diseño.

Ilustración 11. Fundida de vigas de cimentación.



Fuente: Autor, 1 Octubre. 2015

3.1.2.4. Base de concreto de 2000 PSI.

Ilustración 12. Solados en elementos para elementos de cimentación.



Fuente: Autor, 26 Septiembre 2015

Con el fin de impermeabilizar el relleno de material seleccionado, con la cimentación del proyecto, se aplicó una capa de mortero con un espesor de 4 cm,

ubicándose debajo de zapatas y vigas de cimentación. Los morteros auto nivelantes se hicieron con una relación de mezcla de 2000 PSI. La interventoría inspeccionó que los solados quedaran centrados en la sección de zapatas y vigas de cimentación.

3.1.3. Estructura del proyecto. Para el proyecto en referencia se realizó una estructura tipo pórtico, la cual trabaja conjuntamente entre columnas, vigas y zapatas. El sistema funciona como un conjunto de elementos estructurales unidos en sus extremos mediante juntas rígidas, las cuales generan un solo elemento portante. El proyecto tiene dos plantas de piso y un relleno inferior en el cual se encuentra cimentado.

3.1.3.1. Concreto viga aérea. El concreto utilizado en cada elemento de viga aérea tiene una resistencia de diseño de 3500 PSI, estos elementos horizontales trabajan conjuntamente para poder sostener todas las cargas de diseño distribuidas mediante vigas, viguetas, correas de cubierta, dinteles, alfajías y cintas de remate para muros de culatas. Para el proceso constructivo se realizó un seguimiento en la instalación de cada una de las vigas aéreas propuestas en los diseños.

El pasante de interventoría verificó que los elementos instalados correspondieran a las características de los diseños, para la fundida de las vigas de concreto se hizo un seguimiento en la relación de mezcla del diseño y se realizaron constantemente ensayos de laboratorio para corroborar la resistencia del concreto. En las fotografías 25 y 26 se relacionan los procesos constructivos en la instalación del refuerzo, armado y fundida de concreto para vigas aéreas.

Ilustración 13. fundida de viga en concreto reforzado.



Fuente: Autor, 23 Dic 2015

3.1.3.2. Viga canal, concreto 3000 psi impermeabilizado: Los elementos de viga canales en concreto son estructuras horizontales que pueden sostener carga entre dos apoyos sin crear empuje lateral en éstos. Las vigacanales recogen las aguas lluvias hacia un punto de bajante, permitiendo desaguar el agua lluvia recolectada en el área de cubierta. Para el proceso constructivo se realizó la instalación de los refuerzo de acuerdo a las características de los diseños.

Para la fundida de las vigas de canales, se utilizó una relación de mezcla correspondiente a los 3000 PSI con adición de impermeabilizante, el cual garantiza que no se generen infiltraciones o presencia de humedad. El pasante de interventoría realizó un seguimiento al proceso constructivo teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de los elementos. En la ilustración 14 se observa el proceso constructivo en la instalación del refuerzo y el terminado en la sección de la viga canal en concreto.

Ilustración 14. Instalación de refuerzo para viga-canal



Fuente:Autor, 19 Enero del 2016.

3.1.3.3. Placa Steel Deck calibre 20, 2 pulgadas y espesor 12 cm. El Steel Deck⁶ corresponde a una estructura mixta horizontal en la que la colaboración entre los elementos de acero y los de hormigón generan un elemento estructural **(ACESCO, 2012)** optimizado, que se utiliza para aligerar placas de entrepiso. Su proceso constructivo exige que no tenga luces muy largas debido a que necesita una sección de contacto para soportar el esfuerzo, instalándose sobre la sección de la viga y posteriormente se le adiciona la mezcla en concreto que generan un solo elemento. El pasante de interventoría en el cumplimiento de sus funciones comprobó las especificaciones técnicas, garantizando que se dé cumplimiento al diseño del proyecto.

El proceso constructivo de las placas de Steel Deck incluye la instalación de un refuerzo por retracción y temperatura, correspondiendo a una malla electro soldada (Calibre 5mm), instalada en la parte inferior del espesor de la placa. En la ilustración 15 se evidencia el proceso constructivo la placa aligerada fundida en

⁶ [Citado el 2 Marzo del 2016] Disponible en<
<http://www.acesco.com/downloads/manual/Metaldeck.pdf>

concreto, e instalación de elementos para la red de desagües los cuales se instalan antes de la fundida.

Ilustración 15. Instalación de placa Steel Deck.



Fuente: Autor, 14 Febrero del 2016.

3.1.3.4. Columnas mayores a 3 metros. En todos los ejes del proyecto se construyeron columnas menores a 3 m, estas columnas tienen continuidad desde la zapata hasta los pisos superiores. La relación de mezcla utilizada para el concreto es de una resistencia de 3500 PSI. Su proceso constructivo se llevó a cabo con el amarre de refuerzo desde la sección de la zapata hasta la altura final del piso. Posteriormente, fueron encontradas en formaleta metálicas hasta los niveles correspondientes al piso superior.

El pasante de interventoría en cumplimiento de sus funciones, inspeccionó la instalación de los elementos correspondientes al refuerzo que se encuentra cada una de las columnas. Las columnas de los diseños no presentan características de simetría, portante la instalación del refuerzo varia. El proceso constructivo de cada uno de los elementos, consistió en el armado de refuerzo de acuerdo al despiece del diseño y posteriormente encamisado y fundida. Por solicitud del pasante se instalaron elementos de protección para ayudar al curado del concreto (ver ilustración 6), durante los primeros 7 días después de la fundida.

Ilustración 16. Columnas de concreto reforzado.



Fuente: Autor, 2 Dic 2015.

3.1.3.5. Columnas menores a 3 m. El constructorZ para los ejes (D, 1 y C) construyo columnas menores a 3 m, con un sistema confinado dentro del muro de contención. La columna tiene continuidad desde la zapata hasta la viga de amarre, con una sección de columnas diseñada en concreto de 3500 PSI, con refuerzo de 60.000 PSI. El auxiliar de interventoría para el proceso constructivo de las columnas y columnetas menores a 3 m, verificó que cada uno de los elementos estuviera correspondiendo de acuerdo a la especificación técnica de los diseños estructurales. En la imagen 31, se evidencia la instalación del refuerzo de acuerdo a la especificación técnica de los diseños.

Ilustración 17. Instalación de refuerzo para columnas.



Fuente: Diego Rodríguez, 16 Oct 2015.

3.1.3.6. Suministro e instalación de acero de 60000. Para la instalación de los elementos estructurales que conforman al proyecto como vigas y columnas, se instaló el refuerzo de acuerdo al diseño estructural, el cual plantea un refuerzo variado y no genera simetría alguna entre elementos. En el proceso constructivo se respetó las indicaciones estructurales como despiece de columnas, vigas de cimentación y vigas aéreas y demás elementos. La interventoría en cumplimiento de sus funciones realizó un seguimiento en la instalación de elementos en acero los cuales conforman vigas, columnas y placas de acuerdo a los diseños.

Ilustración 18. Proceso constructivo de vigas aéreas



Fuente: Diego Rodríguez, 19 feb 2016

Ilustración 19. Proceso constructivo de sistema pórtico



Fuente: Diego Rodríguez, 19 Mar 2016

3.1.3.7. Malla electro-soldada. El refuerzo de acero es de 60.000 PSI, compuesto por filamentos⁷ metálicos de acero de calibre de 5 mm, que se encuentran separados cada 15 cm, formando una malla. Este elemento es utilizado como refuerzo de refracción y temperatura de elementos estructurales. El pasante de interventoría realizó un seguimiento y control en la instalación de la malla electro soldada instalada en la placa de contra piso, andén y placa de entrepiso. En la instalación del refuerzo de contracción se instaló con traslapeo mínimo requerido por la norma y la uniformidad de los elementos.

⁷ [Citado el 2 de junio del 2016] Disponible en <
<http://formin.galeon.com/album1599701.html>

3.1.4. Mampostería. La mampostería estructural es un sistema rígido, lo que implica que su desplazamiento lateral durante un evento sísmico es muy bajo y presenta daños mínimos en los acabados, este sistema hace parte del sistema denominado “muros de carga”. Dentro de los edificios de mampostería estructural se destacan elementos de arcilla cocida por cuanto tienen una gran aceptación tanto técnica como estéticamente. En la construcción de la empresa social del estado el municipio de Santa Sofía, el diseño estructural contempló la instalación de mampostería no reforzada en bloque numero 5. La estructura de la ESE es un pórtico de concreto reforzado constituido por vigas y columnas.

3.1.4.1. Suministro e instalación de muros en mampostería no reforzada. Dentro de los elementos no estructurales de la edificación en referencia se instalaron muros en Bloque número 5. En los dos niveles de la edificación se hicieron los muros divisorios confinados en la estructura tipo pórtico, dando cumplimiento a la organización del diseño arquitectónico del proyecto, en luces mayores a 3,5 m donde no se encontraban elementos de confinamiento, se confinaron los muros con columnetas en concreto reforzado, con una sección de 15x20 cm. Los refuerzos de columnetas se encuentran anclados en placa de contra piso y borde inferior de viga.

Ilustración 20. Proceso constructivo de mampostería.



Fuente: Diego Rodríguez, 19 Febrero del 2016.

3.1.4.2. Mesones nuevos en concreto con ancho de 0.60 m.

Son elementos no estructurales que tienen como finalidad soportar elementos necesarios para limpieza y lavado, como se evidencia en la imagen. Según la norma médico-arquitectónica (**Forero, 1996**), se hace necesario la instalación de elementos para lavado y desinfección de aparatos o disponer de un ambiente específico para este proceso en áreas de atención. La inspección en el proceso constructivo consistió en instalar el refuerzo y marcar los niveles de mesones a una altura de 0.90 m. El refuerzo instalado se hizo en barras de $\frac{1}{2}$ ", separada cada 20 cm, y ancladas al muro. El concreto utilizado en la placa de los mesones con resistencia es mayor a 3000 PSI.

Ilustración 21. Proceso constructivo de mesones



Fuente: Diego Rodríguez, 13 Jun 2016

3.1.4.3. Pañete sobre muro. Consiste en un revestimiento de muros con una o varias capas de mezcla de arena lavada fina y cemento, llamada mortero y cuyo fin es el de emparejar la superficie que va a recibir un tipo de acabado tal como pinturas, forros, etc. dando mayor resistencia y estabilidad a los muros, este proceso también es llamado revoque o repello⁸. El proceso constructivo en la instalación de pañete para muro, consiste en adicionar una capa de 2 cm de espesor con el fin de generar una superficie uniforme y plana. El pasante de interventoría hizo la verificación en la relación de mezcla correspondiente a una relación 1:4, y verifica que se aplique de manera uniforme al muro.

⁸ [Citado el 5 de junio del 2016] Disponible en <

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102803/MODULO_ACADEMICO/leccin_12_acabados_muros_techos_y_pisos.html

Ilustración 22. Instalación de pañete sobre muro.



Fuente: Diego Rodríguez, 01 Jun 2016

3.1.5. Instalaciones hidráulicas y sanitarias. Las redes hidráulicas son el conjunto de elementos como: redes, tanques elevados, cisternas, tuberías de succión, válvulas de control, válvulas de servicio, bombas, equipos de bombeo y demás aparatos necesarios para proporcionar agua fría, agua caliente, a los muebles sanitarios, hidrantes y demás servicios especiales de una edificación. El proceso constructivo en las redes hidráulicas y sanitarias consistió en dejar los ramales de conexión debajo de la placa de contra piso, con una pendiente en diseño del 2% para ramales principales y ramales secundarios con pendientes mayores. El pasante de interventoría realizó un seguimiento continuo en la instalación y ubicación de las redes sanitarias e hidráulicas antes de fundir placa de contra piso y placa de entrepiso para segundo nivel. Las tuberías hidráulicas se encuentran embebidas en las placas mencionadas, no obstruyendo ningún elemento estructural.

En el proceso constructivo se utilizaron medidas de protección en las redes instaladas, como fue el caso de ramales de tubería de desagüe, la cual fue recubierta de material fino que sirve como medio de protección para la tubería. En la instalación de redes se adicionaron zonas de ventilación a la red. La finalidad

es ventilar los ramales a lo largo de la tubería. El proceso constructivo en la instalación de tubería se evidencia en la ilustración 23, para la instalación de ramales de tubería de desagüe. Primero se instaló la tubería y posteriormente se agregó un material fino antes de compactar el material de mejoramiento con la finalidad de proteger las instalaciones realizadas.

En la ilustración 23, se relaciona el proceso constructivo de la instalación de las tuberías hidráulicas y puntos de la red de tubería de la red sanitaria, la cual fue instalada sobre el material de mejoramiento. En la ilustración 24 se evidencia la instalación de la red de tubería para bajante de viga canal proyectadas en muros. La ilustración 24 evidencia el proceso constructivo de la tubería de placa de entrepiso.

Ilustración 23. Redes de agua potable.



Fuente: Diego Rodríguez, 01 feb, 2016

Ilustración 24. Proceso constructivo de tubería para bajantes

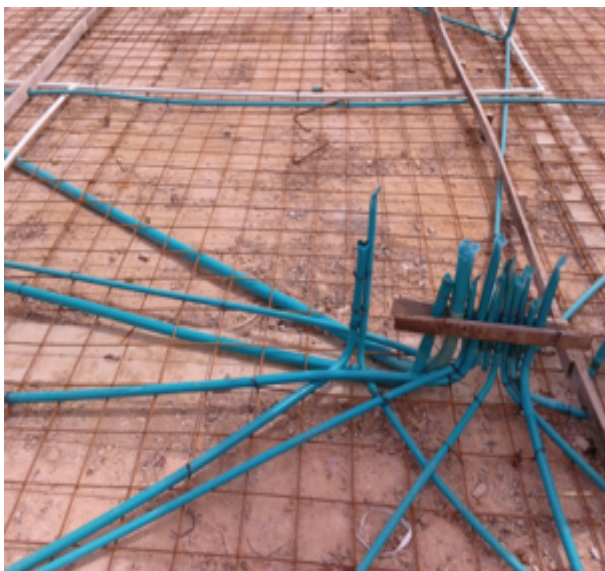


Fuente: Diego Rodríguez, 01 feb 2016

3.1.6. Instalaciones eléctricas. Los circuitos eléctricos instalados, tienen como objetivo incluir equipos y accesorios necesarios para asegurar su correcto funcionamiento a la conexión con los aparatos eléctricos. El proceso constructivo de las instalaciones eléctricas, correspondió al cableado e instalación de tubería, las cuales se encontraban instaladas debajo de la placa de contra piso como se ve en la ilustración 25, correspondiente a toma corrientes red de datos y TV. El pasante de interventoría en cumplimiento de sus funciones inspeccionó que la red de cable se instalará de acuerdo a los diseños eléctricos propuestos y que correspondiera a la ubicación del diseño.

De acuerdo a las especificaciones técnicas de la norma, para instalaciones eléctricas se hizo necesario instalar tubería “EMT” para la línea de distribución de lámparas de techo como se evidencia en la ilustración 26, teniendo en cuenta las modificaciones para la instalación de elementos eléctricos.

Ilustración 25. Tendida de red eléctrica.



Fuente: Diego Rodríguez, 10 Dic 2016

Ilustración 26. Tubería EMT para lámparas



Fuente: Diego Rodríguez, 15 jun 2016

3.1.7. Estuco sobre muro: El estuco es una pasta de grano fino compuesta de cal apagada, mármol, pulverizado, yeso y pigmentos naturales, los cuales se endurecen por reacción química. Su mezcla es homogénea en agua y es directamente aplicado sobre una superficie pañetada, dejando una textura lisa. La textura y los acabados de los muros de mampostería presentan superficies robustas. El proceso constructivo en la instalación de base en estuco consiste en adicionar una pasta de manera uniforme a todos los muros del proyecto, excepto los de muros de fachada que tienen una superficie en graniplas.

El pasante de interventoría en cumplimiento de sus funciones realizó un seguimiento en la instalación de estucos para muros internos como se refleja en la ilustración 27. Las áreas que no tienen en cuenta la instalación de estucos son la sala de procedimientos y los baños, debido a que se encuentran enchapadas totalmente y por tanto no es necesario aplicarle base en estuco y pintura 3 manos.

Ilustración 27. Instalación de enchapes de piso



Fuente: Diego Rodríguez, 20 Jun 2016

3.1.8. Enchape en cerámica blanca. Los elementos necesarios para hacer los acabados en edificaciones facilitan adecuar áreas de acuerdo al uso del proyecto. En el proyecto de reconstrucción de la empresa social del estado del municipio de Santa Sofía, se instalaron elementos de enchape en muros y pisos de acuerdo al uso del proyecto. En el proceso constructivo se instalaron elementos sobre una superficie alistada, la cual se encontraba totalmente nivelada, con mortero de sobre-simiento para todas las áreas de piso incluyendo los dos niveles de la edificación, como se proyecta en la ilustración 28 para los emchapes de piso y en zonas de de muro la ilustración 29. La instalación de enchape en muro se realizó para todas las áreas en contacto de humedad como lo son baños y salas de procedimientos.

De acuerdo a la resolución número 4445 (Forero, 1996) donde se establecen los requerimientos para instituciones prestadoras de servicios de salud, los pisos deberán cumplir, como mínimo, con las siguientes condiciones:

- Ser impermeables, sólidos, resistentes, antideslizantes, de fácil limpieza y uniformes, de manera que ofrezcan continuidad para evitar tropiezos y accidentes (Forero, 1996).
- Tener nivelación adecuada para facilitar drenaje.
- De material que no transmita ruido ni vibración.
- En los servicios quirúrgicos, obstétricos, de laboratorio, de esterilización, de bancos de sangre, salas de autopsias y donde se requiera un proceso de limpieza y asepsia más profundo, la unión con paredes o muros deberá llevar guarda escobas en media caña.

Ilustración 28. Enchape de piso.



Fuente: Diego Rodríguez, 20 Jun 2016

Ilustración 29. Suministro e instalación de enchapes de muro



Fuente: Diego Rodríguez, 22 Jun 2016

3.1.9. Instalación de cubiertas. Son elementos constructivos que protegen a las edificaciones en la parte superior y, por extensión, a la estructura sustentante de dicha cubierta. Cuando el material que forma la cubierta es la teja y dependiendo la materia se le conoce como cubierta.

3.1.9.1. Instalación de cubierta en fibrocemento. Las cubiertas en asbesto cemento son utilizadas en la construcción, estas están constituídas por una mezcla de un aglomerante inorgánico (cemento), que por medio de una reacción química forma la pasta unida por ligamentos y fibras. Para la instalación de este tipo de cubierta es necesario generar inclinaciones por encima de 16% para que funcione con normalidad.

El proceso constructivo para las zonas de cubierta en fibrocemento consistió en montar una estructura metálica, la cual se encuentra empotrada en una viga cinta y con luces no mayores a 4 m de longitud. La separación de la estructura (Perfilaría) (ACESCO, 2012), depende del diseño y calibre de teja utilizado. El pasante de interventoría en cumplimiento de sus funciones, inspeccionó la

separación de la estructura, la cual queda centrada en la longitud de traslape de las unidades de cubierta. El proceso constructivo de la cubierta considera la instalación de flanche metálico para el área perimetral de teja en fibrocemento como se ve en la ilustración 30 donde se encuentra instalada y alineada en su totalidad.

Ilustración 30. Proceso constructivo de cubierta



Fuente: Diego Rodríguez, 10 May 2016

3.1.9.2. Instalación de cubierta para domos en policarbonato. Las cubiertas en policarbonato son estructuras ergonómicas y de fácil instalación que se utilizan para recubrir espacios donde se necesite la claridad solar. Las placas de policarbonato celular con claro de 10 mm de grosor, son resistentes al impacto, fácil de instalar y con tratamiento anti rayos UV. El proceso constructivo para cubiertas en policarbonato consiste en instalar una estructura en aluminio la cual soportará las láminas de policarbonato, dependiendo del tipo y forma del policarbonato.

En la instalación de la cubierta en policarbonato se instalaron dos tipos de estructuras. El área de cubierta de primer piso corresponde a una estructura tipo domo, el cual tiene una altura de 0.50 m y se encuentra soportados sobre la sección de viga canales en concreto reforzado. La instalación de la estructura de

segundo piso corresponde a una estructura a una sola agua, vertiendo a una viga canal en concreto. El pasante de interventoría en cumplimiento de sus funciones realizó un seguimiento en la instalación de los domos en policarbonato, verificando que las uniones de traslapos entre láminas presentaran un sellado y que las áreas limitantes con muro se les instalaran el sello elástico para evitar infiltraciones. En domos de policarbonatos es de tener en cuenta que la longitud mínima de gotero debe ser $\geq$ a 5cm.

3.1.10. Fachadas y obras exteriores del proyecto. Los procesos constructivos para la adecuación de edificaciones, incluyen obras no estructurales las cuales influyen en el diseño arquitectónico de un proyecto. En las actividades de adecuación de la empresa social del estado del municipio de Santa Sofía se relacionan algunas vistas no terminadas de la fachada del proyecto.

3.1.10.1. Fachada posterior de la edificación. La fachada posterior de la edificación fue pañetada y se le agregó un terminado en Graniplas que se encuentra ubicada en toda el área como se evidencia en la ilustración 31.

Ilustración 31. Proceso constructivo de fachada posterior ESE



Fuente: Diego Rodríguez, 26 de Junio del 2016.

3.1.10.2. Fachada principal del proyecto.

La fachada principal de la edificación se le proyectará la instalación de graniplas como terminado final. El proyecto se encuentra ubicado al frente del ancianato del municipio, las características de fachada proyectan los ventanales en aluminio como se evidencia en la ilustración 32.

Ilustración 32. Fachada Principal.



Fuente: Diego Rodríguez, 28 de Junio del 2016.

Ilustración 33. Fachada lateral derecha



Fuente: Diego Rodríguez, 12 de Junio del 2016.

3.1.10.3. Fachada lateral derecha. De acuerdo a los diseños arquitectónicos del proyecto para la fachada derecha solo consta de un piso, encontrándose las zonas de atención medica, evidenciado en la ilustración 33 para el centro de salud del municipio de Santa Sofía.

3.1.10.4. Fachada lateral izquierda: Para la presente fachada se genera la instalación de graniplas sobre pañete en toda el área, estando a un costado de donde se tiene proyectada una vía de ingreso como se refleja en la ilustracion 34.

Ilustración 34. Instalación de graniplas en fachada



Fuente: Diego Rodríguez, 12 de Junio del 2016.

Fachada lateral derecha. De acuerdo a los diseños arquitectónicos del proyecto para la fachada derecha solo consta de un piso, encontrándose las zonas de atención medica del centro de salud del municipio de Santa Sofía.

4.1. PLANTA DE TRATAMIENTO, MUNICIPIO DE SÁCHICA

Las actividades relacionadas son una memoria descriptiva, resultado del seguimiento por parte del pasante a la ejecución del contrato de obra No. 100-07-02-02 de 2015, celebrado entre la Alcaldía del Municipio de Sáchica, cuyo representante legal es el Ingeniero Ángel Roa Hernández. En este informe se relacionan las novedades, tales como: descripción de las actividades realizadas por el contratista, los equipos utilizados, personal responsable y las cantidades ejecutadas para el cumplimiento del objeto.

Tabla 3. Información del contrato PTAP Sáchica.

INFORMACIÓN GENERAL	
Contrato de obra N°:	op2015100002 ⁹
Objeto:	Mantenimiento y optimización del sistema de acueducto urbano, lechos filtrantes, planta de tratamiento y sistema en general del municipio de Sáchica.
Valor original:	\$ 315.648.171,00
Valor adicionado	\$148.147.845,11
Valor total de proyecto	\$ 463.796.016,1
Contratista:	Ángel Roa Hernández.
Interventor:	Jaime Edison Torres Rincón
Contrato interventoría n°:	op2015100002
Supervisor del contrato:	Alejandra Amado

Fuente: Diego Rodríguez, 12 de Junio del 2016.

En el municipio de Sáchica se puso en marcha la construcción y adecuación de la planta de tratamiento de agua potable existente, la cual presentaba patologías en

⁹ [Citado el 2 de Noviembre del 2015] Disponible en<
<https://www.contratos.gov.co/consultas/inicioConsulta.do>

deformación de su estructura, debido esta problemática se tomó la determinación de construir una nueva estructura que diera cumplimiento a la norma en entidades de Salud.

4.1.1. Diagnóstico técnico de la planta existente. De acuerdo al diagnóstico preliminar adelantado por la interventoría contratada por el municipio de Sáchica para ejecutar los diseños propuestos por el plan departamental de aguas, se ha establecido que la calidad de agua del municipio de Sáchica no cumplía con la normatividad vigente y se propuso la optimización de la planta de tratamiento de agua potable.

Los estudios realizados por el plan maestro de acueducto generan unos diseños para la optimización de la PTAP, los cuales asumen que la estructura existente se encuentra en óptimas condiciones y sobre esta se deben realizar la continuación de muros para ampliar la capacidad hidráulica de la PTAP. Las condiciones actuales de la estructura presentan un desgaste en los módulos a intervenir que impiden realizar las obras contempladas en los diseños mencionados.

El estado actual de la planta de tratamiento de agua potable presenta patologías en los módulos existente que impiden el buen funcionamiento de los proceso de tratamiento, dentro de las más relevantes está el desgaste de los muros y fisura o grietas longitudinales. La planta de tratamiento cuenta con tres módulos que funcionan de forma independiente con procesos de floculación y sedimentación, de los módulos mencionados, sólo 1 se encuentra funcionando normalmente los otros dos módulos no funcionan debido a grietas en muros, que hacen que se generen pérdidas en el líquido. Por esta razón los módulos a intervenir son los que están sin funcionamiento y se hace necesario reforzar los muros para poder garantizar el buen funcionamiento de la optimización de la planta de tratamiento.

Teniendo en cuenta las especificaciones de la norma en plantas de tratamiento, debe cumplirse anchos mínimos de muros y estado óptimo del hormigo, los

módulos existentes no cumplen con ninguno de los parámetros señalados. De otro lado, existió la necesidad de hacer un reforzamiento en los muros de los módulos afectados que garantice resistencia e impermeabilidad para la adecuación de los módulos de tratamiento. Dentro de las alternativas contempladas para el reforzamiento estructural de los módulos 2 y 3 de PTAP, se decide hacer un reforzamiento en concreto impermeabilizado con espesores de 10 cm por las dos caras de los muros y refuerzo en dos direcciones anclado con pernos a los muros existentes, de esta forma garantizando rigidizar los muros y poder ejecutar las obras contempladas en los diseños.

En base a los estudios realizados para la optimización planta de tratamiento del municipio de Sáchica, se está adelanto la construcción de obras para el proyecto N°. OP2015100002, el cual contempla la optimización de los módulos existentes de la planta de tratamiento y la implementación de obras para tratamiento del agua proveniente de las bocatomas: Quebrada arriba y Ritoque. El agua tratada en la planta abastece a toda la población del municipio de Sáchica.

4.1.2. Identificación en detalle del estado inicial de la planta de tratamiento. La planta de tratamiento de agua potable del municipio Sáchica tenía tres módulos que hacen parte de los procesos de tratamiento de forma independiente. Los módulos presentan patologías que están impidiendo el funcionamiento de la PTAP. Los módulos identificados de la ilustración 35, presentan los muros de infiltración e impiden los procesos de tratamiento. El funcionamiento de los módulos existentes cuenta con cámaras de aireación, tanque de floculación y tanque de sedimentador que posteriormente va al tanque de almacenamiento.

Ilustración 35. Módulos planta de tratamiento existente



Fuente: Diego Rodríguez, 11 Nov 2015.

4.1.2.1. Desgaste superficial por abrasión. La abrasión producida por elementos que rozan sobre las superficies del hormigón produce un desgaste muy importante que genera destrucción del hormigón. En la imagen 36 se evidencia un desgaste superficial de los muros es producido por acciones mecánicas como la acción del oleaje, si el agua lleva partículas en suspensión y el tiempo de servicio.

Ilustración 36. Abrasión de módulos



Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

4.1.2.2. Eflorescencia. Se generan manchas de color blanco por ácido de sales, que se depositan en la superficie de los ladrillos o el hormigón. Los muros externos presentan eflorescencias por deterioro y escapes de agua hacia el exterior de la zona de tanques.

Ilustración 37. Eflorescencia en módulos de PTAP



Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

4.1.2.3. Flechas en losas o vigas sobre los que apoyan muros o tabiques. La fisura por lo general es vertical y en el centro del muro o tabique. Si el muro es largo se desarrolla en forma horizontal. La grieta vertical afecta el funcionamiento de los módulos de tratamiento, ya que se infiltra el agua y genera pérdidas presente entre el módulo 1 y el 2. En la ilustración 38 se evidencia los daños por las flechas para los muros de la planta de tratamiento de agua potables del municipio de Sáchica.

Ilustración 38. Flechas en muros centrales



Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

4.1.2.4. Abertura de muros. Una abertura debilita al muro e impone que se deban redistribuir las cargas hacia los costados de la misma, ocasionando esfuerzos diferenciales que generan tracciones. Los muros divisorios entre módulos de tratamiento, presentan aberturas en zonas centrales que impiden el funcionamiento de PTAP con las características de la ilustración 39.

Ilustración 39. aberturas en muros centrales



Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

1.1.1.1. Abertura de muros: Una abertura debilita al muro e impone que se deban redistribuir las cargas hacia los costados de la misma, ocasionando esfuerzos diferenciales que generan tracciones. Las aberturas presentadas generan infiltraciones entre los módulos impidiendo el proceso de tratamiento como se resalta en la ilustración 40.

Ilustración 40. Grieta de muros verticales



Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

1.1.1.2. Corrosión química. Teniendo en cuenta las condiciones ambientales se genera una agresión por parte de los compuestos presentes en el aire contaminado: dióxido de azufre, dióxido de carbono, sulfatos, cloruros, cenizas y escorias. El recubrimiento de muro presentado en la ilustración 41 es insuficiente para la protección del acero, creando deterioro del acero y pérdida de resistencia en los muros.

Ilustración 41. Corrosión química del acero



Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

1.1.1.3. Rotura leve en muro. Existe fisuras verticales menor a 1 cm. y no se observa desaplome de muros. El módulo 3 presenta rotura de muro de forma vertical en muros externos generando escapes. El estado actual es inservible como se observa en la ilustración 42

Ilustración 42. Rotura vertical de muros.



Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

1.1.1.4. Fugas con pasamuros. Los módulos de sedimentación presentan fugas que pasan los muros (ver ilustración 43), siendo estas fugas causantes de deterioro, de acuerdo a la ilustración 43.

Ilustración 43. Fugas en tuberías externas



Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

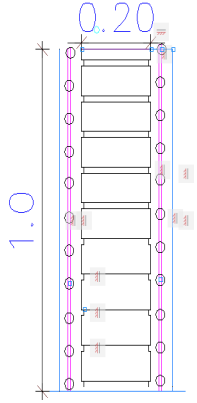
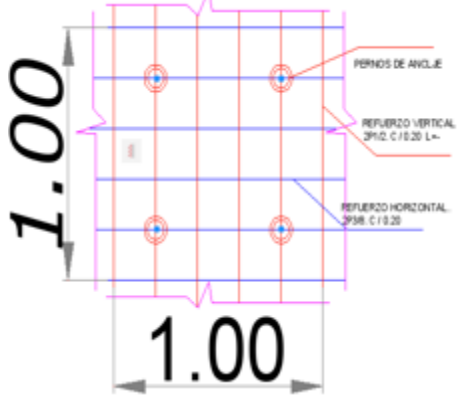
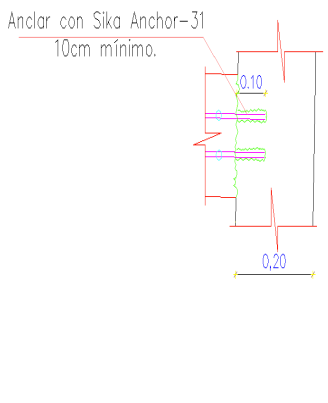
1.1.1.5. Fugas en muros. El grado de deterioro en muros hizo que se filtrará el agua hacia el exterior debilitando los módulos y generando fugas de agua hacia el exterior de los módulos como se indica en la ilustración 44.

Ilustración 44. Fugas Externa de muros



Fuente: Diego Rodríguez, 12 Nov 2015

1.1.2. Reforzamiento estructural planteado. Se instalará un refuerzo por cada una de las caras de los muros internos y externos, el refuerzo vertical y horizontal deberá estar anclado con pernos que garanticen adherencia en los muros existentes. La ilustracion 45 evidencia un corte transversal del reforzamiento en los muros, permitiendo que el refuerzo este anclado al muro de acuerdo al detalle de la ilustracion 47. La secciones de reforzamiento cuenta con anclajes transversales que garantizan el recubrimiento de los elementos como se evidencia en la la ilustracion 46.

Ilustración 45. Corte transversal del reforzamiento	Ilustración 46. Planta de reforzamiento	Ilustración 47. Anclaje de refuerzo
		

Fuente: Diego Rodríguez, 25 de noviembre del 2015

4.1.2.5. Picada y abusardada en concreto: Los muros de los módulos de tratamiento presentaban un desgaste considerable el cual se hizo necesario retirar con una abusardada sobre las caras de los muros. La actividad consistió en generar una picada superficial al muro con el fin de retirar pistura y pañete superficial.

El pasante inspeccionó que se hiciera de forma uniforme en picado en muros en todas las caras internas y externas del módulo 1 y 2. Se hizo necesario generar una superficie robusta para poder garantizar la adherencia en concreto de reforzamiento que se deberá instalar posteriormente en cada uno de los módulos.

Ilustración 48. Abusardada en muros



Fuente: Diego Rodríguez, 08 Ene 2016

4.1.2.6. Retiro de materia filtrante.

Ilustración 49. Retiro de material de filtro



Fuente: Diego Rodríguez, 21 Ene 2016

Los módulos de tratamiento presentaban una capa de material filtrante en cual estaba colmatado de lodos y material de sedimento, por tanto, para poder intervenir los módulos de tratamiento se hizo necesario retirarlos con distancia mayor a 5 km de longitud. El pasante de interventoría realizó el seguimiento continuo al retiro de material filtrante (ver ilustración 49), de la misma forma, se hizo inspección en el uso adecuado de los elementos de protección personal y las medidas de seguridad adecuadas para el bienestar de los trabajadores.

4.1.2.7. Anclajes de muro (zona de refuerzo). Debido a la propuesta del reforzamiento (Republica,) planteada para muros del módulo 1 y 2 se realizó perforaciones para instalación de anclajes en muro con separaciones debido al diseño estructural. El pasante de interventoría realizó toma de niveles para poder cimbrar y generar perforaciones en anclajes de muro, se hizo la inspección en que cada perforación realizada traspasara el muro, posteriormente se debió adicionar Sikadur 32 en la perforación realizada adicionando el refuerzo de anclaje.

Ilustración 50. Perforaciones para anclajes



Fuente: Diego Rodríguez, 28 Ene 2016

Ilustración 51

. Anclajes con Sikadur



Fuente: Diego Rodríguez, 28 Ene 2016

4.1.2.8. Instalación de refuerzo de 6000 PSI en muros. El diseño estructural planteado para el reforzamiento de módulos fue en barras de refuerzo de $\frac{1}{2}$ " separadas cada 20 cm en el sentido vertical y horizontal, la forma de instalar el refuerzo se hizo generando anclajes en placa y con la proyección del refuerzo hasta el nivel de referencia en la cota de diseño. El pasante de interventoría en la instalación del refuerzo hizo la verificación en cada una de las medidas del refuerzo instalado (ver ilustración 52 y 53) y los niveles de diseño de los módulos de floculadores, sedimentadores y filtro que presentan variación uno respecto al otro.

Ilustración 52. Instalación de reforzamiento en muros



Fuente: Diego Rodríguez, 24 Feb 2016

Ilustración 53. Adecuación de refuerzo para zona de floculación



Fuente: Diego Rodríguez, 24 Feb 2016

4.1.2.9. Reforzado de 4000 psi para muro - concretos de reparación. El concreto destinado para muros tiene resistencias mayor a 4000 PSI y la fundida realizada para este tipo de concretos tiende a ser especial debido al espesor del muro ($E=10\text{cm}$), los cuales se instalaron hasta una altura de muro existente (ver ilustración 54) y luego se continuo con proyección del ancho total de muro hasta el nivel de diseño en cada uno de los módulos. El pasante de interventoría realizó un seguimiento continuo en la calidad de los concretos instalados para reforzamiento

en muro, de acuerdo al diseño de mezcla del proyecto se hizo la verificación con cilindros testigos en cada una de las fundidas los cuales dieron resistencias mayores a los 4000 PSI.

Ilustración 54. Proceso constructivo del reforzamiento



Fuente: Diego Rodríguez, 01 Mar 2016

4.1.2.10. Demolición placas macizas en concreto $E \leq 0,15$ m. En obras exteriores a los módulos de tratamiento se adelantó la demolición de placa en concreto con espesores de ($E=0,25$), ubicadas en zona de red de desagüe. Las demoliciones contempladas se hicieron para poder incluir el mejoramiento en recebo y poder disminuir los niveles de la placa.

El pasante de interventoría en compañía del nivel de precisión define las cotas del relleno y la ubicación de placa fundida de acuerdo al espesor de la placa de contra piso demolida, cada uno de los escombros generados son retirados a distancia no mayor a 5 km como se observa en la ilustración 55.

Ilustración 55. Demolición de placas en concreto



Fuente: Diego Rodríguez, 21 Abril 2016

4.1.2.11. Cinta Sika Pvc V=0,15.

Ilustración 56. Instalación de cinta Sika



Fuente: Diego Rodríguez, 24 Feb 2016

Ilustración 57. Proceso constructivo de sello hidráulico



Fuente: Diego Rodríguez, 24 Feb 2016

La cinta Sika PVC debe ser embebida a lo largo de la junta, para formar un diafragma hermético que previene el paso del líquido a través de la junta. Se ofrece una variedad de tamaños y perfiles para cumplir con diferentes aplicaciones

tanto para juntas con movimientos como para juntas de construcción. El pasante de interventoría debido a los requerimientos técnicos del diseño estructural, propone la instalación de sello en cinta, la cual se verificó que se instalará en todos los lugares donde se genere junta entre una fundida y otra como se resalta en la ilustración 56 y 57 para generar el sello hidráulico.

4.1.2.12. Reforzamiento en muros. Los muros existentes de los tanques de tratamiento de agua potable presentaban un desgaste notorio debido a la vida útil del concreto, en base al rediseño generado para el mejoramiento de los módulos de tratamiento, se hizo necesario generar un reforzamiento en las dos caras de los muros existentes con la finalidad de rigidizar los muros y poder adecuar los módulos de tratamiento de acuerdo al diseño (ver ilustración 59). El pasante en cumplimiento de sus funciones como auxiliar de interventoría realizó una inspección, siguiendo el reforzamiento planteado por el diseñador estructural. Dicho reforzamiento se generó a lado y lado de los muros perimetrales del módulo 1 y módulo 2, el refuerzo planteado se realizó en barras de refuerzo de $\frac{1}{2}$ " espaciadas cada 20 cm en la vertical y cada 15 cm en la horizontal. Para la instalación del refuerzo se hizo necesario generar anclajes de piso y muros en cada barra, con perforación de $\frac{1}{2}$ " y aplicación de anchor-flix (Producto Sika) **(Butista, JUAN ALBERTI, 2015)**, quedando empotradas en el muro.

Ilustración 58. Proceso constructivo del reforzamiento.



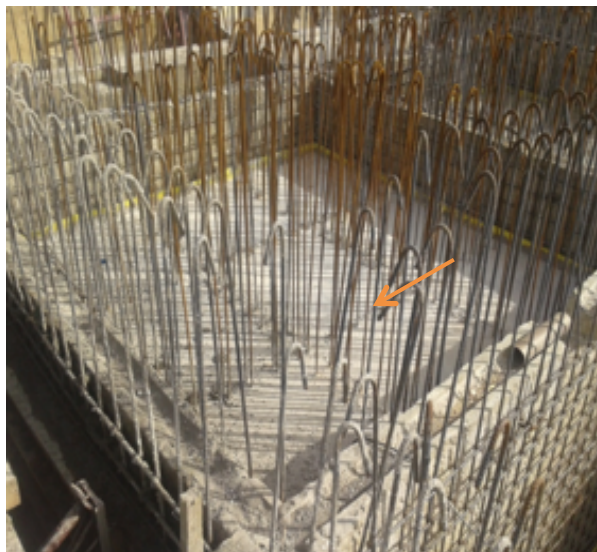
Ilustración 59. Refuerzo en módulos de tratamiento



Fuente: Diego Rodríguez, 15 Feb 2016

4.1.2.13. Instalación de placas en concreto. Las losas de concreto siendo resistentes, rígidas, aislantes pueden construirse de la forma que sea necesaria. Las dimensiones de las losas armadas varían de acuerdo al diseño estructural, por tanto, el pasante de interventoría realizó un seguimiento constructivo en cada una de las losas instaladas en el interior de los módulos de tratamiento. El diseño estructural de los módulos planteó subir los niveles de la planta lo cual generaba proyectar los muros existentes. La instalación se hizo necesaria en módulos de floculación, módulos de sedimentación y en módulos de desagües. El proceso constructivo consistía en armar la camilla de soporte, posteriormente, anclar el refuerzo de placa en los muros perimetrales y generar la fundida de concreto en espesor de diseño como se muestra en la ilustración 60.

Ilustración 60. Refuerzo perimetral de módulos de floculación.



Fuente: Diego Rodríguez, 26 Feb 2016

4.1.2.14. Módulos de aireación.

Las Torres de Aireación son utilizadas para la remoción de olores y gases disueltos, adición de oxígeno para eliminación de gases objetables y para la oxidación de hierro y/o manganeso presentes normalmente en aguas subterráneas¹⁰. Los procesos de tratamiento incluyen la torre de aireación con estructura en acero y bandejas en fibra de vidrio(ver ilustración 62). El diseño contempló la entrada a la torre antes de continuar con el proceso de floculación del agua de acuerdo a la normatividad en funcionamiento. **(Mondragon, 2000).**

¹⁰ [Citado el 2 de junio del 2016] Disponible en <
<http://www.sihsa.co/es/productos/torres-aireacion/>

Ilustración 61. Módulos de aireación.



Fuente: Diego Rodríguez, 26 Feb 2016

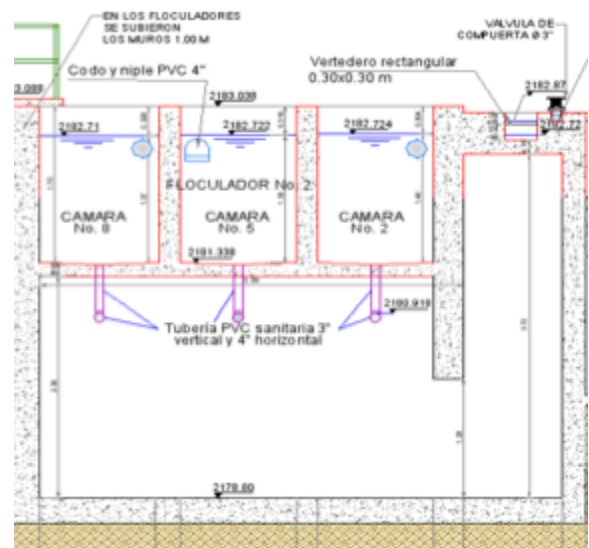
4.1.2.15. Floculadores tipo Alabama. Los floculadores son unidades que proporcionan a la masa del agua una agitación lenta que fomenta el crecimiento de floculos y su conservación hasta que salgan de ella. La energía que produce la agitación del agua puede ser origen hidráulico o mecánico. El proceso constructivo de las unidades de floculadores, se realizó en concreto reforzado, apoyadas sobre una placa de concreto que se encuentra a (Nivel +2,20m) de acuerdo a la ilustración 64, desde el nivel de piso. En el proceso constructivo se realizaron los muros divisorios con las mismas características de diseño, dejando instalados los miples de paso en las cotas de diseño y diámetros de tubería de diseño como se evidencia en la ilustración 63 .

Ilustración 62. Módulos de floculación tipo Alabama



Fuente: Diego Rodríguez, 22 Jun 2016

Ilustración 63. Corte de floculador tipo Alabama

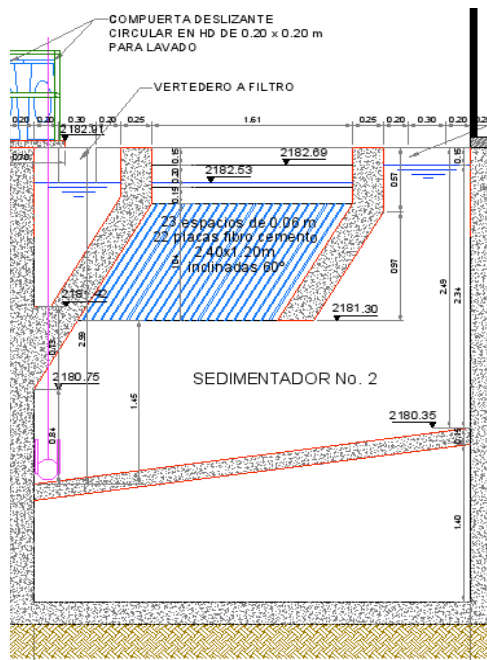


Fuente: Diego Rodríguez, 26 Jun 2016

4.1.2.16. Instalación de módulos de sedimentación. Para plantas de tratamiento de agua potable, se hace necesario el acondicionamiento de placas o láminas en sedimentadores convencionales a fin de mejorar su eficiencia, transformándolos en sedimentadores laminares con la ventaja de contar con una mayor área de sedimentación por metro cuadrado de superficie. El pasante de interventoría en la adecuación de los módulos de sedimentación de alta tasa, evaluó la posibilidad de instalar las placas en fibrocemento que propone el diseño, debido a que la vida útil de estas placas es corta y el mantenimiento implica el reemplazo y la eficiencia en el tratamiento es baja, de esta manera, se optó por instalar módulos de sedimentación tipo colmena (ver ilustración 66) en fibra, los cuales tienen mejor eficiencia en el proceso de tratamiento que los de las placas en fibrocemento. Que se presenta en la ilustración 65.¹¹.

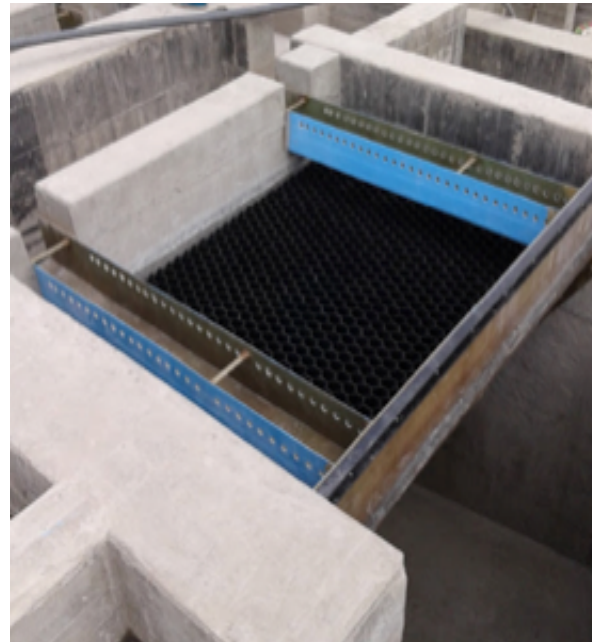
¹¹ [Citado el 5 de junio del 2016] Disponible en <
<http://www.tecnohidro.com/modulos-sedimentacion-acelerada.html>

Ilustración 64. Corte de módulo de sedimentación



Fuente: Diego Rodríguez, 20 Jun 2016.

Ilustración 65. Módulos de sedimentación acelerada



4.1.2.17. Filtros Rápidos. El material empleado para filtro de agua (Mondragon, 2000) potable es muy diverso, dentro los materiales más relevantes se encuentra:

- Filtros de arena: Son lechos o camas de material granular, o arena y drenados por un área definida, que generan un sistema de recorrido a la distribución del sistema.
- Antracita para medio filtrante: Es un excelente medio de filtración para clarificación del agua en uso potable o industrial, cuando es usada en combinación con arenas filtrantes¹².

¹² [Citado el 2 de junio del 2016] Disponible en <

- Grava para medio filtrante: En procesos de tratamiento funciona como material de soporte para prevenir que el material filtrante escape y tape la salida de filtro. La grava en el proceso de retro lavado genera que el flujo sea más óptimo(ver ilustración 66)

Ilustración 66. Corte de moduló de filtros rápidos

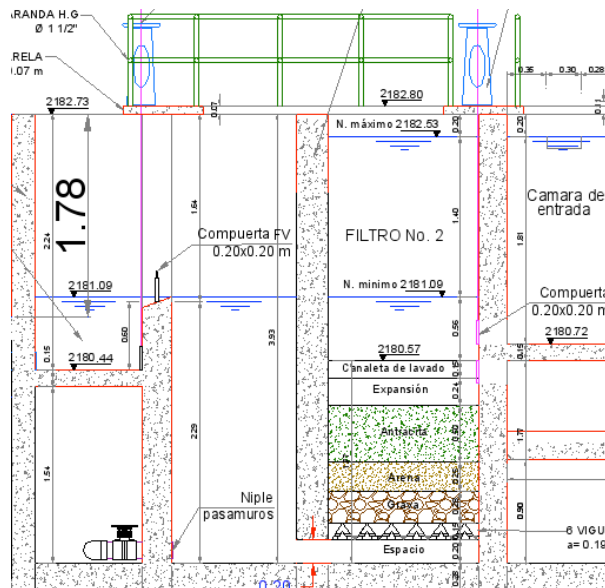


Ilustración 67. Módulos de filtros rápidos.

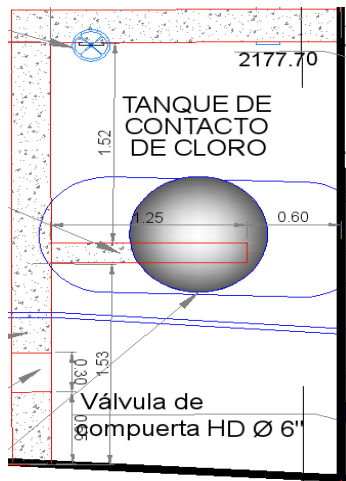


Fuente: Diego Rodríguez, 20 Jun 2016

La adecuación e instalación del espacio para los filtros rápidos se realizó en concreto reforzado, con espacios y características de diseño, el pasante realizó la inspección detallada de en el montaje y fundida de los filtros rápidos, las imágenes relacionadas muestran las capas de material filtrante y el área destinada de los módulos.

4.1.2.18. Tanque de cloración. La cloración es un medio sencillo y eficaz para desinfectar el agua y hacerla potable¹³. Consiste en adicionar productos clorados en el agua para matar los microorganismos en ella contenidos. El proceso constructivo del tanque de cloración fue dentro del tanque de almacenamiento de agua potable, el cual tiene una capacidad 138 m³. El espacio de cloración se hizo en muros de concreto reforzado con una resistencia de 4000 PSI. Se generó un corte en la placa superior del tanque y se aisló la junta entre la placa de contra piso y el muro perimetral con el muro nuevo. El refuerzo instalado para los muros fue continuo y anclado desde la placa de contra piso hasta la placa superior del tanque de almacenamiento, la imagen 119 relaciona una vista en planta del los módulos de cloración y el proceso constructivo que se llevo a cabo para la ejecución del modulo.

Ilustración 68. Módulo de cloración y **Ilustración 69.** Proceso constructivo desinfección



Fuente: Diego Rodríguez, 20 Jun 2016

Fuente: Diego Rodríguez, 20 Jun 2016

¹³ [Citado el 5 de junio del 2016] Disponible en <.

<http://www.hidritec.com/hidritec/sistemas-de-cloracion>

2. APOORTE POR PARTE DEL PASANTE

2.1. COGNITIVOS.

En relación a los reglamentos descritos en el manual de Interventoría, el pasante puso en practica funciones de un residente de interventoría. La pasantía estuvo enfocada al seguimiento y control de la construcción de obras para la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Sáchica y a la vez, en la construcción de la empresa social del estado del municipio de Santa Sofía. Para la interventoría técnica del proyecto, el pasante realizó un seguimiento al proceso constructivo de las actividades de acuerdo a los diseños del proyecto. El pasante para las funciones de interventoría administrativa veló por el cumplimiento del contrato por parte del constructor y supervisó el avance de la obra, para lograr que ella se desarrolle según el cronograma y presupuesto previamente aprobados. El trabajo por parte del auxiliar de interventoría consistió en vigilar el cumplimiento de las pólizas de garantía, los pagos de prestaciones sociales, pagos de carácter fiscal a los organismos nacionales, municipales, obligaciones contractuales y legales.

2.1.1. Construcción de planta de tratamiento de agua potable, Sáchica: En actividades previas a la intervención de la planta de tratamiento de agua potable se evaluó el estado inicial de los muros divisorios, debido a que presentaban patologías que impedían el funcionamiento de los tanques o módulos de tratamiento. La intervención por parte del pasante consistió en realizar un diagnóstico para mejorar la resistencia de los muros, que permitiera construir las obras contempladas en los diseños para optimización de la planta de tratamiento. Después de evaluar todas las posibilidades se optó por generar un reforzamiento a los muros de los módulos de la planta de tratamiento.

El proceso constructivo para el reforzamiento de los módulos de la planta de tratamiento de agua potable, comprende actividades preliminares de conocimiento técnico para la instalación del refuerzo y concreto. De acuerdo al diseño de reforzamiento planteado para los muros, el pasante de interventoría enriqueció los conocimientos para la rehabilitación de estructuras por medio de refuerzos estructurales que permitieran ampliar la utilidad de las estructuras en concreto reforzado, contribuyendo al conocimiento de la aplicación de técnicas constructivas que permitan mejorar estructuras que se encuentran deterioradas, ya sea por vida útil o inconveniente constructivos.

Los conceptos técnicos aplicados para la construcción de una planta de tratamiento de agua potable, influyen para el buen funcionamiento de los innumerables procesos de tratamiento que mejoran la calidad de agua, proveniente de una bocatoma de agua cruda. Los procesos de tratamiento instalados en la planta de tratamiento del municipio de Sáchica, garantizan tratar el agua cruda, para el consumo de los habitantes de este municipio. En los procesos constructivos para la optimización de la planta de tratamiento se consideró la construcción de módulos sobre los muros que existía como tratamiento, que generaban un recorrido con menor altura y garantizando el tratamiento del agua.

Dentro de los procesos de tratamiento de agua potable, se construyeron módulos de floculación tipo Alabama que permiten generar un recorrido lento y agitante entre el floculante adicionado y el agua a tratar. El proceso de floculación cuenta con 9 módulos interconectados por miples de paso que permitiendo generar un recorrido de ascensión y decantación, crean aglutinación de floculos, que posteriormente se decantan y son vertidos a la red de desagüe. La planta cuenta con un segundo módulo de tratamiento, correspondiente al módulo de sedimentación acelerada que permite retener sedimentos presentes en el agua, por medio de módulos de sedimentación acelerada tipo colmena en fibra de polietileno, para este módulo el recorrido del agua consiste en ingresar por medio

de un vertedero y pasar por los módulos tipo colmena los cuales son perforaciones en pentágono que permiten el paso del agua y la dirige a unas canaletas de recolección a continuar con el siguiente proceso de tratamiento.

Considerado como el tercer tratamiento, es la instalación de módulos de filtros rápidos que sirven para retener material fino presentes en el agua, así, por cada módulo de tratamiento se construyeron 4 módulos de filtros con secciones correspondientes a la de los diseños y una adición de capas de filtro sobrepuestas en el interior de cada módulo. El filtro esta constituido por grava para soporte de material filtrante, arena de filtro antracitas y bases neutras en filtros. Cada una de las capas mencionadas cuenta con especificaciones técnicas en granulometría y caracterización de acuerdo al diseño. El pasante de interventoría verificó el proceso constructivo de este módulo de acuerdo a la especificación técnica de los diseños. Posteriormente a los procesos de tratamiento, se construyó un tanque de cloración para el cual se llevaron a cabo procesos de desinfección del agua, lo cual contribuyó a los aportes cognitivos; el pasante realizó un seguimiento en cada uno de los procesos de construcción para plantas de tratamiento de tipo compactas, las cuales en sus procesos integrados permiten mejorar la condiciones del agua potable, garantizando como resultado final la potabilización del agua. En la construcción de este tipo de proyectos el uso adecuado de los niveles hidráulicos permite la mayor eficiencia de tratamiento de agua potable. En plantas de tratamiento de tipo convencional, la norma técnica (RAS 2000) especifica los parámetros mínimos en la calidad del agua potable.

Antes de dar inicio las actividades contratadas para el mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable por parte del equipo de interventoría (auxiliar de interventoría) contratado por el municipio de Sáchica, se tuvo que generar un diagnóstico del estado inicial de los módulos de tratamiento, los cuales presentaban un deterioro en los muros impidiendo realizar la adecuación de los

módulos propuestos en los diseños. En las alternativas de solución se plantaron las siguientes posibilidades.

- Para los módulos correspondientes a la planta de tratamiento se planteó la posibilidad de generar un reforzamiento en muros, para poder generar la adecuación de los módulos de tratamiento de acuerdo al diseño.
- Debido al estado inicial de los módulos de tratamientos se consideró reemplazar por completo la planta de tratamiento, con la finalidad de generar muros nuevos, demoliendo los existentes.
- Se realizó la consideración de trasladar la ubicación de la planta de tratamientos para construirla por completo nueva.
- Para poder tratar el agua de Sáchica se consideró instalar plantas compactas dentro del área del proyecto y poder satisfacer las necesidades de consumo de los habitantes.

Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas anteriormente como alternativa para la intervención de la planta de tratamiento, se evaluaron detalladamente con un concepto técnico, con el fin de ejecutar los diseños planteados para el mejoramiento de los módulos de tratamiento del municipio de Sáchica. La alternativa de generar un reforzamiento a los muros existentes se encontraba enfocada al objeto de los diseños planteados por el plan departamental de aguas de Boyacá, quien fue el ente que diseñó los planos para el mejoramiento y optimización de la planta de tratamiento.

2.1.2. Aportes cognitivos en la construcción de la empresa social de estado, Santa Sofía: En el proceso constructivo de la empresa social del estado del municipio de Santa Sofía, se aplicaron conceptos técnicos en la construcción de sistemas estructurales. El proyecto desarrollado es una estructura tipo pórtico, con cimentación semi profunda la cual funciona como un solo elemento. El pórtico construido está conformado por columnas, vigas y zapatas que disipan los esfuerzos generados por la estructura. El pasante inspeccionó cada una de las actividades constructivas para el cumplimiento de los diseños estructurales planteados. De la misma forma, se realizó la construcción de elementos no estructurales que en unión conjunta con el pórtico conforman la estructura arquitectónica del proyecto para la atención médica de los habitantes del municipio de Sáchica (Forero, 1996).

Antes de dar inicio con la construcción del proyecto, se evidencio que el suelo de cimentación no contaba con buena capacidad portante. Posteriormente, se realizó un estudio detallado en el suelo de cimentación y arrojó como resultado que era un suelo orgánico, el cual no era apto para cimentar. Por solicitud del equipo de interventoría se realizó un rediseño estructural al proyecto, cambiando los niveles de cimentación. El pasante de interventoría en cumplimiento de sus funciones como auxiliar de interventoría realizó un seguimiento continuo en la construcción de la estructura “ESE”.

En la construcción de la ESE, el pasante de interventoría realizó un seguimiento continuo, en pro del cumplimiento de los diseños estructurales y arquitectónicos, donde se destacaron actividades de cimentación de tipo semi profundo, debido a que los niveles de cimentación estaban a (Nivel -2.5 m). El diseño estructural inició con elementos estructurales desde el nivel descrito, conformado por zapatas, vigas de cimentación, columnas y vigas aéreas. El proceso constructivo de la estructura tipo pórtico se realizó en concreto reforzado de 3500 PSI y refuerzo de 60000 PSI.

Por otra parte, debido a las características totográficas del lote del proyecto, se hizo necesario generar un relleno en material seleccionado que confinara los elementos de cimentación y un muro de contención perimetral que confinara el relleno realizado. En el proceso constructivo de elementos de cimentación se desarrollaron actividades que complementan la formación teórica práctica y proporciona los conocimientos en la funcionalidad de los elementos estructurales para una edificación de tipo estructural.

Los conocimientos generados en la instalación del refuerzo para elementos estructurales como columna y vigas permiten comprender la funcionalidad de los sistemas estructurales, debido a que un sistema pórtico elementos estructurales principales consisten en vigas y columnas conectados a través de nudos formando pórticos resistentes en las dos direcciones principales de análisis. Para el proceso constructivo de estructuras, el pasante fortaleció los conocimientos en la instalación de elementos de cimentación tales como zapatas y vigas, los cuales le dan la estabilidad de la estructura. Cada uno de los elementos estructurales debe ser continuos para garantizar que la estructura funcione monolíticamente de acuerdo al diseño, como es el caso de pórticos en concreto.

El proceso constructivo de elementos estructurales requiere que se mantenga precisión en las medidas, para que no se generen variaciones en los elementos no estructurales de una edificación. La experiencia adquirida en la instalación de elementos no estructurales, amplía los conocimientos en el campo de la ingeniería para proyectos de construcción, los cuales se emplean para todo tipo de obra civil. Dentro de los elementos no estructurales se encuentra la instalación de: sobre pisos, muros, dinteles, alfajías, instalaciones hidráulicas, cielos rasos, estructura, ventanearía, puertas, enchapes, mesones, entre otros, que son importantes tener definidos dentro de las generalidades constructivas.

El pasante adquirió conocimientos relacionados a las especificaciones técnicas de los materiales de construcción, teniendo en cuenta las especificaciones de los distribuidores a nivel regional. Aportando al conocimiento técnico de proyectos de construcción, el pasante aprendió técnicas que son importantes para la construcción de proyectos de ingeniería.

2.2. APORTES A LA COMUNIDAD

El pasante en cumplimiento de sus funciones como auxiliar de interventoría realizó seguimiento al proceso constructivo de la planta de tratamiento de agua potable, la cual beneficiará a toda la población del municipio de Sáchica, contribuyendo a obtener el buen funcionamiento de la planta de tratamiento que genera calidad del recurso para el consumo de los habitantes. En la supervisión técnica, se llevó a cabo la ejecución de los diseños para la optimización de la planta, que con sus procesos de tratamiento beneficiará a los habitantes del municipio. En el proceso de supervisión administrativa para la planta de tratamiento de agua potable, se garantizó la inversión de los recursos destinados para la ejecución de la obra que beneficiará a los habitantes del municipio de Sáchica, con la calidad en el tratamiento del recurso hídrico.

El pasante de interventoría en cumplimiento de sus funciones administrativas, realizó seguimiento al uso adecuado de los elementos de protección personal de los empleados, con el fin de evitar accidentes laborales que afectaran la ejecución de la obra y la seguridad del personal. Las medidas de prevención llevadas a cabo en el desarrollo de las actividades beneficiaron a los empleados, salvaguardando la vida de cada persona. Por parte del pasante se realizó seguimiento a los aportes de seguridad social de cada uno de los empleados del proyecto.

En la construcción de la empresa social del estado del municipio de Santa Sofía se genera un aporte en el desarrollo socio cultural, que permite mejorar la atención médica para la calidad y cobertura en la salud de los habitantes del municipio de

Santa Sofía. El seguimiento de los procesos constructivos para la empresa Social del Estado realizados por el pasante de interventoría contribuyen a la óptima construcción del sistema estructural del centro de Salud.

3. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

Este trabajo se enfoca en la construcción y optimización de la planta de tratamiento de agua potable, en la cual se llevan a cabo procesos de potabilización de agua para la población del municipio de Sáchica, Boyacá. Este municipio cuenta con una población aproximada de 3791 habitantes, siendo gran parte beneficiada en la calidad del agua tratada por la planta de tratamiento.

En la optimización de la calidad del agua como recurso indispensable para la vida de los seres vivos, la falta de un adecuado tratamiento es una de las principales causas de problemas de salud para los seres humanos. Este recurso nunca se encontrará completamente puro, ya que al entrar en contacto con la atmósfera y el suelo cambia su composición y por lo tanto necesita de un tratamiento específico con el fin de hacerla apta para el consumo humano; para tal fin, es necesario someter el agua a un proceso de potabilización, el cual consiste en una serie de procesos fisicoquímicos que permiten llevarla a unas condiciones de calidad mínimas ya establecidas por la norma RAS 2000, para la potabilización del agua.

Antes de la intervención de la PTAP, el Municipio de Sáchica no contaba con un sistema de potabilización de aguas óptimo; el agua cruda usada para el consumo humano y actividades domésticas tenía unos procesos de tratamiento que no eran óptimos para la calidad del agua. Con la optimización de la planta de tratamiento la calidad del agua para este municipio mejora y sus habitantes gozaran de buen servicio y calidad en el agua tratada para consumo humano.

El mejoramiento continuo en la calidad de los servicios esenciales para los seres humanos contribuye al mejoramiento en la calidad de las condiciones de la vida humana.

Por último, impacto representativo en la población del municipio de Sáchica es la implementación de la planta de tratamiento de agua potable la cual beneficiará a

todos los habitantes de este municipio debido a que es la única planta de tratamiento que abastece las necesidades en el consumo de la población de este municipio. El desarrollo económico de un municipio depende de las condiciones de bienestar de sus habitantes y teniendo mejores condiciones de salubridad, los habitantes fomentarán la generación de empleo y desarrollo del municipio.

Para el desarrollo económico y cultural de una región, se deben generar proyectos que beneficien a una comunidad, siendo la construcción de la planta de tratamiento de agua potable, un proyecto que genera un gran impacto en todos los habitantes del municipio mejorando la calidad del servicio.

Para el consumo humano es importante el tratamiento del agua, siendo este un recurso vital para la vida, ya que sí se consume agua en óptimas condiciones se reducen los índices de enfermedades y mejora la salubridad de los habitantes. La optimización de la planta de tratamiento de agua potable permitirá tratar un caudal de 10 L/s, el cual permitirá ampliar la cobertura y continuidad del recurso a los habitantes de este municipio.

La construcción de la planta de tratamiento de agua potable para el municipio de Sáchica, generó un impacto positivo debido a que ha fomentado la generación de empleo para algunos hogares Sáchiquences. Los empleados que hicieron parte de este proyecto se beneficiaron al tener un trabajo estable, y poder contar con un sueldo para ofrecer sustentabilidad a sus familias.

Finalmente, el proceso constructivo del proyecto y la ejecución de obra tuvo una duración de aproximadamente 7 meses, en los cuales se reflejó el impacto económico en compra de productos de construcción.

Para la construcción de la empresa social del estado del municipio de Santa Sofía, se generó un impacto relevante en los habitantes del municipio, debido a la demolición de la construcción donde funcionaba como centro de salud (antiguo).

El personal encargado de la atención del centro de salud del municipio fue trasladado temporalmente a un lugar que no estaba adecuado a las exigencias mínimas requeridas para la atención médica de pacientes, mientras se realizó la construcción de la empresa social del estado (Centro de salud). De otro lado, los impactos probables en la infraestructura y la dotación de servicios básicos también serían significativos para el mejoramiento en la atención médica a los habitantes del municipio.

En el proceso constructivo de la empresa social del estado (ESE), generó un impacto económico en los habitantes del municipio, debido a la generación de empleo en las actividades de construcción, que beneficia a los empleados vinculados al proyecto. Para el desarrollo del proyecto se genera un impacto significativo en la región, debido a la compra mayorista de productos de construcción necesarios para el desarrollo de la obra. Dentro de los múltiples proyectos de ingeniería, se genera gran variedad de impactos que vinculan a la población cercana. Para la construcción de la empresa Social Del Estado del municipio de Santa Sofía se generó un impacto físico en la población aledaña al proyecto, ya que existió una afectación sonora y visible que modificó las condiciones de la zona del proyecto.

Dentro de los impactos más significativos con la construcción de la empresa social del municipio de Santa Sofía, se encuentra la mejora en las condiciones físicas de infraestructura para de atención medica de los habitantes, permitiendo generar un desarrollo socio cultural al municipio de Santa Sofía. Los diseños de los proyectos fueron aprobados por la secretaría en base a todas las exigencias vigentes para lugares de atención médica a la población en un primer nivel asistencial sanitario.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- La inspección técnica realizada por el pasante de interventoría para la construcción de la empresa social del estado, tubo en cuenta la construcción del sistema estructural pórtico con resistencias de concretos de 3500 PSI, información que fue inspeccionada por medio de ensayos de laboratorio para la calidad de los materiales. Con base en este proceso se espera que la estructura tenga la duración prevista en los diseños.
- En relación a las especificaciones técnicas de los diseños arquitectónicos para áreas de atención medica, el pasante revisó que se cumpliera con los requerimientos exigidos por la norma medico arquitectónico “resolución 4445”, en donde se definen las características de áreas, materiales y generalidades constructivas para la construcción de edificaciones que brinden atención medica.
- En base de la inspección técnica que ejecuto el auxiliar de interventoría, se realizaron ensayos de laboratorio para verificar la resistencia de los concretos utilizados para el reforzamiento de los muros. Las resistencias obtenidas de los ensayos de laboratorio son mayores a los 4000 PSI, cumpliendo con las especificaciones de los diseños y garantizando la vida útil de la estructura de planta de tratamiento
- La inspección técnica realizada por el pasante, fue en base al seguimiento de los procesos constructivos el la planta de tratamiento, garantizando la adecuada instalación de los refuerzos y características de los concretos, para la optimización de los módulos de tratamiento. La finalidad fue mantener las especificaciones técnicas para el cumplimiento de los diseños hidráulicos, permitiendo el correcto funcionamiento de los módulos para el tratamiento del agua

- Para el cumplimiento de la interventoría administrativa el pasante realizó actas, con fin de digitalizar las cantidades de obra con sus precios unitarios y las respectivas operaciones matemáticas. Para este proceso hay la seguridad que no se presenta ningún error en la base de datos del proyecto
- La interventoría administrativa desarrollada por el pasante permitió la construcción de la estructura, para la empresa social del estado del municipio de Santa Sofía, permitiendo ejecutar las actividades contratada por medio un seguimiento a los procesos constructivos de acuerdo al cronograma de actividades contemplado para la ejecución de las obras.
- La interventoría administrativa para la optimización de la planta de tratamiento de agua potable, aprobó la alternativa de reforzamiento permitiendo mejorar la resistencia de los muros existentes. El pasante verificó las especificaciones en los materiales utilizados, para el cumplimiento de calidad de materiales para el reforzamiento de muros, por medio especificaciones proporcionas por los distribuidos de la región.
- Aplicando las normas de gestión y seguridad en el trabajo, el pasante garantizo el cumplimiento de los elementos de protección personal de sus trabajadores, también se hizo un seguimiento de los pagos de seguridad por parte de los contratistas para todos los trabajadores vinculados en las obras.
- El pasante hizo un seguimiento cuantitativo de las cantidades ejecutadas, evidenciadas por medio de informes parciales ante las entidades contratantes de cada uno de proyectos , cumpliendo con el objetivo de la interventoría financiera para el control el control de los recursos destinados para la ejecución de los contratos.

BIBLIOGRAFIA

Butista, JUAN ALBERTI;. (02 de 18 de 2015). Sika. (Sika, Ed.) Recuperado el 06 de Junio de 2016, de Sika Goup: <https://www.sika.com>

R. C. Reglamento colombiano de construccion Sismo resistente (444paginas ed., Vol. Volumen I). (www.imprenta.gov.co, Ed.) Bogota, Capital, Colombia: Imprenta Nacional.

Mondragon, RAS. (2000). Documentacion tecnico normativa del sector de agua potable y saneamiento basico (1 ed., Vol. Volumen I). Bogota, Capital, Colombia: Republica de Colombia.

Forero, M. T. (1996). Resolucion Numero 4445 DE 1996 (Vol. Vol. 1). Bogota, Capita, Colombia: Republica de Colombia.

ACESCO. (05 de Junio de 2012). Mnuales y productos Acesco, 2. Recuperado el 30 de Mayo de 2016, de <http://www.acesco.com>

[Citado el 2 de junio del 2016] Disponible en <
<https://www.google.es/maps/place/Sáchica,+Boyacá,+Colombia>

[Citado el 2 de junio del 2016] Disponible en <
<https://www.google.es/maps/place/Santa+Sof%C3%ADa,+Boyacá,+Colombia/>
¹ [Citado el 2 de Noviembre del 2015] Disponible en<
<https://www.contratos.gov.co/consultas/inicioConsulta.do>

[Citado el 2 Marzo del 2016] Disponible en<
<https://www.contratos.gov.co/consultas/resultadoListadoProcesos.jsp#>

REPUBLICA, Colombia. Reglamento técnico colombiano NSR-10 En: Ministerio de ambiente vivienda y desarrollo estructural. Titulo H. Imprenta nacional. p. H5-h6

[Citado el 2 Marzo del 2016] Disponible en<
<http://www.acesco.com/downloads/manual/Metaldeck.pdf>

[Citado el 2 de junio del 2016] Disponible en <
<http://formin.galeon.com/album1599701.html>

[Citado el 5 de junio del 2016] Disponible en <
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102803/MODULO_ACADEMICO/leccin_12_acabados_muros_techos_y_pisos.html

[Citado el 2 de Noviembre del 2015] Disponible en<
<https://www.contratos.gov.co/consultas/inicioConsulta.do>

[Citado el 2 de junio del 2016] Disponible en <
<http://www.sihsa.co/es/productos/torres-aireacion/>

[Citado el 2 de junio del 2016] Disponible en <
<http://www.plantas-purificadoras-de-aguas.com.mx/productos/medios-filtrantes/antracita/>

[Citado el 5 de junio del 2016] Disponible en <.
<http://www.hidritec.com/hidritec/sistemas-de-cloracion>

Anexo G. MEDIO MAGNÉTICO

En este anexo, se encuentran los siguientes documentos:

- Un documento DWG, con los planos estructurales y arquitectónicos de la empresa social del estado del municipio de Santa Sofía
- Un documento DWG, con los planos estructurales y arquitectónicos de la planta de tratamiento del municipio de Sáchica
- Un documento Pdf del libro del proyecto de grado en digital.
- Un documento Pdf de los anexos de la pasantía en digital.
- Actas para los proyectos
- Ensayos de laboratorio.

ANEXO H. CONVENIO DE PASANTIA

ANEXO F. ENSAYOS DE LABORATORIO