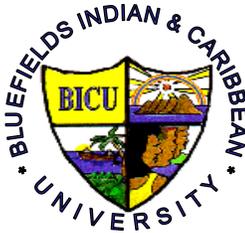


**BLUEFIELDS INDIAN AND CARIBBEAN UNIVERSITY**

**BICU**



**Escuela de Ingeniería Civil**

**Ingeniería Civil**

**Proyecto para optar al título de Ingeniero Civil**

**“Sistema de abastecimiento de agua potable, Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico, MABE, en la comunidad de San Sebastián del municipio de Bluefields, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur.”**

**Autores:**

**Br. Ismael Alfredo Acuña Vargas**

**Br. Jayson Jezbeel Medina Mejía**

**Tutor: Ing. Julio Aráuz Urbina**

**Bluefields, Nicaragua, Región Autónoma Costa Caribe Sur**

**Recinto Bluefields**

**Julio 2018**

Bluefields, 30 de julio 2018

Ing. Sócrates Castro Jo.

Director de la Escuela Ingeniería Civil.

BICU

Su despacho

Por medio de la presente le informo que el trabajo de proyecto **“Sistema de abastecimiento de agua potable, mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), en la comunidad San Sebastián municipio de Bluefields, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur,”** el cual he servido de tutor, está listo para ser remitido a la evaluación por parte del comité examinador.

Este trabajo de proyecto fue elaborado por los bachilleres Ismael Alfredo Acuña y Jayson Jezbeel Medina Mejía.

Sin más que agregar me despido de usted esperando que tenga un día lleno de bendiciones.

Atentamente,

Ing. Julio Cesar Arauz Urbina

Tutor

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todopoderoso, quien nos dio la salud y nos proveyó cada uno de los días de este recorrido; te damos las gracias por darnos la fuerza y sabiduría para salir adelante y terminar con éxito éste trabajo de graduación.

A Nuestro Tutor: Ing. Julio Arauz por su entera disposición en ayudarnos, guiarnos y corregirnos con sus conocimientos, su experiencia y su guía continua que permitió esta excelente labor.

Al Ing. Argeny Castillo y Lic. Jimmy Pérez encargados de la Unidad de Agua y Saneamiento de la Alcaldía Municipal de Bluefields, quienes fueron un gran apoyo hacia nosotros para la elaboración de este trabajo.

A la Alcaldía Municipal de Bluefields, por abrirnos sus puertas y brindarnos su apoyo y proveernos la información necesaria para la realización de cada uno de los diseños presentados.

A Nuestros Familiares, por ser quienes nos acompañan a diario en cada una de las metas trazadas e indudablemente en este caso no fueron la excepción, siempre estuvieron con nosotros acompañándonos y ayudándonos en la realización de este trabajo, brindándonos el apoyo moral y económico necesario para sacar a flote este proyecto.

A Nuestros Amigos, por haber compartido con nosotros toda nuestra formación universitaria y haber constituido durante todo ese tiempo un apoyo fundamental cuando más los necesitamos.

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedico a mi dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder la dignidad ni fallecer en el intento.

A mi familia quienes por ello soy lo que soy.

Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda, en los momentos difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis compañeros de clases que estuvieron a mi lado apoyándome todos estos años, a mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, a todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Ismael Alfredo Acuña Vargas

## **Dedicatoria**

A Dios Omnipotente y Misericordioso, por darme la vida, la oportunidad de estudiar y la suficiente inteligencia y sabiduría para alcanzar esta meta, a él que todo lo puede, muchas gracias por permitirme alcanzar este logro tan importante para mí y para mi familia.

A Mis Padres, Efraín Medina y Martha Mejía Chevez a ellos que me dieron la vida, que me criaron y me educaron como debía de ser, a ellos que me dieron la templanza, la fortaleza para seguir adelante y me ensañaron como subir escalones y a no desistir nunca de los propósitos trazados, he aquí que he logrado conseguir uno más y sin duda es para ustedes.

A Mis Hermanos, Eliel Medina Mejía y Myron Medina Mejía gracias por todos los sacrificios que hicieron por mí, gracias, porque siempre han estado ahí cuando los necesito, gracias por ayudarme, por crecer conmigo, por creer en mí y darme ánimos para salir adelante.

Jayson Jezbeel Medina Mejía

## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación describe en forma detallada el procedimiento a través del cual se desarrolló la formulación de un sistema de abastecimiento de agua potable por Bombeo Eléctrico para la comunidad de San Sebastián del municipio de Bluefields, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur, con un período de diseño del 2017 al 2037, con el propósito de mejorar las condiciones higiénicas – sanitarias de la comunidad.

El sistema fue diseñado en base a las “Normas técnicas para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural” emitidas por el INAA, en combinación con reglamentos del FISE para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable en el sub sector rural considerando las condiciones particulares que rigen esta propuesta a través de un análisis de las características socioeconómicas de la comunidad y características topográficas.

El documento contiene investigaciones de campo, encuestas a la población de la comunidad, levantamientos topográficos, aspectos técnicos, memoria de diseño, costos de operación y mantenimiento; aspectos necesarios para la formulación de este proyecto.

## INDICE DE ABREVIATURAS

### ACRONIMOS

<b>CAPRE</b>	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.
<b>INAA</b>	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
<b>CAPS</b>	Comité de Agua Potable y Saneamiento.
<b>MAG</b>	Mini Acueducto por Gravedad
<b>MABE</b>	Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico.
<b>PEM</b>	Pozo Excavado a Mano.
<b>PP</b>	Pozo por Perforación
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>OPS</b>	Organización Panamericana de la Salud
<b>NTON</b>	Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses
<b>PCI</b>	Project Concern International
<b>CARDS</b>	Community for Action and Reading Security
<b>CMD</b>	Consumo Máximo Día
<b>CMH</b>	Consumo Máximo Hora
<b>CPD</b>	Consumo Promedio Diario
<b>CPDT</b>	Consumo Promedio Diario Total
<b>SAAP</b>	Sistema de Abastecimiento de Agua Potable
<b>FISE</b>	Fondo de Inversión Social de Emergencia
<b>SNIP</b>	Sistema Nacional de Inversión Pública
<b>MHCP</b>	Ministerio de Hacienda y Crédito Público
<b>PH</b>	Concentración de iones hidrógeno [H] <sup>+</sup>
<b>UNT</b>	Unidades Nefelométricas de Turbiedad
<b>S</b>	Salinidad
<b>CEPIS</b>	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria

## ÍNDICE.

I.	INTRODUCCION .....	1
II.	ANTECEDENTES .....	2
III.	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
3.1	Necesidades que originan la formulación del proyecto. ....	3
3.2	Esquema del problema. ....	4
3.3	Análisis de los recursos disponibles.....	5
IV.	OBJETIVOS.....	7
4.1	Objetivo General. ....	7
4.2	Objetivos de Ejecución.....	7
4.3	Objetivos de Operación.....	7
V.	JUSTIFICACIÓN .....	8
VI.	DESCRIPCION DE LOS ASPECTOS TECNICOS DEL PROYECTO .....	9
6.1	Cobertura y beneficiarios del proyecto. ....	10
6.2	Localización del proyecto. ....	14
6.2.1	Macro Localización del proyecto. ....	14
6.2.2	Micro localización del proyecto. ....	16
6.3	Definición y análisis del proceso de transformación.....	17
6.4	Ingeniería del proyecto.....	17
6.4.1	Estudio socio – económico.....	17
6.4.2	Tamaño óptimo del proyecto.....	26
6.4.3	Estudios básicos .....	29
6.4.3.1	Topografía .....	29
6.4.3.2	Fuentes de agua.....	29
6.4.3.3	Aforo de la fuente. ....	30
6.4.3.4	Calidad del agua.....	31
6.4.4	Diseño del proyecto .....	33

6.4.4.1	Normas de diseño .....	33
6.4.4.2	Dotación .....	33
6.4.4.3	Período de diseño .....	33
6.4.4.4	Población.....	34
6.4.4.5	Presiones máximas y mínimas.....	35
6.4.4.6	Velocidades permisibles en tuberías.....	35
6.4.4.7	Estudio de oferta vs demanda (solo oferta vs demanda) .....	36
6.4.5	Diseño hidráulico del sistema de agua.....	38
6.4.5.1	Resultados de memoria de cálculo en EPANET .....	44
6.4.6	Diseño de la bomba .....	47
6.4.7	Análisis estructural de los componentes del sistema. ....	49
6.4.7.1	Análisis de diseño del muro de retención. ....	49
6.4.7.1.1	Memoria descriptiva.....	49
6.4.7.1.2	Memoria de cálculo.....	50
6.4.7.2	Análisis de diseño del pozo de captación con capacidad de 5.14 m <sup>3</sup> ... 52	
6.4.7.2.1	Memoria descriptiva.....	52
6.4.7.2.2	Memoria estructural pozo de captación. ....	57
6.4.7.3	Análisis de diseño de la torre.....	70
6.4.7.3.1	Memoria descriptiva.....	70
6.4.7.3.2	Memoria de cálculo.....	73
6.4.8	Obras físicas.....	86
6.4.8.1	Obra de captación .....	86
6.4.8.2	Filtro lento.....	87
6.4.8.3	Pozo húmedo.....	88
6.4.8.4	Torre para tanque de almacenamiento de agua potable.....	89
6.4.9	Especificaciones técnicas del proyecto.....	90
6.4.9.1	Replanteo.....	90
6.4.9.2	Limpieza y desbroce.....	90
6.4.9.3	Excavaciones.....	90
6.4.9.4	Relleno.....	90
6.4.9.5	Concreto.....	91

6.4.9.5.1	Concreto ciclópeo y reforzado .....	91
6.4.9.6	Fabricación del concreto.....	91
6.4.9.6.1	Agregados.....	91
6.4.9.6.2	Cemento. ....	91
6.4.9.7	Dosificación. ....	92
6.4.9.8	Curado del concreto. ....	92
6.4.9.9	Colocación de acero de refuerzo.....	92
6.4.9.10	Encofrados.....	93
6.4.9.11	Contra pisos.....	93
6.4.9.12	Acabados. ....	94
6.4.9.13	Excavación de zanjas. ....	94
6.4.9.14	Instalación de conexiones domiciliarias. ....	95
6.4.9.14.1	Medidor domiciliar de agua. ....	95
6.4.9.15	Tuberías, válvulas y accesorios. ....	95
6.4.9.15.1	Válvulas de aire y vacío. ....	96
6.4.9.15.2	Instalación de válvulas y accesorios. ....	96
6.4.9.15.3	Prueba de presión hidrostática y de estanqueidad. ....	96
VII.	ORGANIZACIÓN PROPUESTA. ....	97
7.1	Organización para la ejecución. ....	97
7.2	Cronograma de ejecución física.....	98
7.3	Organización propuesta para la operación.....	100
7.3.1	Manual de operación y mantenimiento. ....	100
7.3.2	Programa de mantenimiento.....	101
7.3.3	Mantenimiento preventivo .....	103
7.3.3.1	Reparaciones en la captación de la fuente.....	103
7.3.3.2	Revisión de la línea de conducción. ....	103
7.3.3.3	Revisión de válvulas.....	103
7.3.3.4	Revisión al tanque de distribución. ....	103
7.3.4	Mantenimiento correctivo. ....	104
7.3.4.1	Reparación de tubería de hierro galvanizado.....	104

7.3.4.2	Reparaciones de tubería de PVC.....	104
7.3.4.3	Otras reparaciones.....	104
7.3.4.4	Herramientas básicas.....	105
VIII.	ESTUDIOS FINANCIEROS.....	106
8.1	Costo de inversión del proyecto.....	106
8.2	Alcances de obra del proyecto.....	107
8.3	Costo de operación y mantenimiento.....	111
8.3.1	Tarifa o canon mensual.....	112
8.3.2	Costos de operación y mantenimiento de agua potable.....	112
8.3.3	Ingresos directos.....	114
8.3.4	Estructura de la tarifa.....	115
IX.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVA DE SOLUCION.....	117
9.1	Análisis de alternativas.....	117
9.1.1	Mini acueducto por bombeo eléctrico.....	117
9.1.2	Mini acueducto por gravedad.....	117
9.2	Selección y optimización.....	118
X.	IMPACTO ECONOMICO Y SOCIAL DEL PROYECTO.....	119
10.1	Análisis de impacto.....	119
XI.	INDICADORES DE EVALUACION DEL PROYECTO.....	120
11.1	Sostenibilidad del proyecto.....	120
11.2	Sostenibilidad técnica.....	120
11.3	Análisis ambiental del proyecto.....	120
11.3.1	Clasificación ambiental.....	121
11.3.2	Conservación y protección de la fuente.....	121
11.3.3	Evaluación del emplazamiento.....	122
11.3.4	Resultados de la evaluación del emplazamiento.....	123
XII.	BIBLIOGRAFIA.....	126
	ANEXOS.....	128

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla N°1: Tipo de acceso a la comunidad y tiempo de duración. ....	15
Tabla N°2: Casas y habitantes. ....	18
Tabla N°3: Geo referencia de la fuente de captación. ....	30
Tabla N°4: Elementos de un sistema de agua potable. ....	34
Tabla N°5: Tabla de cálculo de consumo. ....	37
Tabla N°6: Datos de entrada en las tuberías del sistema de agua propuesto (presiones) .....	42
Tabla N°7: Datos de entrada en las tuberías del sistema de agua propuesto (velocidades) .....	43
Tabla N°8: Resultados de evaluación técnica. ....	46
Tabla N°9: Acero requerido en losa superior .....	69
Tabla N°10: Acero requerido en losa de fondo .....	70
Tabla N°11: Acero requerido en la viga 20x20 cm .....	83
Tabla N°12: Cálculo de fundaciones.....	84
Tabla N°13: Cronograma de actividades. ....	99
Tabla N°14: Programa de mantenimiento.....	101
Tabla N°15: Presupuesto del costo de inversión .....	106
Tabla N°16: Aporte comunitario.....	110
Tabla N°17: Costos de operación y mantenimiento.....	112
Tabla N°18: Salarios y prestaciones sociales.....	113
Tabla N°19: Costos químicos .....	113
Tabla N°20: Gastos de administración y comerciales.....	114
Tabla N°21: Detalle de ingresos. ....	114

## ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen N°1. Esquema del problema.....	4
Imagen N°2: Análisis de agua. ....	32
Imagen N°3: Obra de captación. ....	50
Imagen N°4: Centroides del muro de retención.....	51
Imagen N°5: Diagrama de presiones.....	51
Imagen N°6: Aplicación de materiales.....	57
Imagen N°7: Propiedades de los materiales a usar.....	57
Imagen N°8: Patrones de carga. ....	58
Imagen N°9: Aplicación de carga viva de 400 Kg/m <sup>2</sup> .....	59
Imagen N°10: Presión de empuje debido al líquido que va de 0 kg/m <sup>2</sup> a 1980 kg/m <sup>2</sup> ...	61
Imagen N°11: Presión de empuje debido a tierra que va de 0 kg/m <sup>2</sup> a 1242.36 kg/m <sup>2</sup> .	63
Imagen N°12: Flexión de muros. ....	64
Imagen N°13: Diseño de flexión de muros. ....	65
Imagen N°14: Diagrama de momento flexor.....	66
Imagen N°15: Diseño de momento flector del pozo de captación. ....	67
Imagen N°16: Revisión de capacidad de soporte.....	70
Imagen N°17: Propiedades de los materiales.....	74
Imagen N°18: Patrones de carga. ....	75
Imagen N°19: Combinaciones de carga: ....	75
Imagen N°20: Aplicación de la carga viva sobre la estructura:.....	76
Imagen N°21: Detalle de columna 30x30 cm, crítica. ....	79
Imagen N°22: Detalle de viga 25x30 cm, crítica ....	80
Imagen N°23: Detalle de viga 25x30 cm, crítica ....	81
Imagen N°24: Detalle de viga 20x20 cm, crítica. ....	82

Imagen N°25: Perfil de obra de captación. ....	86
Imagen N°26: Filtro lento. ....	87
Imagen N°27: Pozo húmedo.....	88
Imagen N°28: Torre para tanque. ....	89

## **ÍNDICE DE FIGURAS.**

Figura N° 1: Esquema en EPANET 2.0 red de distribución. ....	38
Figura N°2: Esquema de presión en nudos red de distribución.....	40
Figura N°3: Esquema de velocidades en tuberías red de distribución .....	41
Figura N°4: Dimensiones en planta de reservorio para almacenamiento de agua. ....	54
Figura N°5: Dimensiones en perfil de reservorio para almacenamiento de agua. ....	55
Figura N°6: Presión de empuje debido al líquido que va de 0 kg/m <sup>2</sup> a 1980 kg/m <sup>2</sup> .....	60
Figura N°7: Presión de empuje debido a tierra que va de 0 kg/m <sup>2</sup> a 1242.36 kg/m <sup>2</sup> .....	62
Figura N°8: Losa superior.....	68
Figura N°9: Losa fondo.....	69
Figura N°10: Torre de concreto. ....	73
Figura N°11: Deflexión de la torre .....	77
Figura N°12: Detalle de elementos principales de concreto .....	78
Figura N°13: Cálculo de fundaciones. ....	83
Figura N°14: Diagrama de zapata .....	84
Figuras N°15: Presion máxima en el suelo.....	85

## **ÍNDICE DE MAPAS.**

Mapa N°1: Mapa de macro localización. ....	14
Mapa N°2: Mapa de micro localización.....	16

## **ÍNDICE DE GRÁFICAS.**

Gráfica N°1: Población de San Sebastián .....	11
Gráfica N°2: Grupos etarios.....	12
Gráfica N°3: Nivel académico.....	13
Gráfica N°4: Ocupación los habitantes de la comunidad de San Sebastián.....	19
Gráfica N°5. Ingresos mensuales de los habitantes de la comunidad de San Sebastián. .....	20
Gráfica N°6: Sistemas de aguas en la comunidad .....	21
Gráfica N°7: Cantidad de viviendas de la comunidad de San Sebastián que poseen pozo excavado manualmente.....	22
Gráfica N°8: Formas de almacenamiento de agua en la comunidad de San Sebastián.	23
Gráfica N°9: Calidad de agua de consumo en la comunidad de San Sebastián. ....	24
Gráfica N°10: Método de desinfección del agua que ocupan los pobladores de la comunidad de San Sebastián.....	25

## **I. INTRODUCCIÓN**

El abastecimiento de agua potable es una cuestión de supervivencia. Se necesita acceso a una cantidad suficiente de agua para mantener la buena salud y la vida. Sin embargo, no todo se reduce a los 15 ó 20 litros de agua por día según la OMS que se necesitan para mantenerse vivo y sano. La fuente de agua debería estar a una distancia que permitiera a los integrantes del hogar acceder y tomar de ella con facilidad para satisfacer las necesidades de supervivencia, la salud, la agricultura y la cría de animales.

Un sistema de distribución de agua potable se proyecta para suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada y con una calidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores. El sistema básico de abastecimiento de agua potable, incluye la infraestructura necesaria para captar el agua de una fuente que reúna condiciones aceptables, realizar un tratamiento previo para luego conducirla, almacenarla y distribuirla a la comunidad en forma regular.

Nicaragua, con sus 129,494 kilómetros cuadrados de territorio es el país más grande de Centroamérica, privilegiado además por ser un país con abundancia de agua. Casi un 15% de su superficie lo constituyen lagos, lagunas y ríos. Su población, estimada aproximadamente en seis millones de habitantes (Gobierno de Nicaragua, 2018), se distribuye de forma desigual, tanto territorialmente como por su acceso a la riqueza y particularmente al recurso agua.

Para los habitantes de sectores rurales como los de la comunidad de San Sebastián es difícil conseguir agua de buena calidad debido a que se abastecen de ríos o quebradas cercanos a su comunidad además de pozos excavados manualmente, por eso se considera pertinente diseñar un sistema de agua potable para que así sus habitantes puedan consumir y abastecerse de agua de buena calidad.

## **II. ANTECEDENTES**

La comunidad de San Sebastián se abastece de agua por medio de pozos excavados a mano, los cuales no se le realizan ningún estudio previo en la calidad de sus aguas. Actualmente existen un total de 40 pozos que abastecen a casi toda la población de la comunidad, pero algunos se secan durante la época del verano, ocasionando un problema en el abastecimiento del agua en la comunidad.

La mala manipulación para la extracción del agua provoca que pierda calidad y se contamine, esta situación en conjunto con la mala disposición de excretas y basura ha afectado a la salud pública de la comunidad, presentándose altos índices de enfermedades que en su mayoría son causadas por agentes de origen hídrico.

En la actualidad no existen estudios hidrogeológicos que indiquen la existencia de mantos acuíferos subterráneos provocando que al momento de excavar un pozo no se sepa con certeza a que profundidad se encontrara agua.

En enero del año 2017 el Gobierno de Nicaragua realizó estudios de suelos en la comunidad de San Sebastián como parte del proyecto construcción de la carretera Bluefields- Nueva Guinea, dando como resultado que los suelos en esta zona son de alto índice plástico (suelos arcillosos finos con grava color rojo) lo cual no permite el proceso de infiltración del agua en el suelo, ya que los estudios indican que este tipo de suelo es demasiado impermeable, esto evita la presencia de mantos acuíferos en el subsuelo.

En el año 2016 en la comunidad de Las Breñas, municipio de Bluefields, se realizó un proyecto de agua potable con sistema de mini acueducto por bombeo eléctrico "MABE", teniendo un costo de C\$ 1,500, 000.00 y beneficiando a 150 personas de la comunidad, este proyecto contempla un tanque de almacenamiento PVC de 10,000 litros, el sistema cuenta con una pila de captación, un filtro lento, un pozo húmedo con bomba sumergible, una línea de conducción de 340 m y una red de distribución hacia 5 puestos públicos

### **III. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

#### **3.1 Necesidades que originan la formulación del proyecto.**

Los habitantes de la comunidad de San Sebastián tienen un limitado acceso de agua potable ya que no cuentan con un sistema que brinde este servicio, se abastecen de agua de pozos excavados manualmente los cuales por algunos meses del año satisfacen sus necesidades.

La carencia de agua óptima de consumo humano obliga a la población a extraer agua de fuentes contaminadas, así también de no asearse corporalmente, lavar su ropa y limpiar sus viviendas adecuadamente.

El consumo de agua contaminada puede aumentar el riesgo de enfermedades diarreicas, en particular, el cólera, la fiebre tifoidea, la salmonelosis, otras enfermedades víricas gastrointestinales y la disentería.

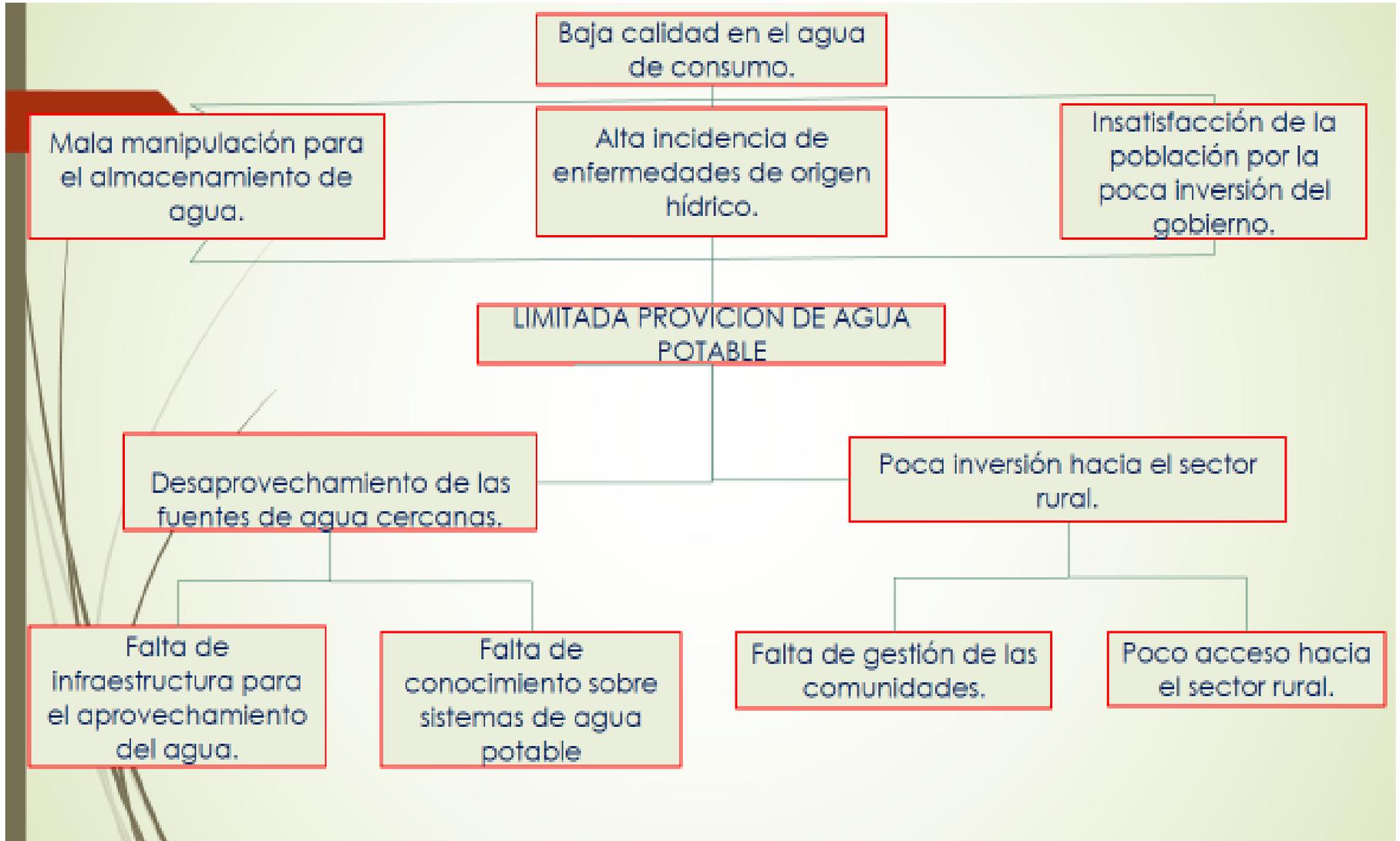
La población generalmente almacena agua en sus viviendas por largo tiempo, aumentando el riesgo de que se contamine y que también se creen criaderos de mosquitos que son vectores del dengue, el dengue hemorrágico, el paludismo y otras enfermedades.

La población de la comunidad de San Sebastián esta insatisfecha con las instituciones gubernamentales por la falta de inversión en proyectos sociales de infraestructura de agua potable y saneamiento, educación y salud.

Con la ejecución de este proyecto permitirá un mayor desarrollo social y económico en la comunidad de San Sebastián, resolviendo parcialmente los problemas antes mencionados.

### 3.2 Esquema del problema.

Imagen N°1. Esquema del problema.



Fuente: Elaboración propia.

### **3.3 Análisis de los recursos disponibles.**

Para ser posible la ejecución de este proyecto, la Alcaldía Municipal de Bluefields en los planes de inversiones que elabora cada año tiene como prioridad invertir en un sistema de agua potable para la comunidad de San Sebastián. La Unidad Municipal de Agua y Saneamiento (UMAS) es la encargada de llevar acabo todos los estudios necesarios basados en las normas nacionales e internacionales, tales como: la Norma Técnica Obligatoria para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua en Nicaragua (NTON 09001-99), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), reglamentos del Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable.

El Comité Coordinador Regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE) que en su estatuto 15 establece la norma regional de calidad del agua para consumo humano y que está a la vez tiene como objetivo proteger la salud pública y por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua.

El Gobierno Central de Nicaragua a asignado un presupuesto del 7.5 % del monto total de transferencia del Ministerio de Hacienda y Crédito público (MHCP) a todas las Unidades Municipales de Agua y Saneamiento (UMAS), para las intervenciones a los problemas que existen en las comunidades en lo que respecta al consumo del agua segura.

En el proceso de diagnóstico comunitario se establecieron acuerdos compartidos con los comunitarios en donde los miembros de la comunidad se comprometen al aporte de la mano de obra no calificada y la donación de materiales existentes en la zona una vez iniciada la ejecución de este proyecto.

Por ello se realiza la conformación de un CAPS, el cual establece la ley 722 aprobada el 19 de mayo del 2010, la cual dice en el considerando (número 1) que todos los nicaragüenses tienen derecho por igual a la salud, habitar en un ambiente saludable, siendo el acceso al agua un derecho fundamental, este comité lo conformaran hombres y mujeres electos democráticamente en una asamblea comunitaria los cuales serán los encargados de organizar a la población, coordinar acciones con otras instancias presentes en la comunidad o el municipio para realizar gestiones organizativas y operativas para llevar el agua a los hogares.

El terreno propuesto para construir la fuente de captación, el filtro y el pozo de almacenamiento está ubicado en la propiedad del señor Mario Hernández de la comunidad de San Sebastián, dicha propiedad se desmembrara una manzana cuadrada (7056 m<sup>2</sup>) para la protección de la fuente de captación, filtro y pozo; esta propiedad pasara a beneficio de la comunidad, donde no podrá venderse ni alquilarse declarándola utilidad pública, cercándola con postes, alambre de púas y prohibiéndole el paso a personas y animales.

La propiedad propuesta para construir la torre para el tanque de almacenamiento es del señor Lester Sequeira García de la comunidad de San Sebastián, a esta propiedad se le desmembrara un área de 36 metros cuadrados, protegiéndola con un cerco perimetral de malla ciclón, para evitar el acceso de personas y animales.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General.**

- Formular un sistema de agua potable “MABE” Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico con la finalidad de abastecer con agua potable a la comunidad de San Sebastián del municipio de Bluefields, RACCS.

### **4.2 Objetivos de Ejecución.**

- Realizar encuesta socio-económica para determinar la proyección de la población y la demanda de agua en la comunidad de San Sebastián.
- Elaborar levantamiento topográfico por medio GPS, para establecer la localización de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de San Sebastián.
- Determinar las presiones y velocidades permisibles en el sistema por medio del análisis hidráulico utilizando las normas de INAA, CAPRE, NTON 09001-99 y EPANET 2.0.
- Realizar planos constructivos de elevación, detalles y secciones de los elementos que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de San Sebastián.
- Presupuestar cada uno de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de San Sebastián, para su futura ejecución.

### **4.3 Objetivos de Operación.**

- Organizar un comité de agua potable y saneamiento que se encargara de velar por la sostenibilidad, operación y buen funcionamiento del sistema de agua propuesto.
- Mejorar la condición de salud de los habitantes de la comunidad de san Sebastián permitiendo disminuir enfermedades de origen hídrico.

## **V. JUSTIFICACIÓN**

La ejecución de este proyecto es importante porque mitigará la escasez de agua potable en la comunidad de San Sebastián, además que habrá un desarrollo económico importante en la zona.

Con este sistema de abastecimiento de agua potable se garantizará agua óptima de consumo las 24 horas del día a las viviendas, escuelas y centros de salud de la comunidad, disminuyendo gradualmente las enfermedades originadas por el consumo y uso de aguas contaminadas.

El sistema de distribución de agua potable suministrara un volumen suficiente de agua a una presión adecuada y con calidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores a un costo razonable, mejorando su nivel de vida.

Para el diseño de este sistema de abastecimiento de agua potable se realizaron estudios topográficos, poblacionales e hidrológicos de la zona, proyectando la población y así diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable de acuerdo a factores propios de la zona y usar los criterios y normas de INAA.

La elaboración de esta propuesta agilizará el proceso de aceptación por parte de los organismos encargados para realizar la inversión necesaria, ya que existirá una iniciativa planteada a partir de una necesidad que las actuales o futuras alcaldías pueden incluir en su plan de desarrollo.

## VI. DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS TECNICOS DEL PROYECTO

El proyecto es de abastecimiento de agua potable con sistema Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) para la comunidad de San Sebastián del municipio de Bluefields. Este estará compuesto por los siguientes componentes:

- ✓ Obra de captación de concreto reforzado de 4,000 Psi.
- ✓ Filtro lento de concreto reforzado con capacidad de 5.63 m<sup>3</sup>.
- ✓ Pozo de concreto reforzado para almacenamiento con capacidad de 6.065 m<sup>3</sup>.
- ✓ Estación de bombeo con capacidad para bombear 0.7708 l/s por día.
- ✓ Línea de conducción de 340 metros lineales con tubería PVC, SDR 26.
- ✓ Torre para tanque de almacenamiento de concreto reforzado de 3,000 Psi.
- ✓ Tanque de almacenamiento Durman Tricapa de 10,000.00 Lts.
- ✓ Red de distribución de 4,629.911 metros lineales con tubería PVC, SDR 26
- ✓ Conexiones de patio con tubería PVC Ø= ½" SDR 13.7 y micro medidor de ½".

La excavación para la instalación de la tubería en la línea de conducción y red de distribución será asumida por los protagonistas de la comunidad como contrapartida comunitaria.

El sistema contara con una estación de bombeo la cual será capaz de bombear 0.7708 l/s por día, esta estará compuesta por una caseta de control donde estarán todos los elementos para controlar el sistema, así también como una bomba de ½ hp la cual será la que impulse el agua desde el pozo húmedo hasta el tanque de almacenamiento.

El tipo de tratamiento será por cloración, utilizando clorinador de pastilla, instalándose como by pass (indica una desviación, colocada en paralelo en un circuito hidráulico o eléctrico, que permite poner en comunicación directa dos puntos) justo antes que el agua entre al tanque de almacenamiento.

Este tratamiento se escogió por los resultados del análisis de la calidad de agua (ver imagen N°2, y acápite 6.4.3.4) que indican que no es necesario construir un sistema de tratamiento más sofisticado.

Además se contará con un filtro lento de flujo ascendente, el cual se encargará de filtrar el agua de cualquier material orgánico que pueda entrar por la obra de captación, el sentido del flujo es vertical ascendente con una velocidad de filtración de  $6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  ( $0.25\text{m/h}$ ), se debe de respetar la velocidad del agua ya que de esto depende el buen funcionamiento de este filtro.

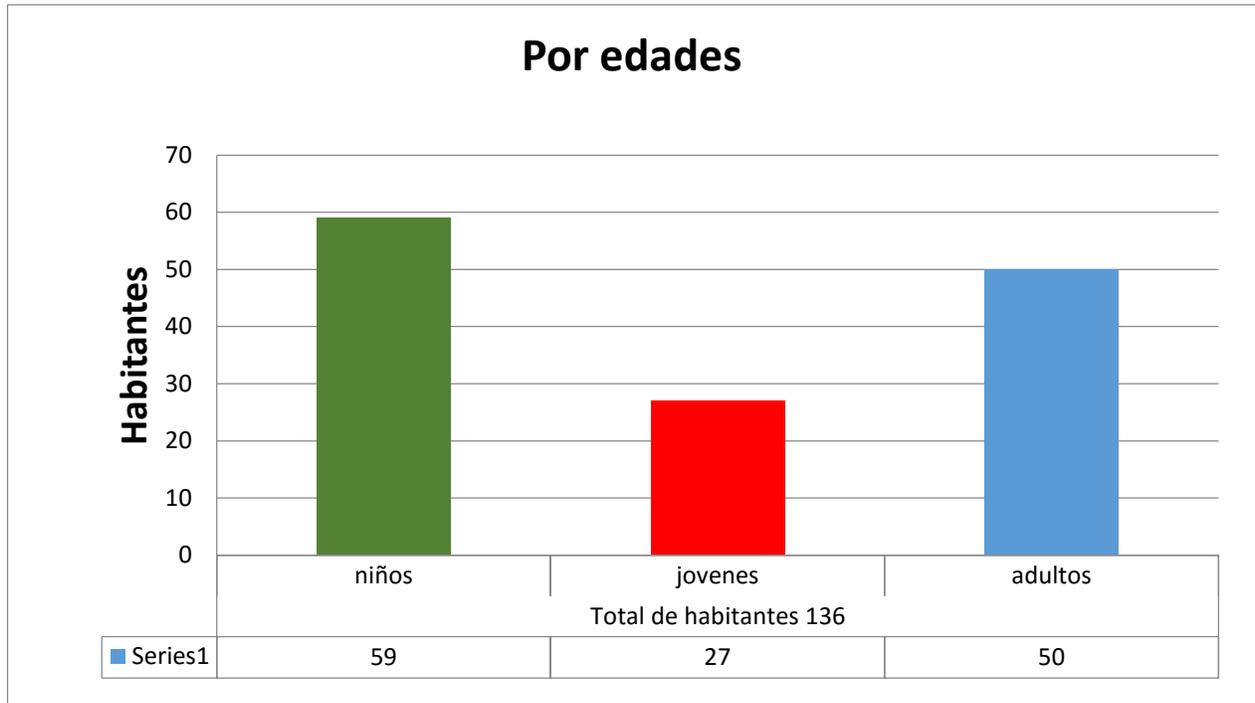
El sistema de recolección es mediante un sistema de tubería, que la conducen a una cámara de recolección, dicho filtro estará llenado por una primera capa de piedra bolón de un diámetro no menor 6" pulgadas, luego con una capa de grava no menor a  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, seguido con otra capa no menor a  $\frac{1}{2}$ " de diámetro y por último con una capa de arena fina, de esta manera el filtro lento cumplirá con su función de eliminar toda la materia orgánica que pueda entrar en la primera fase de recolección de agua al sistema.

### **6.1 Cobertura y beneficiarios del proyecto.**

El proyecto beneficiará directamente un área de  $1,009,136.5471 \text{ m}^2$  en la cual viven 136 personas, que es la cantidad de habitantes que existen en la comunidad de San Sebastián de acuerdo a la encuesta socio económica realizado en el lugar. (Ver anexos N°2).

Los beneficiarios indirectos del proyecto serán las personas que visitan la comunidad de San Sebastián en algún momento, sea por asuntos turísticos, laborales, educativos o de deportivos.

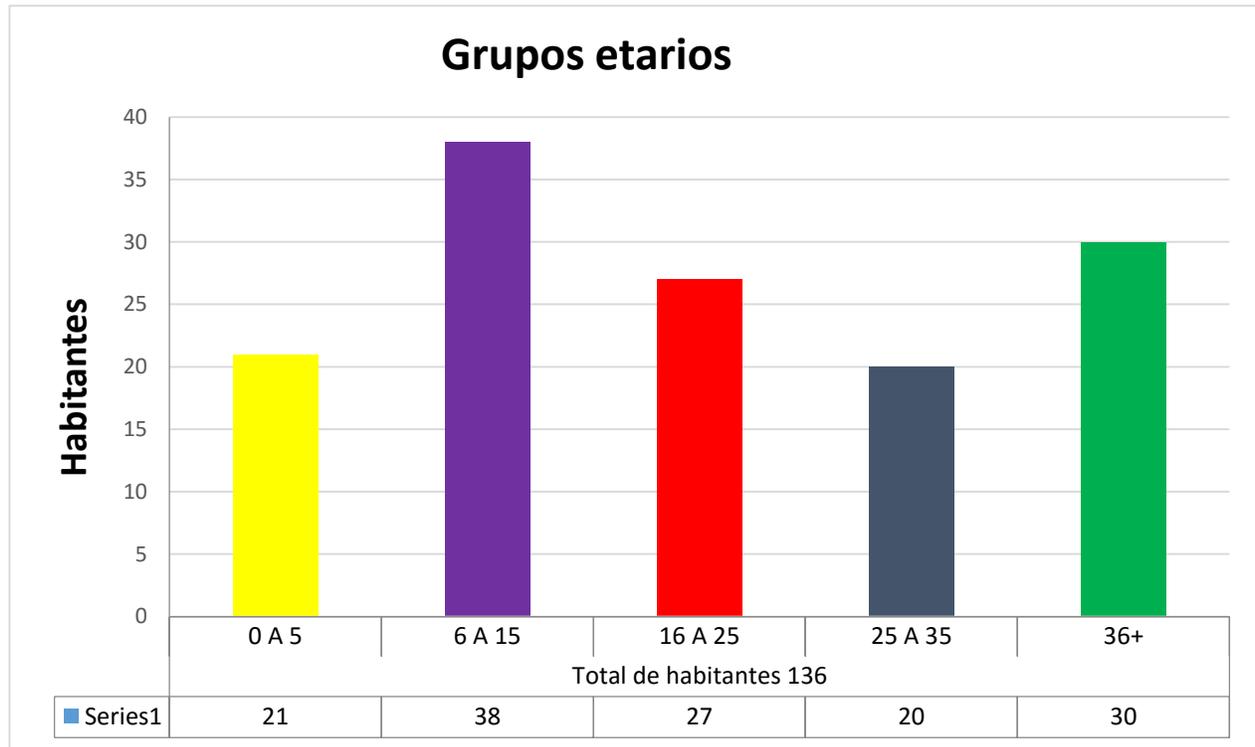
**Gráfica N°1: Población de San Sebastián**



Fuente: Elaboración propia

El rango de edades es de 0-12 niños, 12-30 jóvenes y de 30+ es la población adulta de la comunidad de San Sebastián y cómo podemos observar la gráfica la mayoría de la población la comprenden los niños de la comunidad con 59 personas, seguida con los adultos con 50 y la minoría la conforman los jóvenes con 27 personas.

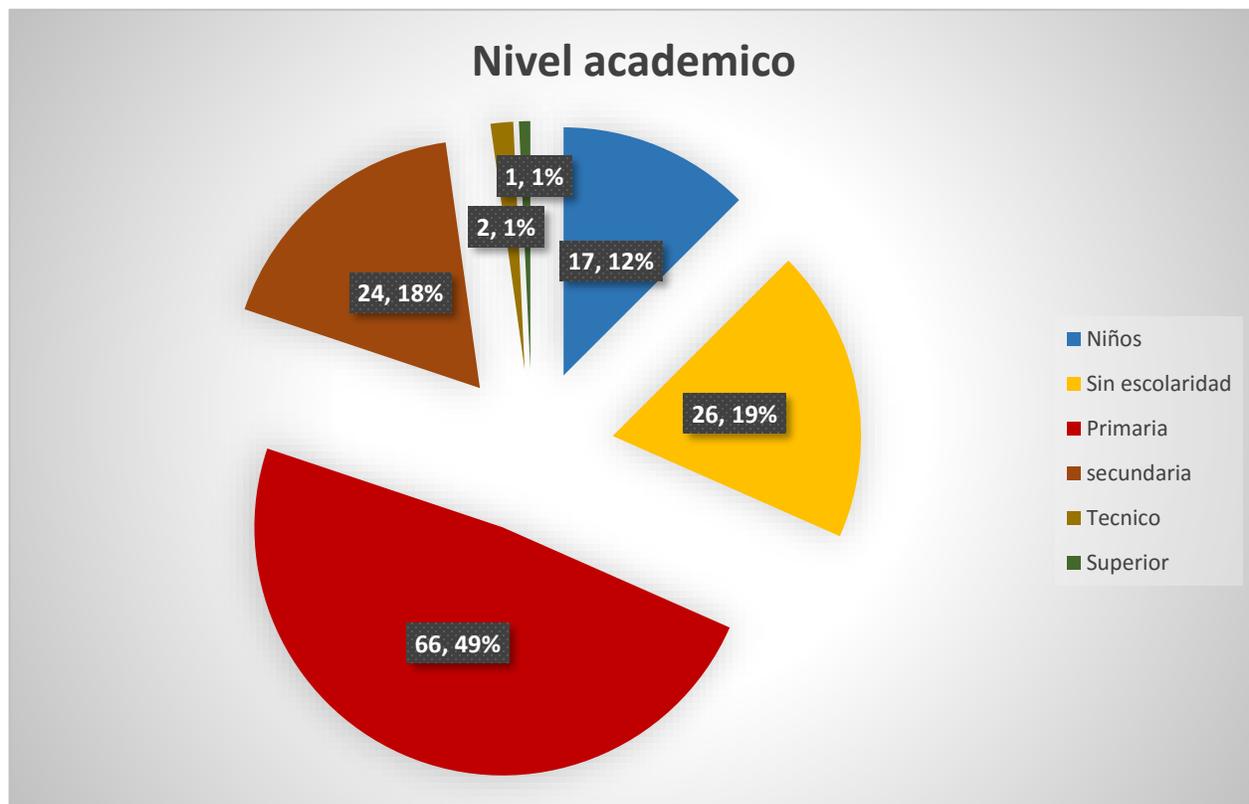
**Gráfica N°2: Grupos etarios**



Fuente: Elaboración propia

Las gráficas N°1 y N°2 reflejan que la comunidad corresponde a una población muy equitativa, predominando la población infantil (0 a 15 años) con 59 habitantes, seguido por la población adulta (más de 25 años) con 50 habitantes, y por último la población adulta (16 a 25 años) con 27 habitantes.

**Gráfica N°3: Nivel académico.**



Fuente: Elaboración propia.

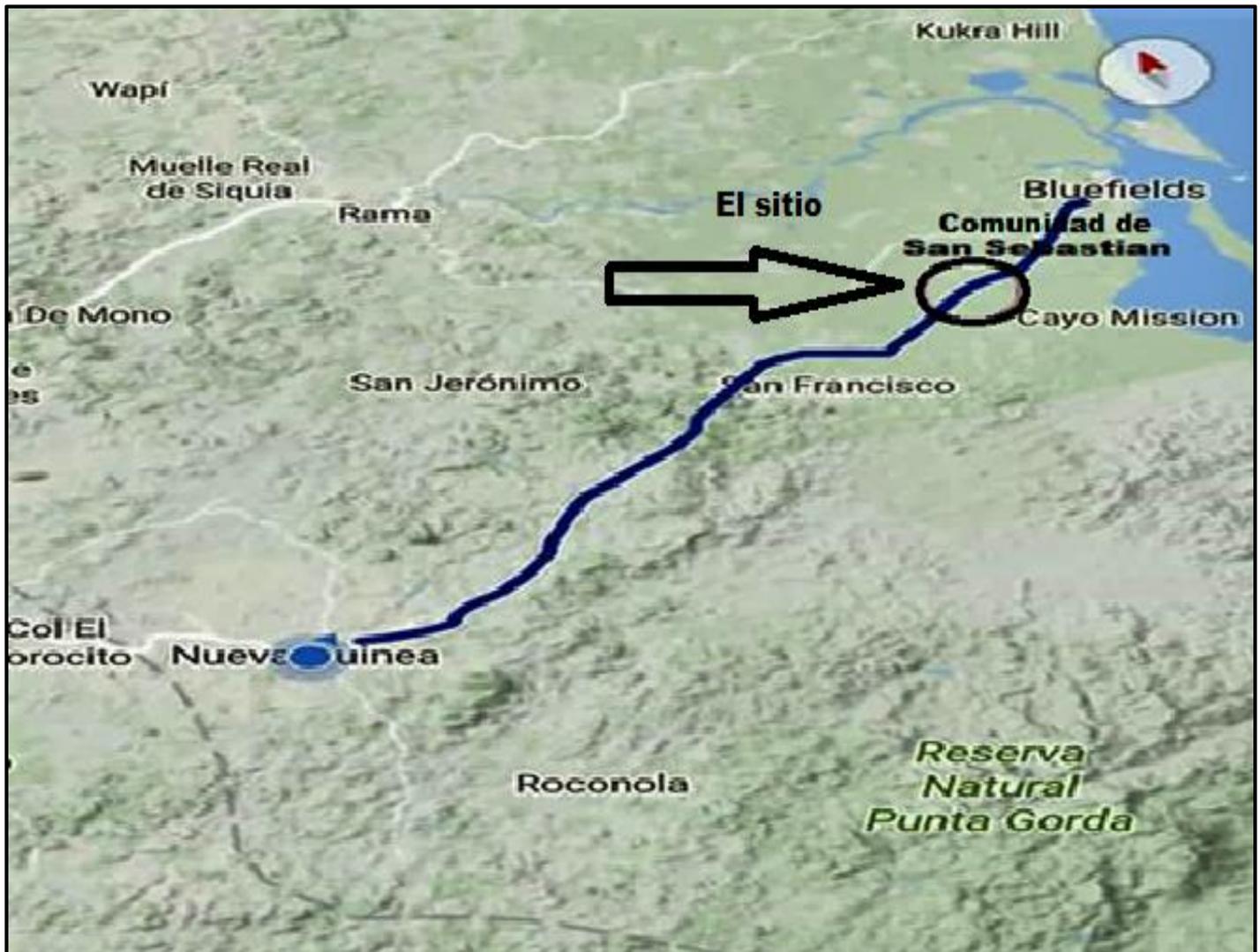
En el nivel de escolaridad de la población de San Sebastián, el 12% son niños menores de 5 años, 66.49% llegaron a cursar la modalidad primaria, el 24.18% son bachilleres, el 2.1% técnicos superiores, el 1.1% tienen estudios de pregrado y el 26.19% no tienen ninguna escolaridad.

## 6.2 Localización del proyecto.

Este proyecto se localiza a 25 Km al oeste de la ciudad de Bluefields, en la comunidad de San Sebastián, actualmente la vía de acceso es terrestre y se tarda aproximadamente una hora en llegar a la comunidad (ver tabla N°1).

### 6.2.1 Macro Localización del proyecto.

Mapa N°1: Mapa de macro localización.



Fuente: Imagen obtenida de Google MAPS.

Coordenadas de la comunidad UTM 16P

X, Y: 176844; 1325444

**Tabla N°1: Tipo de acceso a la comunidad y tiempo de duración.**

<b>Tipo de vía de acceso a San Sebastián</b>	<b>Distancia de Managua - San Sebastián (km)</b>	<b>Distancia de Bluefields - San Sebastián (km)</b>	<b>Tiempo Managua-San Sebastián (horas)</b>	<b>Tiempo de Bluefields – San Sebastián (horas)</b>
Terrestre	200	25	10	1

Fuente: Elaboración propia.

Límites de la comunidad de San Sebastián:

Sur: Con la comunidad de Caño Negro.

Norte: Con la comunidad de Mahogany.

Este: Con la comunidad de Caño Azul.

Oeste: Con la comunidad de Taleno.

## 6.2.2 Micro localización del proyecto.

Mapa N°2: Mapa de micro localización



Fuente Google Earth

Como se observa en el mapa N°2 la localización del proyecto se encuentra entre las comunidades de Caño Azul que esta antes de llegar a la comunidad de San Sebastián y la comunidad de Taleno y Las Breñas, todas estas comunidades están ubicadas juntamente donde pasa la carretera en construcción Bluefields - Nueva Guinea.

### **6.3 Definición y análisis del proceso de transformación**

En la actualidad la comunidad de San Sebastián del municipio de Bluefields, no cuenta con un sistema de agua potable que garantice el consumo de aguas seguras a los habitantes de la comunidad, por lo que la Unidad Municipal de Agua y Saneamiento de la Municipalidad de Bluefields tiene como prioridad dar solución a esta comunidad para construir este sistema que garantice una mejor calidad de vida y desarrollo a los pobladores de esta comunidad.

Con la Carretera Bluefields – Nueva Guinea se prevé que lleguen más personas de otras comunidades a visitar San Sebastián, por tal motivo es importante contar con un sistema de abastecimiento de agua potable, para atenderlas con agua segura e higiénica.

### **6.4 Ingeniería del proyecto.**

#### **6.4.1 Estudio socio – económico.**

El censo que se realizó consistió básicamente en un conteo de viviendas determinando el uso actual de las mismas, indagaciones directas casa por casa acerca de la cantidad de habitantes residentes, su composición por género y edades, la forma de abastecimiento de agua potable, ingresos económicos, eliminación de aguas servidas y disposición final de excretas, entre otras,

Durante la realización del censo se detectaron un total de 53 viviendas, de las cuales 35 viviendas son habitadas y 18 viviendas deshabitadas. No obstante, para el cálculo de la población al inicio del año de diseño se contempló la población censada al momento de iniciado el diseño, en las 35 viviendas habitadas se censaron un total de 136 habitantes, con 35 familias, de estos datos se obtiene como promedio de 3.88 habitantes por vivienda.

Para estimar la población inicial se ha aplicado este índice de habitantes al total de las viviendas habitadas:

Población actual = 3.88 habitantes / vivienda x 35 viviendas  
= 136 habitantes.

**Tabla N°2: Casas y habitantes.**

<b>Viviendas de San Sebastian</b>	
Casas Habitadas	35
Casas Desabitadas	18
Total de viviendas	53
<b>Poblacion General</b>	
Hombres	34
Mujeres	40
Niños y niñas de 0-15 años	60
Población total	136

Fuente: Elaboración propia.

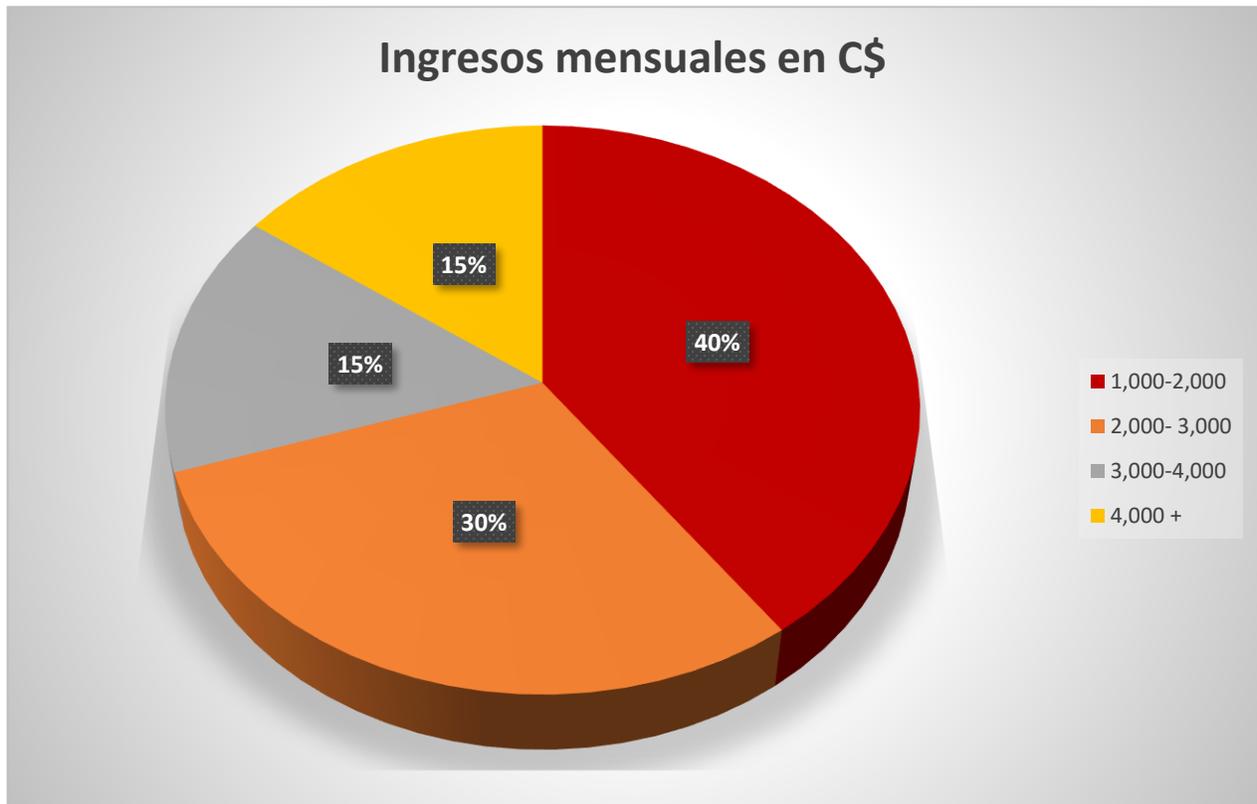
**Gráfica N°4: Ocupación los habitantes de la comunidad de San Sebastián.**



Fuente: Elaboración propia.

Según la gráfica N°4 ocupación de los jefes de familia es el siguiente, 75% se dedican a la agricultura y la ganadería, el 10% hacen actividades de jornaleros, en el sector comercio un 10% y el 5% se dedican a otras ocupaciones.

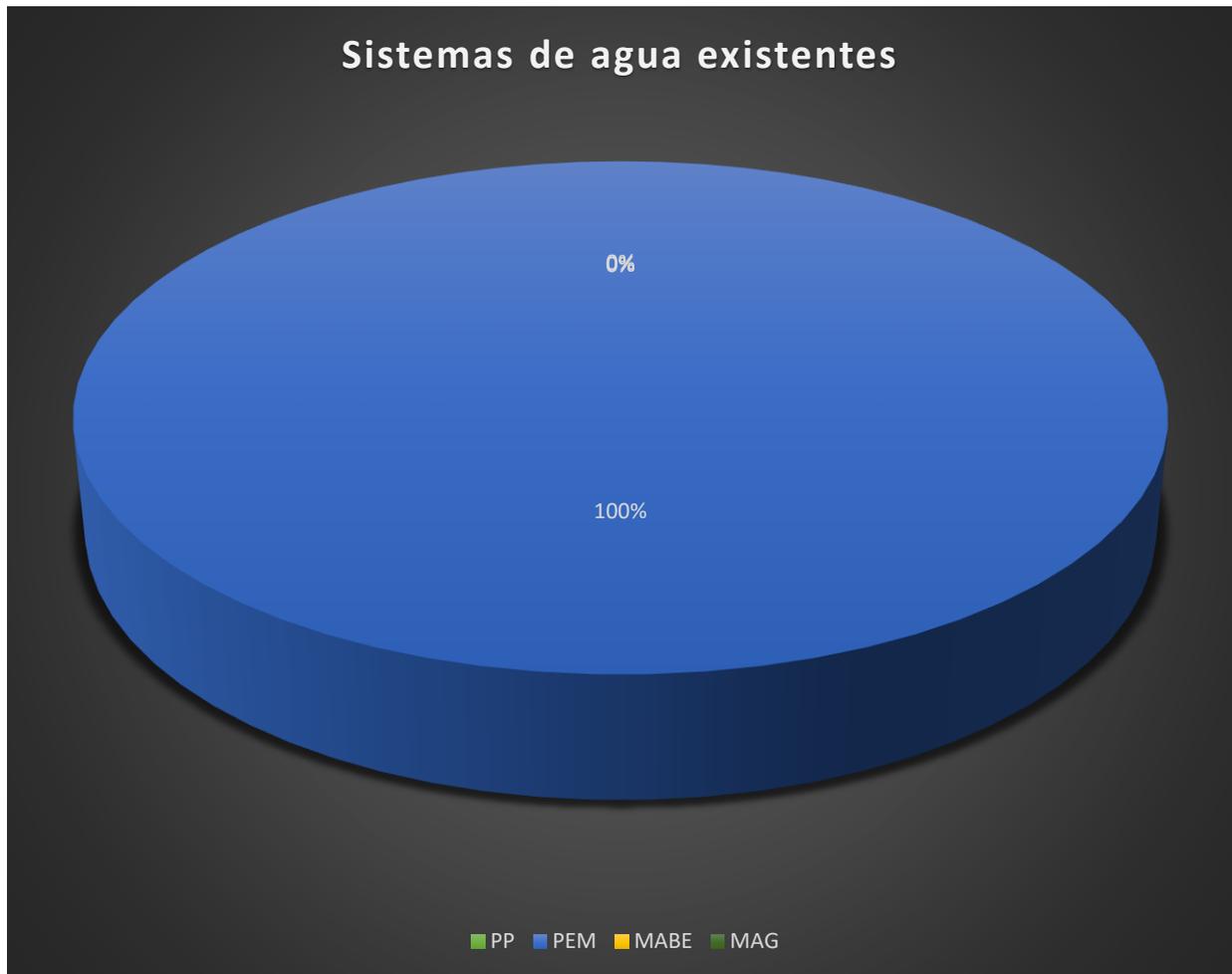
**Gráfica N°5. Ingresos mensuales de los habitantes de la comunidad de San Sebastián.**



Fuente: Elaboración propia

El gráfico N°5 representa el ingreso mensual que reciben o generan los pobladores, dando como resultado que el 40% ingresa entre C\$ 1000 a C\$ 2000, el 30% un C\$ 2000 a C\$ 3000, un 15% entre C\$ 3000 a C\$ 4000 y otro 15% más de C\$ 4000.

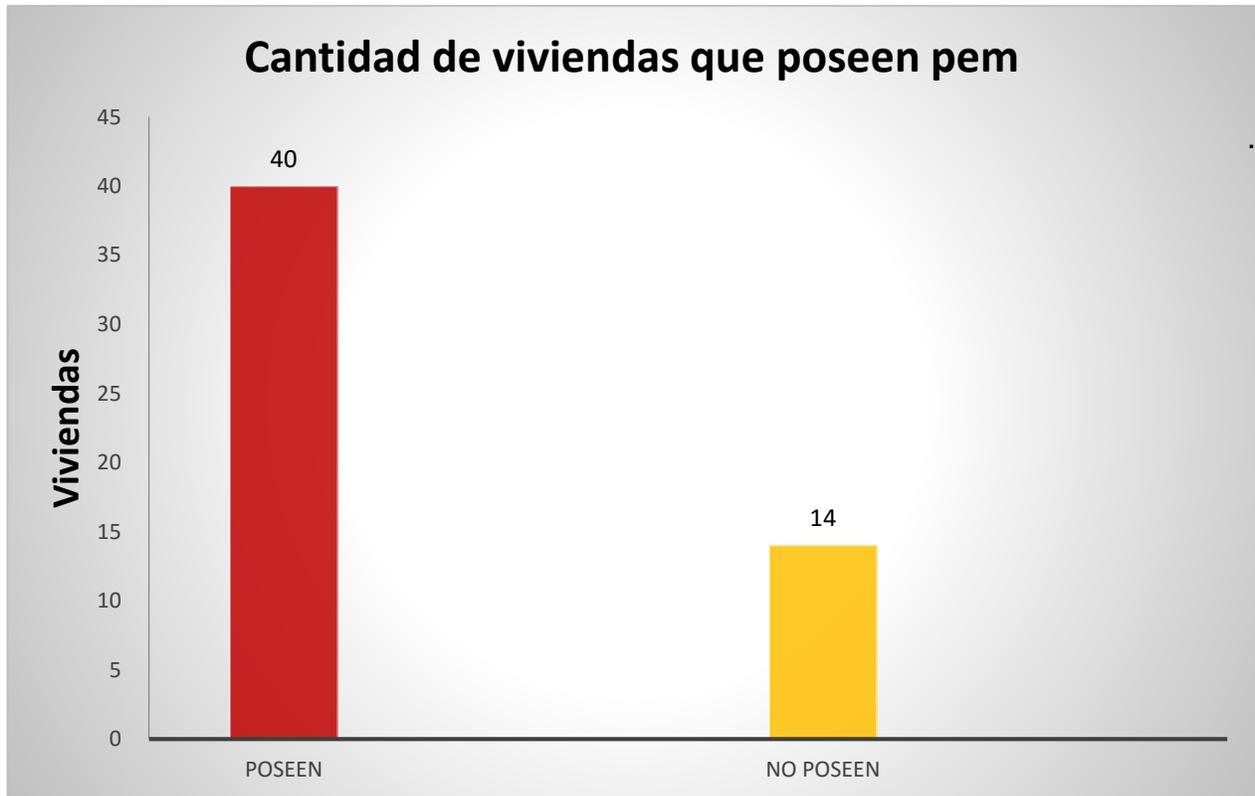
**Gráfica N°6: Sistemas de aguas en la comunidad**



Fuente: Elaboración propia

El sistema de agua con que se abastece la comunidad de San Sebastián es de pozo excavado a mano, sin embargo, no todas las familias o viviendas cuentan con uno propio.

**Gráfica N°7: Cantidad de viviendas de la comunidad de San Sebastián que poseen pozo excavado manualmente.**



Fuente: Elaboración propia

El 74% de las viviendas tienen pozo excavado, el resto se abastecen de pozos de vecinos o familiares cercanos.

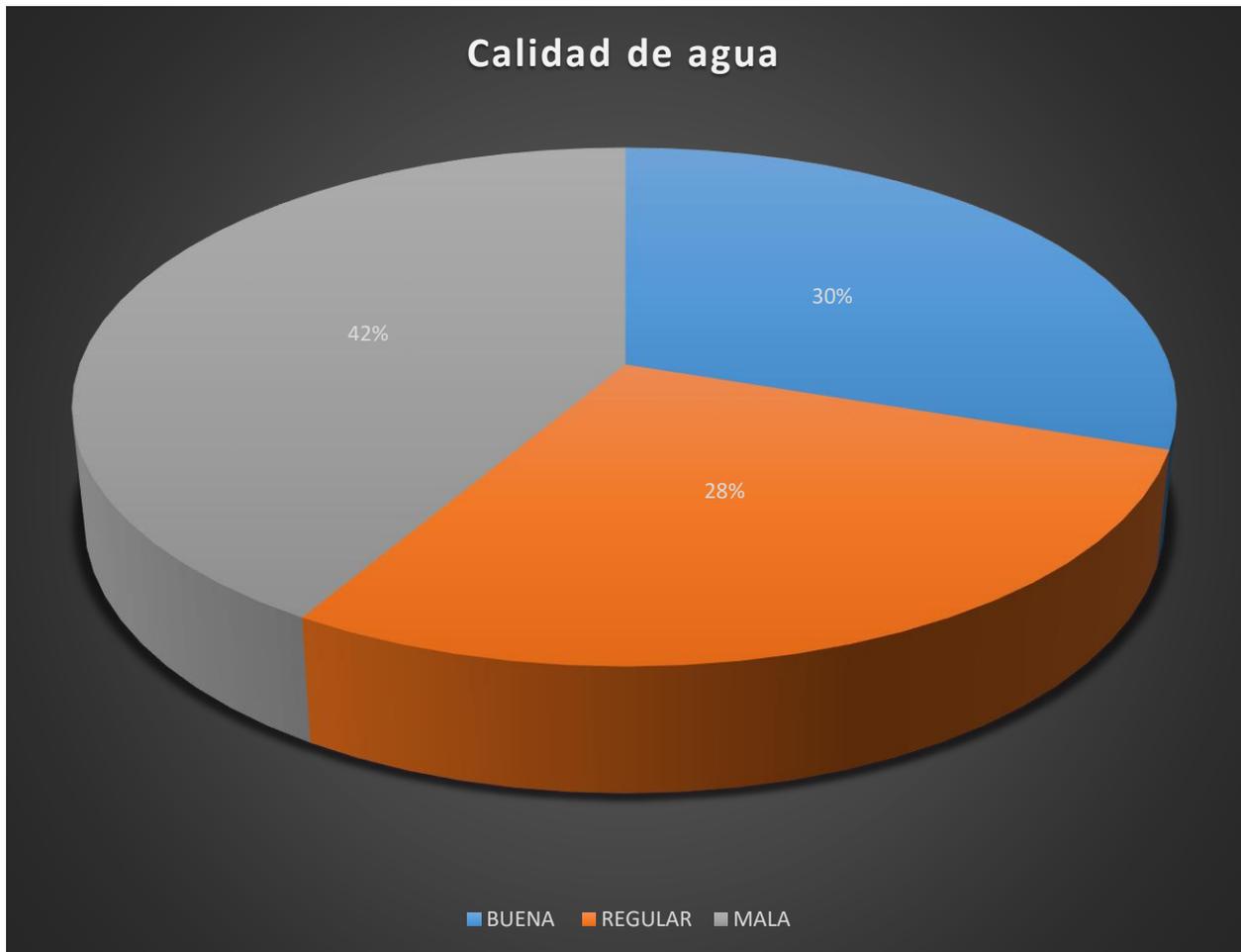
**Gráfica N°8: Formas de almacenamiento de agua en la comunidad de San Sebastián.**



Elaboración propia.

En este gráfico N°8 refleja que las formas de almacenamiento de agua son los siguientes con un 59% baldes, el 32% barriles y un 9% en pilas.

**Gráfica N°9: Calidad de agua de consumo en la comunidad de San Sebastián.**

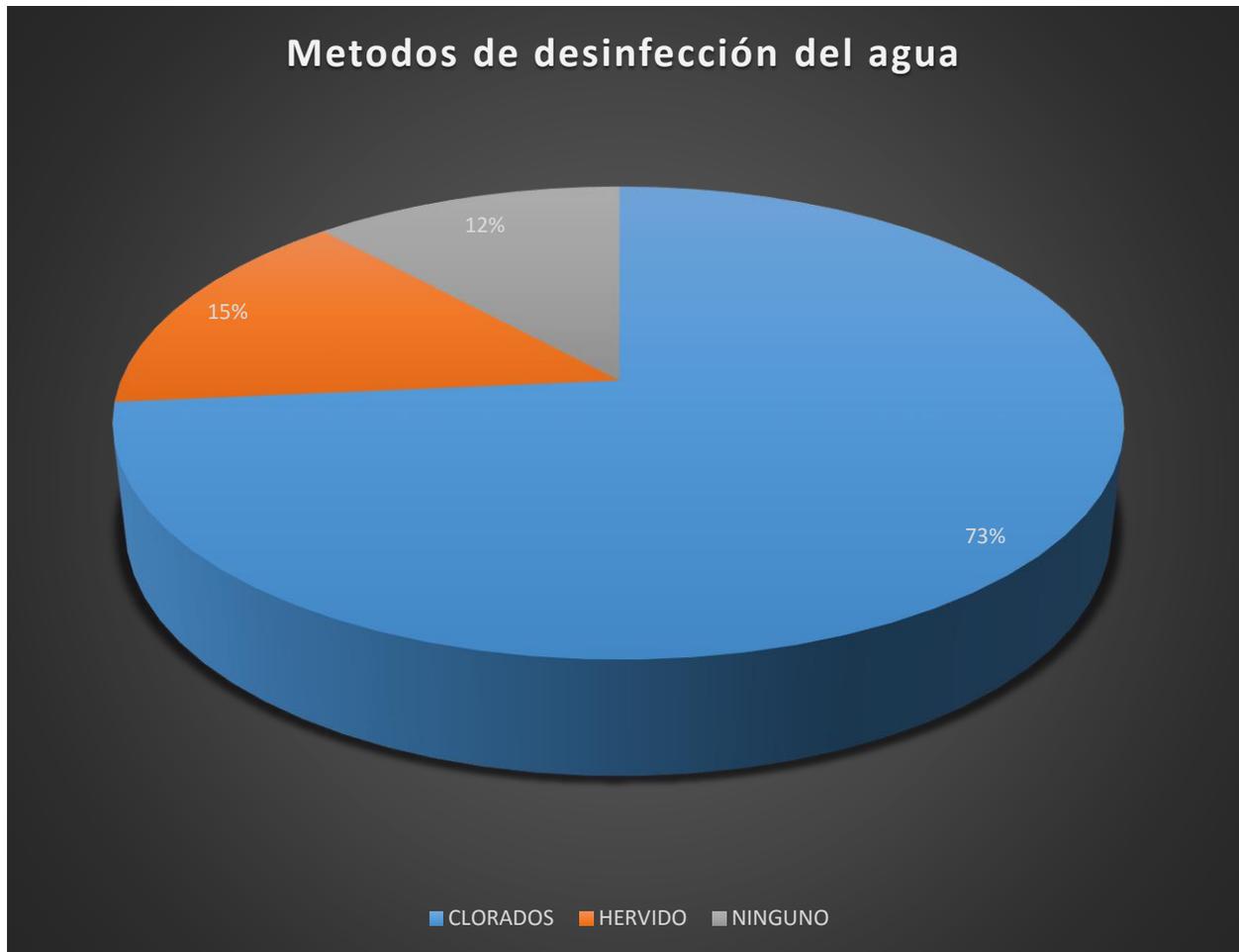


Elaboración propia.

Según los datos de la gráfica No 9, el 30% de la población manifiesta que el agua que consume es buena, el 28% afirman que es regular y el 42% respondieron que es mala.

Esta es la perspectiva de la población, pero este dato no es 100% correcto ya que no hay un estudio sobre la calidad de agua que ellos consumen y debido a que el agua que consumen no es tratada de modo correcto, se puede decir que el 100% del agua que la población consume es de una calidad regular o mala

**Gráfica N°10: Método de desinfección del agua que ocupan los pobladores de la comunidad de San Sebastián.**



Fuente: Elaboración propia.

Según la gráfica N°10 el 73% de las familias utiliza como método de desinfección la cloración, el 15% hierven el agua y un 12% no utilizan.

## 6.4.2 Tamaño óptimo del proyecto

Se mide por la capacidad del servicio del proyecto durante el horizonte de diseño. Son varios los factores que inciden en el tamaño del proyecto, los más determinantes son los siguientes:

1. Población afectada y demanda insatisfecha
2. Financiamiento
3. Tecnología
4. Localización
5. Disponibilidad de recursos humanos
6. Capacidad gerencial
7. Dimensionamiento de la solución

### 1 Población afectada y demanda insatisfecha

Para conocer la demanda total de agua potable se realizó un análisis de la localidad tomando en cuenta aquellas particularidades que tienen incidencia en este aspecto, principalmente cantidad de población, como se abastecen y otros hábitos de uso del agua en concordancia con las fuentes de abastecimiento existentes.

Para la estimación de la demanda de agua potable se realizó un censo completo mediante el cual se conoció la población actual, su distribución espacial, composición, el número de viviendas y otra serie de datos de interés. A partir de los datos de población se realizó el cálculo de demanda.

### 2 Financiamiento

El financiamiento es un factor restrictivo importante, en este caso se asume que por ser proyectos de beneficio y desarrollo socioeconómico y como un servicio a la comunidad, el financiamiento se obtendrá por medio de la Alcaldía Municipal de Bluefields, para cubrir la demanda insatisfecha proyectada al final del horizonte del proyecto. Aspecto desarrollado en acápite 3.3 Análisis de los recursos disponibles.

### 3 Tecnología

Se utilizará un sistema de agua por medio de bombeo eléctrico. Este sistema es de fácil operación y mantenimiento, lo cual es muy conveniente para las comunidades rurales.

### 4 Localización

En el proyecto de agua no fue posible atender a varias comunidades, beneficiará solamente a la comunidad de San Sebastián siendo viable su realización. Aspecto desarrollado en acápite 6.2 Localización del proyecto.

### 5 Disponibilidad de recursos humanos

Los proyectos de agua para su construcción requieren en su mayor parte, mano de obra no calificada, esto se puede expresar en 70% la cual está disponible en la comunidad beneficiada. La mano de obra calificada se localiza en la cabecera departamental o municipal (Bluefields).

### 6 Capacidad gerencial

Debe analizarse la capacidad de la institución responsable de la ejecución, operación y mantenimiento del proyecto. Para este proyecto la municipalidad es la principal responsable de la ejecución y se conforma un Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) quienes serán los encargados de la acción administrativa, operación y mantenimiento.

### 7 Dimensionamiento de la solución

El proyecto a construir beneficiará desde inicio a 53 viviendas, para un total de 136 habitantes con un sistema de abastecimiento de agua para el consumo humano por bombeo eléctrico con los siguientes componentes:

- Captación para la fuente propuesta: los pobladores de la comunidad de San Sebastián adquirirán una fuente de agua ubicada en la finca de la familia Hernández.
- Línea de conducción: Se consideran 340 metros lineales de tubería para conducir 0.7708 litros por segundo al tanque de almacenamiento (ver tabla 5).

Los diámetros considerados en la línea de conducción son 2 ½" con tubería de PVC SDR26.

- Válvulas de aire: Se utilizan 2 válvulas de aire las cuales se indican en los alcances de obras del proyecto
- Válvulas de limpieza: Se utilizan siete válvulas según alcances de obras del proyecto (ver acápite 9.2 alcances de obra).
- Tanque de almacenamiento: Se colocará un tanque PVC tricapa para una capacidad de almacenamiento de 10 metros cúbicos de agua, según tabla de cálculo de consumo conforme lo establece el capítulo 8.2 inciso b de la norma NTON 09001-99 que se aplicará el 35% al consumo promedio diario (ver tabla No.5).

Línea de distribución: Se consideran 4,629.911 metros lineales de tubería, los diámetros varían entre 1 ½", 2" y 3" con tubería de PVC SDR 26 y HG, con presiones de trabajo de 160 Psi, 250 Psi y tipo liviano en HG (ver acápite 9.2 alcances de obras).

El sistema contará con una estación de bombeo la cual será capaz de bombear 0.7708 l/s por día, esta estará compuesta por una caseta de control donde estarán todos los elementos para controlar el sistema, así también como una bomba de ½ hp la cual será la que impulse el agua desde el pozo húmedo hasta el tanque de almacenamiento.

El tipo de tratamiento será por cloración, utilizando clorinador de pastilla, instalándose como by pass (indica una desviación, colocada en paralelo en un circuito hidráulico o eléctrico, que permite poner en comunicación directa dos puntos) justo antes que el agua entre al tanque de almacenamiento.

Además se contará con un filtro lento de flujo ascendente, el cual se encargará de filtrar el agua de cualquier material orgánico o basura que pueda entrar por la obra de captación, el sentido del flujo es vertical ascendente con una velocidad de filtración de 6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d (0.25m/h), el sistema de recolección es mediante un sistema

de tubería, que la conducen a una cámara de recolección, se debe de respetar la velocidad del agua ya que de esto depende el buen funcionamiento del filtro.

El filtro estará llenado por una primera capa de piedra bolón de un diámetro no menor 6" pulgadas, luego con una capa de grava no menor a  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, seguido con otra capa no menor a  $\frac{1}{2}$ " de diámetro y por ultimo con una capa de arena fina, de esta manera el filtro lento cumplirá con su función de eliminar toda la materia orgánica o basura que pueda entrar en la primera fase de recolección de agua al sistema.

### **6.4.3 Estudios básicos**

#### **6.4.3.1 Topografía**

Para sistemas de agua potable en zonas rurales se siguió lo establecido en el manual de administración de ciclo de proyecto de obras municipales capítulo VII.

Se efectuó el levantamiento topográfico de la línea de conducción que une la fuente de abastecimiento de agua seleccionada con el núcleo poblado. Se identificaron y localizaron detalles importantes como: estructuras existentes, pasos de ríos, quebradas, zanjones, caminos, cercos, puntos altos del terreno, entre otros.

El levantamiento del núcleo poblado consistió en el trazo de líneas principales y ramales secundarios a ser utilizados para la instalación de las tuberías de distribución del agua, con la localización de todas las viviendas, edificios públicos, calles y caminos existentes; así como la identificación de todas las estructuras y sitios importantes, (Ver anexo No.1 Levantamiento topográfico).

#### **6.4.3.2 Fuentes de agua.**

El tipo de fuente es de brote definido y se considera un tipo de fuente superficial. Es la más recomendada, ésta puede estar ubicada en una quebrada de un terreno y se obtiene al momento de que el agua brota del suelo, con la obra de captación, permitirá captar el agua de la fuente a utilizar.

### 6.4.3.3 Aforo de la fuente.

Es la operación para medir un caudal, es decir, el volumen de agua por unidad de tiempo y éste se mide en litros/segundo. Se utilizó el método volumétrico realizado en la época de estiaje, para asegurar el caudal mínimo de la fuente y suplir la demanda de agua de la población.

La fuente seleccionada es la única que existe en la comunidad de San Sebastián, localizada en la parte media de esta, generando un caudal de 2.00 l/s (ver tabla N°5), siendo factible para dotar a la población por un periodo de 20 años.

Los resultados indican que el agua de la fuente propuesta es de buena calidad dentro de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que rigen las normas CAPRE.

Por lo tanto, se propone usar el caudal resultante del aforo realizado el 15-05-2017, caudal de 31.93 gpm (2.00 lps), el cual supera la demanda de la población al final del periodo de diseño (ver tabla No.3).

En tal sentido con las condiciones de potencial hídrico evaluadas, en cuanto a cantidad y calidad del agua, se puede recomendar esta fuente para el de abastecimiento de agua potable a la comunidad de San Sebastián.

**Tabla N°3: Geo referencia de la fuente de captación.**

Nombre de fuente	Coordenadas UTM 16P	Elevación (m)	Fecha de aforo	Hora de aforo	Caudal aforado (gpm)	Caudal aforado (lps)
Finca familia Hernández	Norte: 176575 Este: 1325607	19	15- 05- 16	9:00 am	31.93	2.00

Fuente: Elaboración propia.

#### **6.4.3.4 Calidad del agua**

Para conocer la calidad del agua de la fuente de abastecimiento propuesta se tomó una muestra y se procedió a realizar el análisis físico químico y bacteriológico en el laboratorio Centro de Investigación Acuática de la BICU (CIAB), (Ver imagen No.1).

Se recomienda hacer un análisis completo de la calidad de agua una vez que el proyecto se encuentre en ejecución para conocer si el agua cumple con todos los requisitos de las normas CAPRE, INAA y OMS, para ser considerada de consumo humano.

Análisis de calidad del agua fuente finca familia Hernández:

Los resultados del análisis físico químico, indican que la gran mayoría de las concentraciones de los parámetros analizados son inferiores al valor límite permisible, según la norma CAPRE, esto indica que el agua es apta para consumo humano.

El pH para el agua de la fuente finca familia Hernández tiene un valor de 7.20, estando en el rango recomendado por las normas CAPRE y de la OMS las cuales están entre los 6.50-8.50.

La conductividad dió un valor de 180  $\mu\text{S}/\text{cm}$  estando este valor entre lo recomendado en las normas CAPRE y OMS el cual es 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La turbidez dió un valor de 3.89 UNT estando en los parámetros adecuados según las normas CAPRE y OMS el valor tiene que ser menor de 5 UNT.

La salinidad (S) dió un valor de S igual a 0/00 valor igual al recomendado por las normas CAPRE y OMS.

En el análisis bacteriológico dio 23 UFC siendo lo recomendado por las normas CAPRE y la OMS igual a 4 UFC (ver imagen No.1), esto indica que existe cierto grado de contaminación bacteriológico, por lo cual será necesario dar tratamiento de desinfección al agua mediante la aplicación de cloro y establecer medidas de restricción el área de la fuente, esta medida de desinfección fue recomendada por el especialista Msc. Enoc

Rivas del laboratorio **CIAB BICU**. Posiblemente la contaminación de la fuente es debido a que esta al aire libre, no está restringida la entrada de animales y existen escorrentías de aguas arriba que pueden estar contaminadas, pero esto será resuelto como se mencionaba antes (ver acápite IV) con el filtro de flujo lento y la cloración.

**Imagen N°2: Análisis de agua.**



**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY**  
CENTRO DE INVESTIGACIONES ACUATICAS DE LA BICU  
**CIAB**

Campus Bluefields, Avenida Universitaria, Bo. San Pedro.  
25721116, 25721910, 25721655. Extensión No. 164 Fax # 25721277, email: bicu@ibw.com.ni

Bluefields,

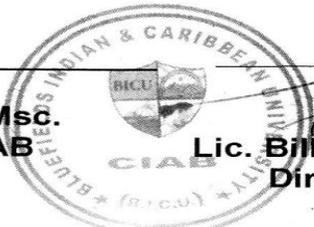
25 de enero del 2017

**Matriz de la muestra**  
**Fuente de muestra**  
**Muestreo realizado por**

**Agua**  
**Caño Juan**  
**Jayso Medina**

<b>Muestra identificada como</b>		<b>SAN SEBASTIÁN</b>		
<b>Fecha de recepción</b>		18/01/2017		
<b>Hora de recepción</b>		09:40 A.M		
<b>Hora y fecha de toma de muestra</b>		08:15 a.m.– 18/01/2017		
<b>COMUNIDAD</b>		<b>SAN SEBASTIÁN</b>		
<b>Color (descriptivo)</b>		<b>Transparente</b>		
<b>Parámetros Bacteriológicos</b>	<b>Método</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>	<b>Valores recomendados por la OMS</b>
Coliformes Totales	NMP	UFC	23	4UFC
Coliformes Fecales	NMP	UFC	+	0 UFC
<i>E. coli</i>	Siembra en superficie		+	0 UFC
<i>Streptococcus faecalis</i>	Siembra en superficie		+	0 UFC
<i>Clostridium perfringens</i>	Siembra en masa		+	0 UFC
<i>Pseudomonas sp</i>	Filtración		-	0 UFC
<b>Parámetros Físico Químicos</b>	<b>Método</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>	<b>Valores recomendados por la OMS</b>
pH	Electrodo	0-14	7.20	6.50 - 8.50
Conductividad	Electrodo	µS/cm	180	<400 µS/cm
Turbidez	Turbidímetro	UNT	3.89	< 5 UNT
Salinidad	Refractómetro	S 0/00	0	0 S 0/00

  
**Lic. Enoc Rivas Msc.**  
**Auxiliar del CIAB**



  
**Lic. Billy Ebanks. MSc**  
**Director CIAB**

Fuente: BICU-CIAB.

## **6.4.4 Diseño del proyecto**

### **6.4.4.1 Normas de diseño**

Para los diseños del sistema de agua potable rural se aplicaran los criterios de NTON 09001-99 diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, reglamento del fondo de inversión social de emergencia (FISE) para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable en el sub sector rural y Programa regional HPE/OPS/CEPIS de mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano elaborada por el “Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS)”.

### **6.4.4.2 Dotación**

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de: nivel de servicio adoptado, factores geográficos, factores culturales, uso del agua.

Para el abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Sebastián se asignará un gasto por habitante de 60 litros/habitantes/día, según lo establecido en las normas del INAA para sistemas de conexiones domiciliarias, capítulo III dotación y población a servir.

### **6.4.4.3 Período de diseño**

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

**Tabla N°4: Elementos de un sistema de agua potable.**

<b>Tipos de componentes</b>	<b>Período de diseño</b>
Obra de captación	20 años
Línea de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años
Filtro	20 años
Estación de bombeo	15 años

Fuente: Normas INAA capítulo IV parámetros de diseño, acápite 4.1 periodo de diseño.

Cada uno de los elementos del sistema deberán ser valorados al cumplir su periodo de diseño, para definir si podrán seguir funcionando o deberán ser cambiados o reconstruidos, dependiendo de la naturaleza de cada uno de los elementos.

#### **6.4.4.4 Población**

La fórmula usada para la proyección de las poblaciones futuras es la que corresponde al método geométrico. Este método es el que se utiliza en Nicaragua, ya que es el que mejor representa el ritmo de crecimiento de países en subdesarrollo donde hay un mayor porcentaje de población joven menor de 30 años. Al representar por medio de una figura triangular la población por edades de estos países observamos que en la base del triángulo se concentra la mayor cantidad de personas menores de 30 años.

Al graficar estos datos en un plano donde se representa en el eje x el tiempo en años y en el eje y la cantidad de población joven, dará como resultado una gráfica que crece geométricamente, es decir que aumenta el tiempo y también la población joven; no así en los países desarrollados donde el tipo de gráfica que resulta es lineal.

La fórmula se expresa como sigue:

### **Formula N° 1: Crecimiento de población compuesta.**

$$P_n = P_o (1+r)^n$$

Dónde:

$P_n$  = Población al final del período de diseño.

$P_o$  = Población al inicio del período de diseño.

$r$  = Tasa de crecimiento en el período de diseño expresada en notación decimal.

$n$  = Número de años que comprende el período de diseño.

#### **6.4.4.5 Presiones máximas y mínimas**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de agua potable se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible en los valores siguientes, según el capítulo IV, acápite 4.3 presiones máximas y mínimas de la norma del INAA.

Presión mínima 5.0 metros

Presión máxima 50.0 metros

#### **6.4.4.6 Velocidades permisibles en tuberías**

Se recomienda fijar valores de velocidades de flujos en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías, según el capítulo IV parámetros de diseño, acápite 4.1, periodo de diseño de las normas del INAA.

Velocidad mínima 0.4 metros/segundo

Velocidad máxima 2.0 metros /segundo

La velocidad es calculada a través de la fórmula de continuidad, que se expresa:

#### **Fórmula N°2: Fórmula de velocidad.**

$$V = A/Q$$

$$Q = A * V \text{ Despejando la velocidad: } V = A/Q$$

Dónde:

V= velocidad (m/s).

Q= caudal (m<sup>3</sup>/s).

A = Área de la sección transversal de la tubería (m<sup>2</sup>).

#### **6.4.4.7 Oferta vs demanda**

El objetivo de este análisis es determinar la cantidad de agua disponible (oferta) del prestatario del servicio para ponerla a disposición de los usuarios y que estos a la vez satisfagan el consumo promedio diario (demanda) y estén dispuestos a pagar una tarifa por el servicio recibido. Los resultados de proyección del balance oferta vs demanda de agua potable, establecen que el número de personas a ser abastecidos por el proyecto al final del período de diseño de 20 años [en el 2037], será de 245 habitantes quienes con una dotación de 60 lppd y un Consumo Promedio Total Diario de 0.3083 l/s, un Consumo Máximo Diario de 0.4625 l/s y un Consumo Máximo Horario de 0.7708 l/s (ver tabla No.5)

**Tabla N°5: Tabla de cálculo de consumo.**

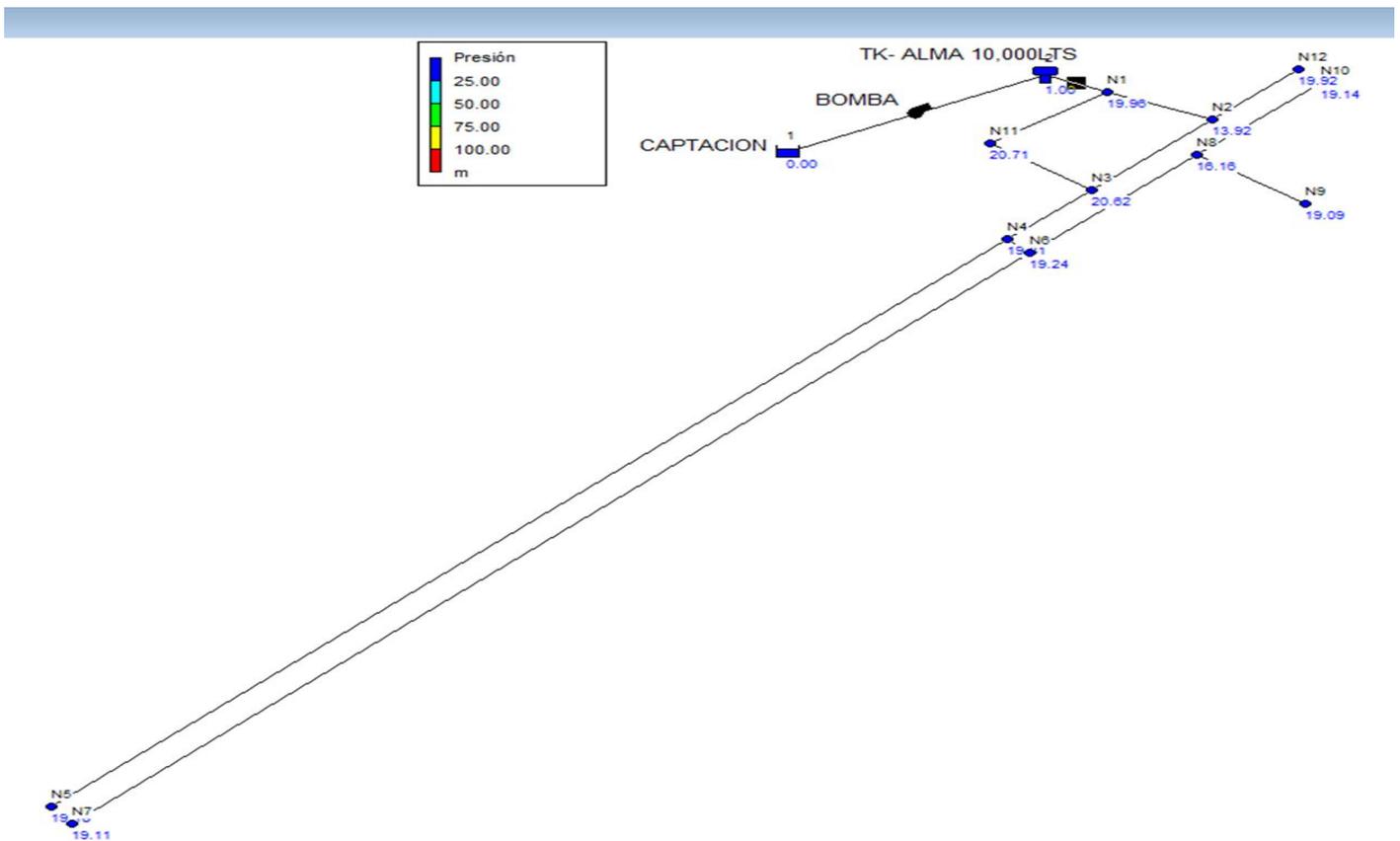
Fin proy.		Qmed: <b>0.3083 lps</b>	Qmáx día: <b>0.4625 lps</b>	Qmáx hora: <b>0.7708 lps</b>	Qfmin: <b>2.00 lps</b>					
No.	TIEMPO PROYECT. (AÑO)	PROYECC. POBLACIÓN (HABITANTES)	CONSUMO DOMICILIAR (LPD)	OTROS CONSUMOS (LPD)	CPD (LPD)	CPTD = CPD+20%		CONS. MAX. DIA (LPS)	CONS. MAX. HOR (LPS)	VOL. ÚTIL ALMACEN (m³)
						(LPD)	(LPS)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-	2016	136	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>0</b>	<b>2017</b>	<b>140</b>	<b>8,400.00</b>	<b>4,288.00</b>	<b>12,688.00</b>	<b>15,225.60</b>	<b>0.1762</b>	<b>0.2643</b>	<b>0.4406</b>	<b>5.33</b>
1	2018	144	8,640.00	4,409.55	13,049.55	15,659.46	0.1812	0.2719	0.4531	5.48
2	2019	148	8,880.00	4,534.55	13,414.55	16,097.46	0.1863	0.2795	0.4658	5.63
3	2020	153	9,180.00	4,663.10	13,843.10	16,611.72	0.1923	0.2884	0.4807	5.81
4	2021	157	9,420.00	4,795.28	14,215.28	17,058.34	0.1974	0.2962	0.4936	5.97
<b>5</b>	<b>2022</b>	<b>161</b>	<b>9,660.00</b>	<b>4,931.22</b>	<b>14,591.22</b>	<b>17,509.46</b>	<b>0.2027</b>	<b>0.3040</b>	<b>0.5066</b>	<b>6.13</b>
6	2023	166	9,960.00	5,071.01	15,031.01	18,037.21	0.2088	0.3131	0.5219	6.31
7	2024	171	10,260.00	5,214.76	15,474.76	18,569.71	0.2149	0.3224	0.5373	6.50
8	2025	175	10,500.00	5,362.58	15,862.58	19,035.10	0.2203	0.3305	0.5508	6.66
9	2026	180	10,800.00	5,514.60	16,314.60	19,577.52	0.2266	0.3399	0.5665	6.85
<b>10</b>	<b>2027</b>	<b>185</b>	<b>11,100.00</b>	<b>5,670.92</b>	<b>16,770.92</b>	<b>20,125.11</b>	<b>0.2329</b>	<b>0.3494</b>	<b>0.5823</b>	<b>7.04</b>
11	2028	191	11,460.00	5,831.68	17,291.68	20,750.02	0.2402	0.3602	0.6004	7.26
12	2029	196	11,760.00	5,996.99	17,756.99	21,308.39	0.2466	0.3699	0.6166	7.46
13	2030	202	12,120.00	6,166.99	18,286.99	21,944.39	0.2540	0.3810	0.6350	7.68
14	2031	207	12,420.00	6,341.81	18,761.81	22,514.17	0.2606	0.3909	0.6515	7.88
<b>15</b>	<b>2032</b>	<b>213</b>	<b>12,780.00</b>	<b>6,521.59</b>	<b>19,301.59</b>	<b>23,161.90</b>	<b>0.2681</b>	<b>0.4021</b>	<b>0.6702</b>	<b>8.11</b>
16	2033	219	13,140.00	6,706.46	19,846.46	23,815.75	0.2756	0.4135	0.6891	8.34
17	2034	225	13,500.00	6,896.57	20,396.57	24,475.88	0.2833	0.4249	0.7082	8.57
18	2035	232	13,920.00	7,092.07	21,012.07	25,214.48	0.2918	0.4378	0.7296	8.83
19	2036	238	14,280.00	7,293.11	21,573.11	25,887.73	0.2996	0.4494	0.7491	9.06
<b>20</b>	<b>2037</b>	<b>245</b>	<b>14,700.00</b>	<b>7,499.85</b>	<b>22,199.85</b>	<b>26,639.82</b>	<b>0.3083</b>	<b>0.4625</b>	<b>0.7708</b>	<b>9.32</b>

Fuente: Alcaldía Municipal Bluefields.

### 6.4.5 Diseño hidráulico del sistema de agua

En la disposición de la estructura física del modelo hidráulico del sistema proyectado, se empleó la aplicación hidráulica computarizada EPANET 2.0. En su elaboración se utilizó la información obtenida en el levantamiento topográfico de los predios para fuentes y tanques de almacenamiento, línea de conducción y red de distribución.

Figura N° 1: Esquema en EPANET 2.0 red de distribución.



. Fuente: Elaboración software EPANET 2.0

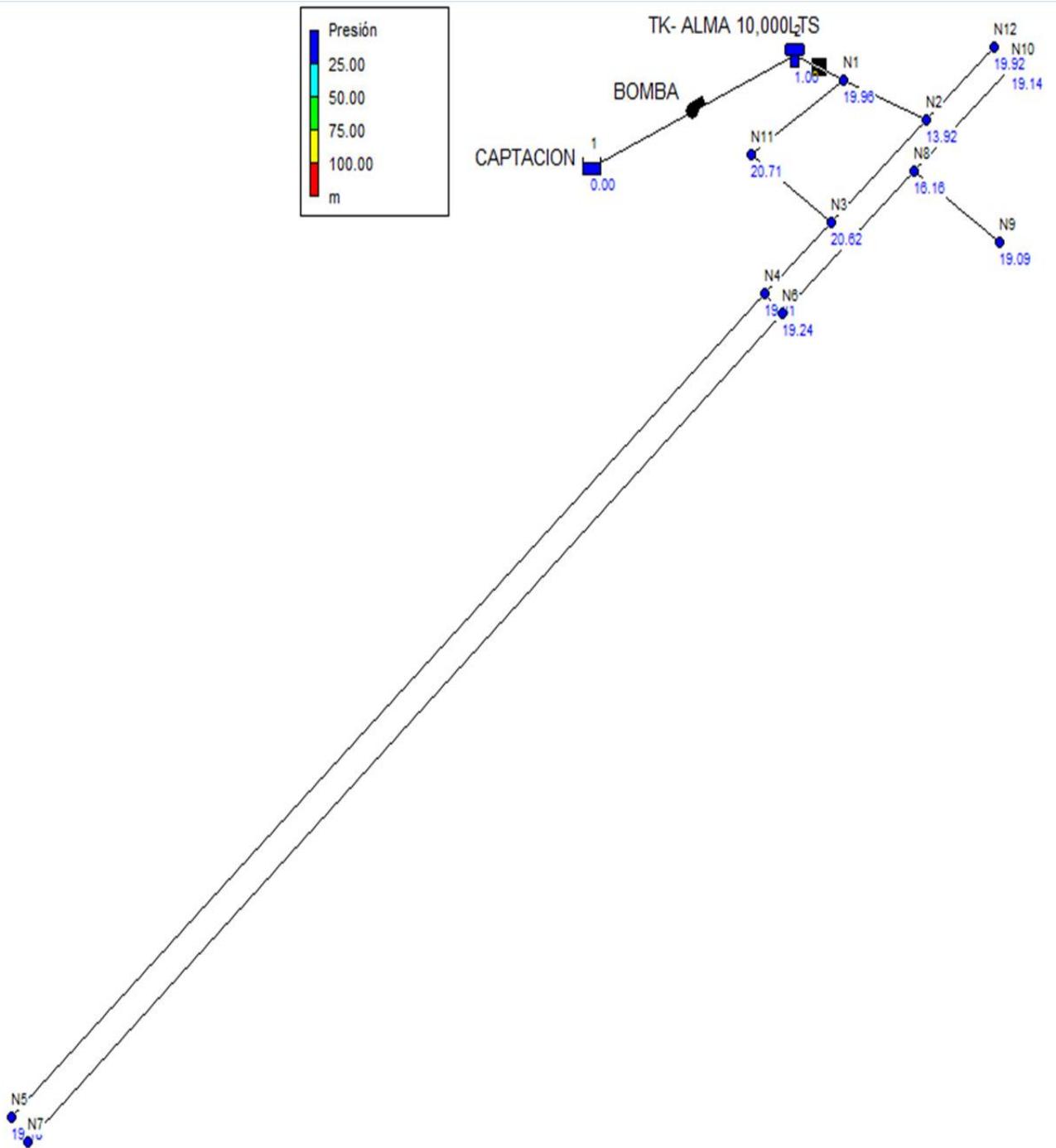
Con este esquema se trata de brindar una idea general, del tipo de sistema y como va a funcionar. El diseño propiamente dicho, con todos los detalles y dimensiones

correspondientes, se muestra en el set de planos finales que se adjunta al presente como parte del Informe final. (Ver anexos n°6 planos topográficos).

El esquema de estructuración física se introdujo en la aplicación EPANET 2.0, la que se alimentó, con los datos relativos a:

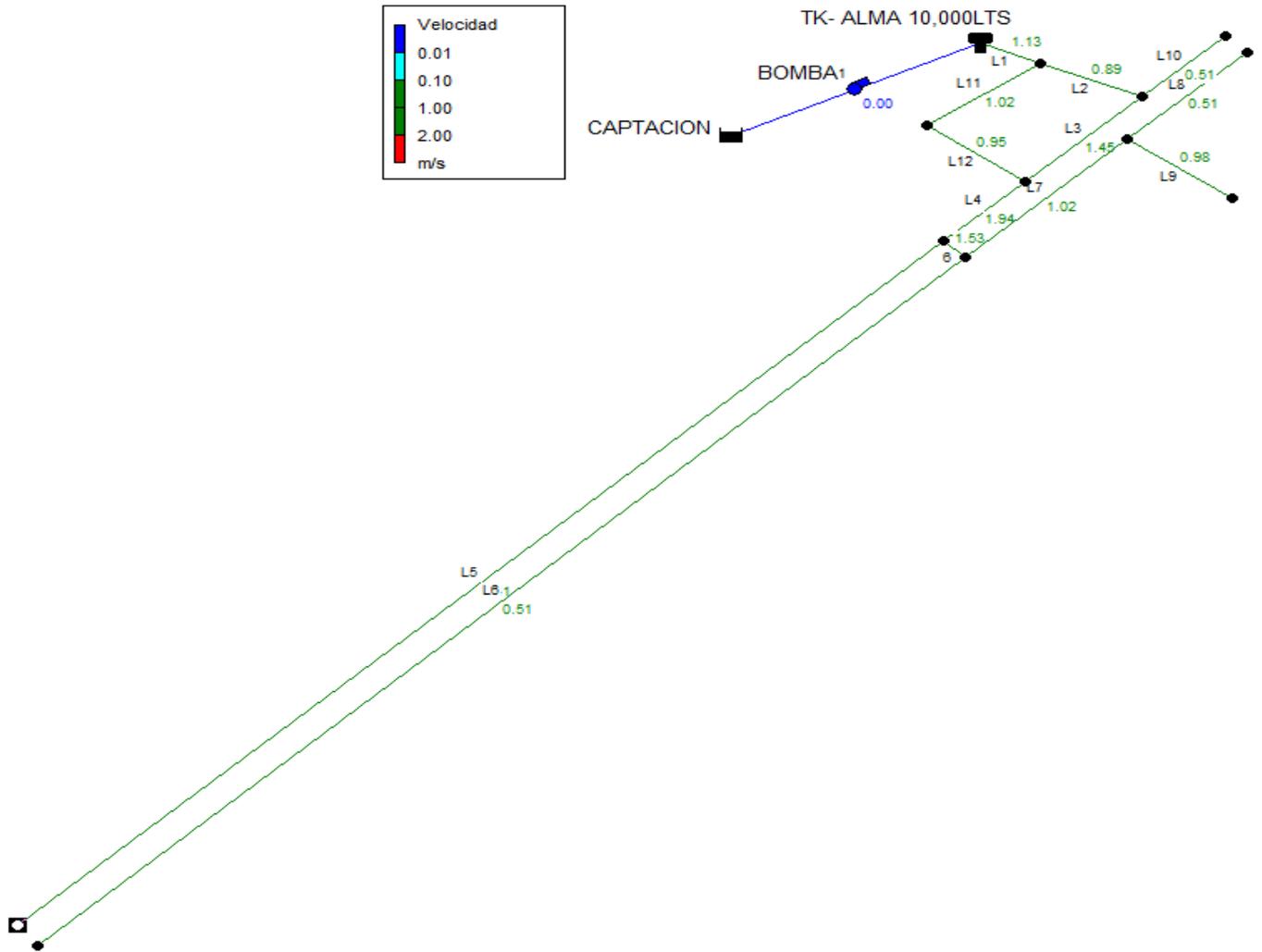
- a) Demanda en los nodos: caudal estimado a partir del consumo de las viviendas que contribuyen al nodo, bajo el concepto habitante en cada vivienda este caudal se mide en litros por segundo
- b) Elevación de los nodos: elevación en las esquinas donde se establecen nodos, obtenida de los planos topográficos de la localidad expresada en metro.
- c) Longitud de tubería: longitud de tubería en un tramo entre dos nodos consecutivos; se obtuvo de los planos de la red de distribución propuesta en metros lineales.
- d) Diámetro de la tubería: diámetro de la tubería en un tramo entre dos nodos consecutivos; se obtuvo de los planos de la línea de conducción y red de distribución propuesta según análisis hidráulico realizado en el software EPANET.
- e) Rugosidad de la tubería: coeficiente de rugosidad de la tubería antes definida, correspondiente a la fórmula de cálculo utilizada para estimar las pérdidas por fricción; para el caso se seleccionó la ecuación de Hazen-Williams, con un valor de 130 para tubería usada de todo tipo de material, especialmente PVC con cierta edad y un valor de 150 para tuberías nuevas, según la Tabla 7-1 de la norma NTON 09 003-99.
- f) Embalses: utilizados para simular captaciones (dique de captación desde el río) con punto de entrada y salida de agua.

Figura N°2: Esquema de presión en nudos red de distribución



Fuente: Elaboración propia (Programa EPANET)

Figura N°3: Esquema de velocidades en tuberías red de distribución



Fuente: Elaboración propia (programa EPANET)

**Tabla N°6: Datos de entrada en las tuberías del sistema de agua propuesto (presiones)**

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión N2	23	0.1	13.92
Conexión N4	17	0.1	19.31
Conexión N6	17	0.1	19.24
Conexión N10	17	0.1	19.14
Conexión N8	20	0	16.16
Conexión N9	17	0.1	19.09
Conexión N1	17	0	19.96
Conexión N11	16	0.077	20.71
Conexión N3	16	0	20.62
Conexión N5	17	0.1	19.18
Conexión N7	17	0.1	19.11
Conexión N12	17	0	19.92
Embalse 1	19	No Disponible	0.00
Depósito 2	36	No Disponible	1.00

Fuente propia (Programa EPANET)

**Tabla N°7: Datos de entrada en las tuberías del sistema de agua propuesto (velocidades)**

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Velocidad m/s
Tubería L9	156.7	36	150	0.98
Tubería L11	167.5	36	150	1.02
Tubería L12	147.1	36	150	0.95
Tubería L5	1535	50	150	0.41
Tubería L6	1539	50	150	0.51
Tubería L1	79	75	150	1.13
Tubería L2	134.36	75	150	0.89
Tubería L3	193.42	50	150	1.45
Tubería L4	133	50	150	1.94
Tubería 6	30	50	100	1.53
Tubería L8	197	50	150	0.51
Tubería L7	266	50	150	1.02
Tubería L10	197	50	150	0.51
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0.00

Fuente propia (Programa EPANET)

#### **6.4.5.1 Resultados de memoria de cálculo en EPANET**

La presente memoria de cálculo constituye el compendio de los principales criterios, parámetros y estándares normativos utilizados para el análisis en EPANET. Los resultados establecen las principales magnitudes de diseño, para determinar la factibilidad técnica del proyecto. Establece las principales características de trabajo de la fuente, obra de toma, línea de conducción, sistema de tratamiento o desinfección, depósitos para el volumen útil de almacenamiento, red de distribución y finalmente definen el nivel del servicio y su cobertura.

De acuerdo a estos resultados las velocidades tienen un rango entre 0.41 m/s y 1.94 m/s y las presiones en el rango de 13.92 metros a 20.71 metros en la red de distribución, están dentro de los rangos establecidos por las Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (INAA capítulo IV).

Esta condición nos evita el rápido deterioro de tuberías, accesorios, llaves de chorro, evitando gastos continuos, problemas de mantenimiento y con ello el rechazo del proyecto.

Según el análisis hidráulico realizado en el programa EPANET, el tipo de tubería a utilizar para la red de distribución los diámetros variaron entre  $\varnothing$  3",  $\varnothing$  2" y  $\varnothing$  1 ½" PVC SDR 26.

Para evitar daños de rotura en la tubería que estará expuesta en puntos críticos como lo son cruces en quebradas y ríos se utilizará tubería de hierro galvanizado de 2 ½" en la red de distribución, dado que en la línea de conducción no existe ningún cruce toda la tubería será del tipo PVC SDR26.

Para el cálculo de las pérdidas en la línea de conducción y red de distribución se determinó con el programa EPANET, el cual utiliza la fórmula de Hazen Williams, dando como resultados 17 m en pérdidas de carga en el sistema propuesto.

### **Formula N°3: Ecuación de pérdidas por Hazen Williams.**

$$H = 10.674 * [ Q^{1.852} / (C^{1.852} * D^{4.871}) ] * L$$

Los resultados de las proyecciones de consumo, establecen que el número de personas a ser abastecidos por el MABE al final del período de diseño será de 245 hab., quienes con una dotación de 60 lppd, demandarán un Consumo Promedio Total diario (CPTD) de 0.3083 lps, un Consumo Máximo Diario (CMD) de 0.4625 lps y un Consumo Máximo Horario (CMH) de 0.7708 lps. Estos consumos incluyen 0.112 lps del consumo extra domiciliar aplicable al consumo domiciliar.

Obviamente la fuente de abastecimiento tiene la capacidad de cubrir los primeros 20 años de operación del sistema. Posterior a este período habrá que mejorarlo y ampliarlo. Es importante que al inicio del proyecto se requiera la construcción de 53 conexiones de patio con micro-medición, que es beneficiando a igual número de viviendas que representan a los 136 beneficiarios directos.

**Tabla N°8: Resultados de evaluación técnica.**

Tasa de crecimiento anual	2.83%	Año de inicio del proyecto	2018
Período de diseño	20 años	Cant. hab/viv (inicio)	3.88 hab/viv
Dotación domiciliar	60.00 lppd	Dato de viviendas (inicio del proyecto)	54 viv.
Dotación domiciliar extra	4288.00 lpd		
Población actual:	136 hab	Consumo promedio diario	22,200 lpd
Población a 5 años:	161 hab	Consumo promedio total diario	26,640 lpd
Población a 10 años:	185 hab	Consumo máximo diario	39,960 lpd
Población a 15 años:	213 hab	Consumo máximo horario	66,600 lpd
Población a 20 años:	245 hab	Requerimiento per cápita (no incl. pérdidas)	90.611 6 lppd
Caudal de fuente (l/s):	2.00 lps	Caudal medio, lps	0.3853 lps
Factor de corrección:	1.00	Caudal conducción (CMD) (l/s)	0.5780 lps
Caudal fuente: mínimo	0.4625 lps	Caudal distribución (CMH) (l/s)	0.9633 lps

- Requerimiento promedio total per cápita por día (incluye dotación extra domiciliar + 20% pérdidas) =  $108.73 \text{ lppd} = (90.6116 + 20\%) = 108.73$
- Consumo mensual por familia,  $\text{m}^3/\text{mes}/\text{fam.} = 8.22 \text{ m}^3/\text{mes}$

- El caudal mínimo recomendado para MABE, MAG o Captación Manantial cumple con la siguiente condición:

Relación  $(Q_{\text{fte.mín}} / Q_{\text{máx día}}) \geq 1.5 \text{ l/s} = 2.00/0.4625$

$4.32 \text{ l/s} \geq 1.50 \text{ l/s}$  ! OK, La condición se cumple

#### 6.4.6 Diseño de la bomba

##### Diferencia de Nivel.

30 tanque - 19 fuente = 11 m de diferencia

+ 2.72 h tanque + 3.50 h torre = 17.22 m diferencia

##### TOTAL.

$Q_{\text{maxdia}} = 0.46 \text{ l/s}$

$\phi = 0.038 \text{ m}$

$L = 340 \text{ m}$

##### Formula N°4: Carga total dinámica.

$CTD = HST + \Sigma H$

##### Formula N°5: Perdidas de carga por Hazen-Williams

$h_f = 10.67 (Q/C)^{1.85} (1/D^{4.87}) \times L$

$10.67 \left( (4.6 \times 10 \text{ m}^3/\text{s})^{1.85} / 150 \right) (1/0.038)^{4.87} \times 340 \text{ m}$

$= 10.67 \left( (6.31 \times 10^{-11}) (8,264,462.81) \right) \times 340 \text{ m}$

$= 1.89 \text{ m.}$

$CTD = 17.22 \text{ m} + 1.89 \text{ m} = 19.11 \text{ m} = 63 \text{ pies}$

qbomba= qmaxdia=qbomba

qbomba=0.46 l/s = 7.29 gpm = 10 gp

**Formula N°6: Caballaje util.**

HP: Q X CTD/3960

HP (10 GPM X 63 FT) / 3960

**Potencia Eléctrica.**

BHP:  $\frac{PH}{EB} = \frac{0.16}{0.60} = 0.26W$  Potencial eléctrico.

= 0.5 hp =  $\frac{1}{2}$  hp bomba franklin

10 GPM CON  $\frac{1}{2}$  HP = 200 FT IMPULSA = 60.97 m.

Los cálculos que se obtuvieron demuestran que la bomba mínima para satisfacer la demanda de agua es  $\frac{1}{2}$  hp, se recomienda una bomba marca Franklin ya que por experiencia del departamento de UMAS de la alcaldía municipal esta es duradera y satisface las necesidades de este tipo de proyectos.

## **6.4.7 Análisis estructural de los componentes del sistema.**

### **6.4.7.1 Análisis de diseño del muro de retención.**

#### **6.4.7.1.1 Memoria descriptiva.**

##### **6.4.7.1.1.1 Descripción**

La estructura se colocará como una pequeña presa, la altura es 2.54 m, la estructura es a base de mampostería de piedra bolón y mortero, también tendrá un mejoramiento con suelo cemento no menor a 30 cm y será para retener agua del caño Juan. (Nombre por el que es conocido la fuente).

##### **6.4.7.1.1.2 Cargas de diseño**

Las cargas serán debido a la presión de empuje ejercida por el agua además por empuje activo y pasivo debido al terreno.

##### **6.4.7.1.1.3 Características de los materiales**

A continuación, se describen las características de los materiales a usar.

- Mortero  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$
- Concreto ciclópeo  $f'c = 2200 \text{ kg/m}^3$
- Peso específico del agua =  $1000 \text{ kg/ m}^3$

Debido a falta de un estudio de suelo se tomaron consideraciones para el tipo de suelo Limos Arcilloso ya que existe un estudio en la comunidad de Torsuani (ver anexos N°5) la cual es cercana a la comunidad de San Sebastián.

- Peso específico:  $1,800.00 \text{ kg/m}^3$
- Angulo de fricción:  $22.50^\circ$
- Cohesión del suelo:  $500.00 \text{ kg/m}^2$
- Presión admisible:  $1.00 \text{ kg/cm}$

##### **6.4.7.1.1.4 Casos y combinaciones de cargas**

#### **Condiciones de servicio**

COMB1: CM + PH + EA + EP

Dónde:

**CM:** carga muerta

**PH:** presión hidrostática

**EA:** empuje activo del suelo

**EP:** empuje pasivo del suelo

### 6.4.7.1.2 Memoria de cálculo.

#### Imagen N°3: Obra de captación.

##### DISEÑO DE PRESA DE CONCRETO CICLOPEO MURO DE GRAVEDAD

###### 1. DATOS INICIALES

###### Suelo de Relleno

Peso esp. Suelo  $\gamma_s = 1,800.00 \text{ kg/m}^3$   
Angulo de Friccion Interna:  $\phi = 22.50^\circ$   
Cohesión del Suelo:  $c = 500.00 \text{ kg/m}^2$   
Angulo relleno con la Horizontal (activo):  $\alpha = 0.00^\circ$

###### Suelo de Cimentacion

Peso esp. Suelo:  $\gamma_s = 1,800.00 \text{ kg/m}^3$   
Angulo de Friccion Interna:  $\phi = 22.50^\circ$   
Cohesión del Suelo:  $c = 500.00 \text{ kg/m}^2$   
Resistencia del Suelo:  $\sigma = 1.00 \text{ kg/cm}^2$   
Angulo relleno con la Horizontal (activo):  $\alpha = 0.00^\circ$

###### Agua

Peso especifico del Agua  $\gamma_w = 1,000.00 \text{ kg/m}^3$

###### Dimensionamiento Muro:

###### Altura Total:

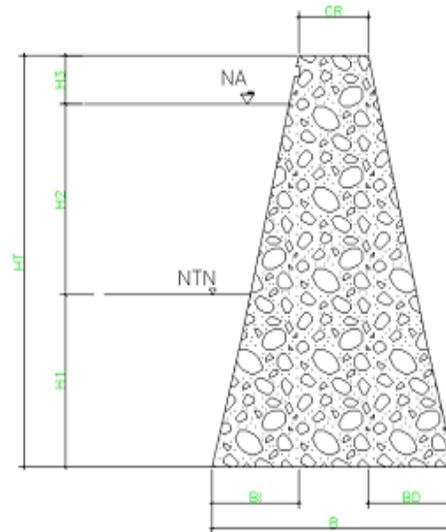
Altura Total:  $HT = 2.44 \text{ m}$   
Altura tierra saturada:  $H1 = 1.18$   
Altura agua:  $H2 = 0.96$   
Altura borde libre:  $H3 = 0.30$

###### Seccion Trapezoidal (Muro)

Base Menor:  $cr = 0.45 \text{ m}$   
Base Mayor:  $B = 1.57 \text{ m}$   
Base Triangulo Izquierdo:  $BI = 0.56 \text{ m}$   
Base Triangulo Derecho:  $BD = 0.56 \text{ m}$

###### Peso especifico Material del Muro

Concreto Ciclopeo:  $\gamma_c = 2,200.00 \text{ kg/m}^3$



###### 2. CALCULOS INICIALES

###### 2.1. Area y Centro de Gravedad

###### 2.1.1. Para el Muro

Fuente: Elaboración propia

## Imagen N°4: Centroides del muro de retención.

Elemento	Area (m2)	Centro de Gravedad			
		X	Y	X*A	Y*A
W1	0.68	1.20	0.81	0.82	0.56
W2	1.10	0.79	1.22	0.86	1.34
W3	0.68	0.37	0.81	0.26	0.56
<b>TOTAL</b>	<b>2.4644</b>			<b>1.93</b>	<b>2.45</b>

$$X_g = 0.785 \text{ m}$$

$$Y_g = 0.995 \text{ m}$$

### 2.1.2. Para tierra del lado izquierdo

Elemento	Area (m2)	Centro de Gravedad			
		X	Y	X*A	Y*A
W4	0.33	1.48	0.79	0.49	0.26
<b>TOTAL</b>	<b>0.3304</b>			<b>0.49</b>	<b>0.26</b>

$$X_g = 1.483 \text{ m}$$

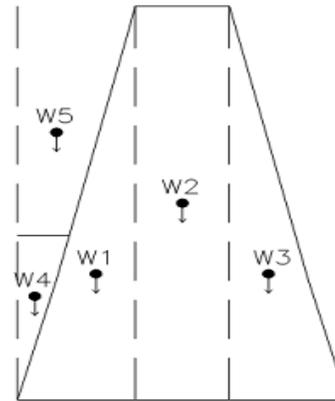
$$Y_g = 0.787 \text{ m}$$

### 2.1.3. Para agua del lado izquierdo

Elemento	Area (m2)	Centro de Gravedad			
		X	Y	X*A	Y*A
W5	0.68	1.38	1.63	0.94	1.11
<b>TOTAL</b>	<b>0.6832</b>			<b>0.94</b>	<b>1.11</b>

$$X_g = 1.3759 \text{ m}$$

$$Y_g = 1.6247 \text{ m}$$



Fuente: Elaboración propia.

## Imagen N°5: Diagrama de presiones.

### 3. ANALISIS DE ESFUERZOS EN EL MURO

#### 3.1. Calculo del Empuje Activo tierra

Coefficiente Activo	$K_a = 0.132$
Presion Activa	$\sigma_a = 280.37 \text{ kg/m}^2/\text{m}$
Distribucion de Presion Activa	$P_a = 342.05 \text{ kg}$
Empuje Activo Vertical	$P_v = 0.00 \text{ kg}$
Empuje Activo Horizontal	$P_h = 342.05 \text{ kg}$

#### 3.2. Calculo del Empuje Activo del agua

Presion Activa	$\sigma_w = 2440.00 \text{ kg/m}^2/\text{m}$
Distribucion de Presion Activa	$P_p = 2976.80 \text{ kg}$
Empuje Activo Horizontal	$P_h = 2976.80 \text{ kg}$

#### 3.2. Calculo del Empuje Pasivo

Coefficiente Activo	$K_p = 2.24$
Distribucion de Presion Activa	$P_p = 4572.8587 \text{ kg}$
Empuje Activo Horizontal	$P_h = 4572.8587 \text{ kg}$

#### 3.4. Calculo de los Esfuerzos

##### Peso Propio

Peso de la Estructura	$W = 5421.68 \text{ kg}$
Brazo	$X_g = 0.785 \text{ m}$
Momento Resistente	$M_w = 4256.02 \text{ kg-m}$

##### Peso Tierra lado izquierdo

Peso del relleno	$W_t = 594.72 \text{ kg}$
Brazo	$X_g = 1.483 \text{ m}$
Momento Resistente	$M_t = 882.00 \text{ kg-m}$

##### Peso Agua lado izquierdo

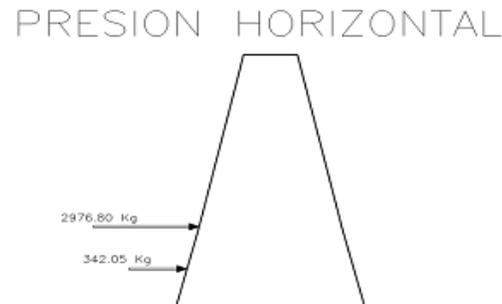
Peso del relleno	$W_w = 683.2 \text{ kg}$
Brazo	$X_g = 1.376 \text{ m}$
Momento Resistente	$M_a = 940.00 \text{ kg-m}$

##### Empujes Activo Horizontal Tierra

Empuje activo tierra	$P_{ah} = 342.05 \text{ kg}$
Brazo	$X_g = 0.393 \text{ m}$
Momento de Volcamiento	$M_{av} = 134.54 \text{ kg-m}$

##### Empujes Activo Horizontal Agua

Empuje activo agua	$P_{aw} = 2976.80 \text{ kg}$
Brazo	$X_g = 0.813 \text{ m}$
Momento de Volcamiento	$M_{av} = 2421.1307 \text{ kg-m}$



Fuente: Elaboración propia.

## **6.4.7.2 Análisis de diseño del pozo de captación con capacidad de 5.14 m<sup>3</sup>.**

### **6.4.7.2.1 Memoria descriptiva.**

#### **6.4.7.2.1.1 Descripción general.**

Será un sistema dispuesto de muros de concreto reforzado y losas conectadas rígidamente de tal forma que puedan interactuar entre si formando un sistema homogéneo.

Su cimentación consiste en una losa de espesor uniforme capaz de transmitir los esfuerzos que esta recibe a causa de las presiones del líquido contenido en el pozo de captación y las cargas de servicio modeladas sobre un medio elástico basado en el coeficiente de balasto en función de la capacidad de soporte de suelo, también tendrá un mejoramiento de suelo cemento no menor a 30 cm. (Ver anexos no.6)

#### **6.4.7.2.1.2 Carga de diseño.**

##### **Carga viva**

Se aplicará una carga viva a losa superior de 400 kg/m<sup>2</sup> según RNC-07 debido a que se encuentra enterrado.

##### **Presión hidrostática**

Se tiene una altura de agua de 1.98 m, la densidad del agua es 1000 kg/m<sup>3</sup> por tanto se tendrá una presión triangular en las caras internas de las paredes que va de 0.00 kg/m<sup>2</sup> hasta un valor máximo de 1980 kg/m<sup>2</sup> en la base.

##### **Empuje activo de la tierra**

Se tiene profundidad bajo tierra de 2.38 m, la densidad de la tierra se supone 1800 kg/m<sup>3</sup> y un coeficiente característico del estrato de suelo ( $k_s$ ) de 0.29 por tanto se tendrá una presión triangular en las caras externas de las paredes que va de 0.00 Kg/m<sup>2</sup> hasta un valor máximo de 1242.36 kg/m<sup>2</sup> en la base.

#### **6.4.7.2.1.3 Características de los materiales**

##### **Concreto.**

Se usará concreto cuya resistencia a los 28 días de fabricado sea 280 kg/cm<sup>2</sup> (4,000 PSI), con un módulo de elasticidad  $E_c = 252,671.33 \text{ kg/cm}^2$  (3,604,996.53 PSI). El peso volumétrico del concreto reforzado es de 2,400 kg/m<sup>3</sup> (150 lbs/ft<sup>3</sup>).

##### **Acero de refuerzo.**

El acero de refuerzo longitudinal y transversal debe ser corrugado del tipo ASTM A615, con un esfuerzo de fluencia  $f_y = 2,800.00 \text{ kg/cm}^2$  (40,000 PSI) y un módulo de elasticidad  $E_s = 2,038,901.90 \text{ kg/cm}^2$  (29,000,000 PSI). El peso volumétrico del acero es de 7,850 kg/m<sup>3</sup> (490 lb/ft<sup>3</sup>).

##### **Suelos.**

Se asume una capacidad mínima de soporte del suelo de 1.20 kg/cm<sup>2</sup> ya que en la comunidad no existe un estudio de suelo pero tomamos como referencia el estudio de suelo de la comunidad de Torsuany (ver anexo N°5) el cual nos da un dato 2.5 kg/cm<sup>2</sup>. El peso volumétrico del suelo se considera igual a 1,800 kg/m<sup>3</sup>. Módulo de reacción del suelo estimado 2.56 kg/cm<sup>3</sup>.

#### **6.4.7.2.1.4 Características geométricas del reservorio**

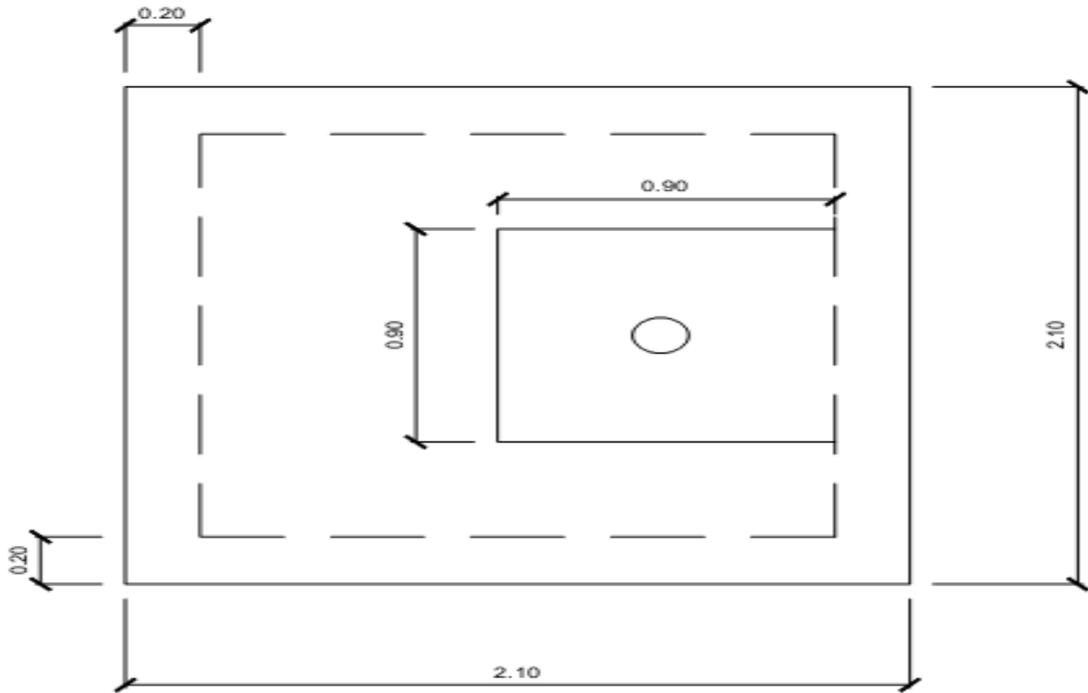
El pozo de captación de agua para la comunidad de San Sebastián, posee las siguientes dimensiones internas:

Ancho/largo de reservorio: 1.91 m.

Profundidad líquida: 1.98 m.

Altura total del Reservorio: 2.38 m.

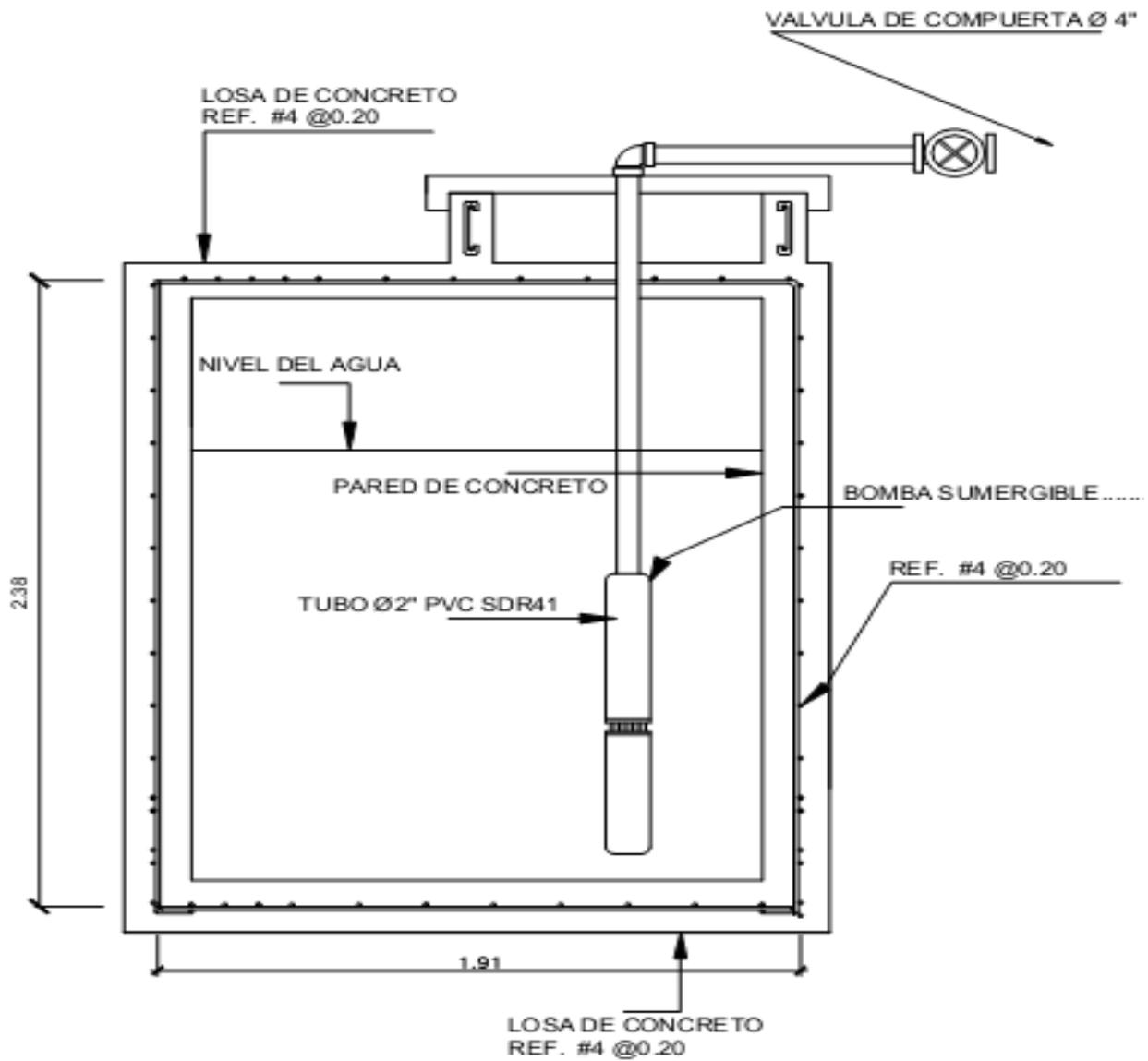
Figura N°4: Dimensiones en planta de reservorio para almacenamiento de agua.



PLANTA DEL POZO  
ESCALA 1:100

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°5: Dimensiones en perfil de reservorio para almacenamiento de agua.



ELEVACIÓN DEL POZO  
ESCALA 1:100

Fuente: Elaboración propia

#### **6.4.7.2.1.5 Códigos utilizados.**

- ACI 318-14 “Building Code Requirements for Structural Concrete”
- ACI 350-06 “Code Requirements for Structural Concrete Contain liquid”
- RNC-2007. “Reglamento Nacional de Construcción”

#### **6.4.7.2.1.6 Casos y combinaciones de carga**

##### **Condiciones últimas**

COMB1 = 1.4 DEAD + 1.4 EH

COMB2 = 1.2 DEAD + 1.2 EH + 1.6 CV + 1.6 Ps

COMB3 = 1.2 DEAD + CV

COMB4 = 1.2 DEAD + 1.2 EH + CV + 1.6 Ps

COMB5 = 0.9 DEAD + 1.2 EH + 1.6 Ps

COMB6 = 1.2 DEAD + 1.6 Ps

COMB7 = 0.9 DEAD + 1.6 Ps

##### **Condiciones de servicio**

COMB8 = DEAD + CV + EH + Ps

COMB9 = DEAD + Ps

COMB10 = 0.6 DEAD + Ps

Dónde:

DEAD: Carga muerta

CV: Carga viva.

EH: Presión hidrostática.

Ps: Empuje activo de tierra

#### **6.4.7.2.1.7 Programas utilizados.**

- SAP2000 v15 Programa de análisis y diseño estructural
- SAFE V2014 Programa de análisis y diseño estructural
- EXCEL 2010 Hojas de cálculo.

## 6.4.7.2.2 Memoria estructural pozo de captación.

### 6.4.7.2.2.1 Aplicación de materiales, patrones de cargas y combinaciones de carga

Imagen N°6: Aplicación de materiales.

The image displays two side-by-side screenshots of the 'Material Property Data' dialog box in SAP2000. The left dialog is for a rebar material named 'Gr40', and the right dialog is for a concrete material.

**Left Dialog (Gr40 Rebar):**

- General Data:** Material Name and Display Color: Gr40 (blue square); Material Type: Rebar; Material Notes: Modify/Show Notes...
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume: 7.850E-03; Mass per Unit Volume: 8.005E-06; Units: Kgf. cm. C
- Uniaxial Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 2038901.9; Poisson's Ratio, U: 0; Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05; Shear Modulus, G: 0.
- Other Properties for Rebar Materials:** Minimum Yield Stress, Fy: 2800; Minimum Tensile Stress, Fu: 4218.4178; Expected Yield Stress, Fye: 3093.5064; Expected Tensile Stress, Fue: 4640.2595.

**Right Dialog (Concrete):**

- General Data:** Material Name and Display Color: 280 kg/cm2 (red square); Material Type: Concrete; Material Notes: Modify/Show Notes...
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume: 2.400E-03; Mass per Unit Volume: 2.447E-06; Units: Kgf. cm. C
- Isotropic Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 252671.33; Poisson's Ratio, U: 0.2; Coefficient of Thermal Expansion, A: 9.900E-06; Shear Modulus, G: 105279.72.
- Other Properties for Concrete Materials:** Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 280;  Lightweight Concrete; Shear Strength Reduction Factor: [empty].

Fuente: SAP2000 v15

Imagen N°7: Propiedades de los materiales a usar.

The image shows the 'Define Load Patterns' dialog box in SAP2000. It features a table of load patterns and a set of control buttons on the right.

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
DEAD	DEAD	1	
DEAD	DEAD	1	
CV	LIVE	0	
EH	OTHER	0	
Ps	SUPER DEAD	0	

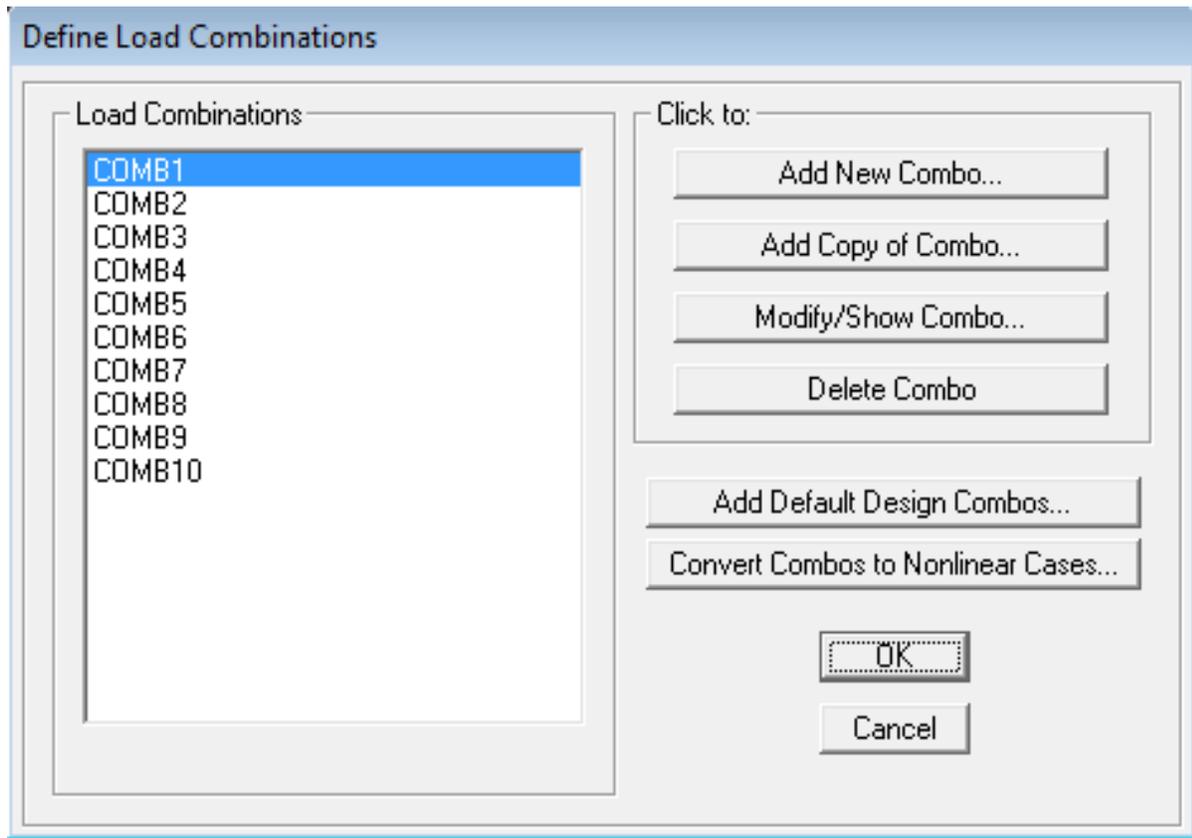
**Click To:**

- Add New Load Pattern
- Modify Load Pattern
- Modify Lateral Load Pattern...
- Delete Load Pattern
- Show Load Pattern Notes...

Buttons: OK, Cancel

Fuente: SAP2000 v15

**Imagen N°8: Patrones de carga.**



Fuente: SAP2000 v15

$$\text{COMB1} = 1.4 \text{ DEAD} + 1.4 \text{ EH}$$

$$\text{COMB2} = 1.2 \text{ DEAD} + 1.2 \text{ EH} + 1.6 \text{ CV} + 1.6 \text{ Ps}$$

$$\text{COMB3} = 1.2 \text{ DEAD} + \text{CV}$$

$$\text{COMB4} = 1.2 \text{ DEAD} + 1.2 \text{ EH} + \text{CV} + 1.6 \text{ Ps}$$

$$\text{COMB5} = 0.9 \text{ DEAD} + 1.2 \text{ EH} + 1.6 \text{ Ps}$$

$$\text{COMB6} = 1.2 \text{ DEAD} + 1.6 \text{ Ps}$$

$$\text{COMB7} = 0.9 \text{ DEAD} + 1.6 \text{ Ps}$$

$$\text{COMB8} = \text{DEAD} + \text{CV} + \text{EH} + \text{Ps}$$

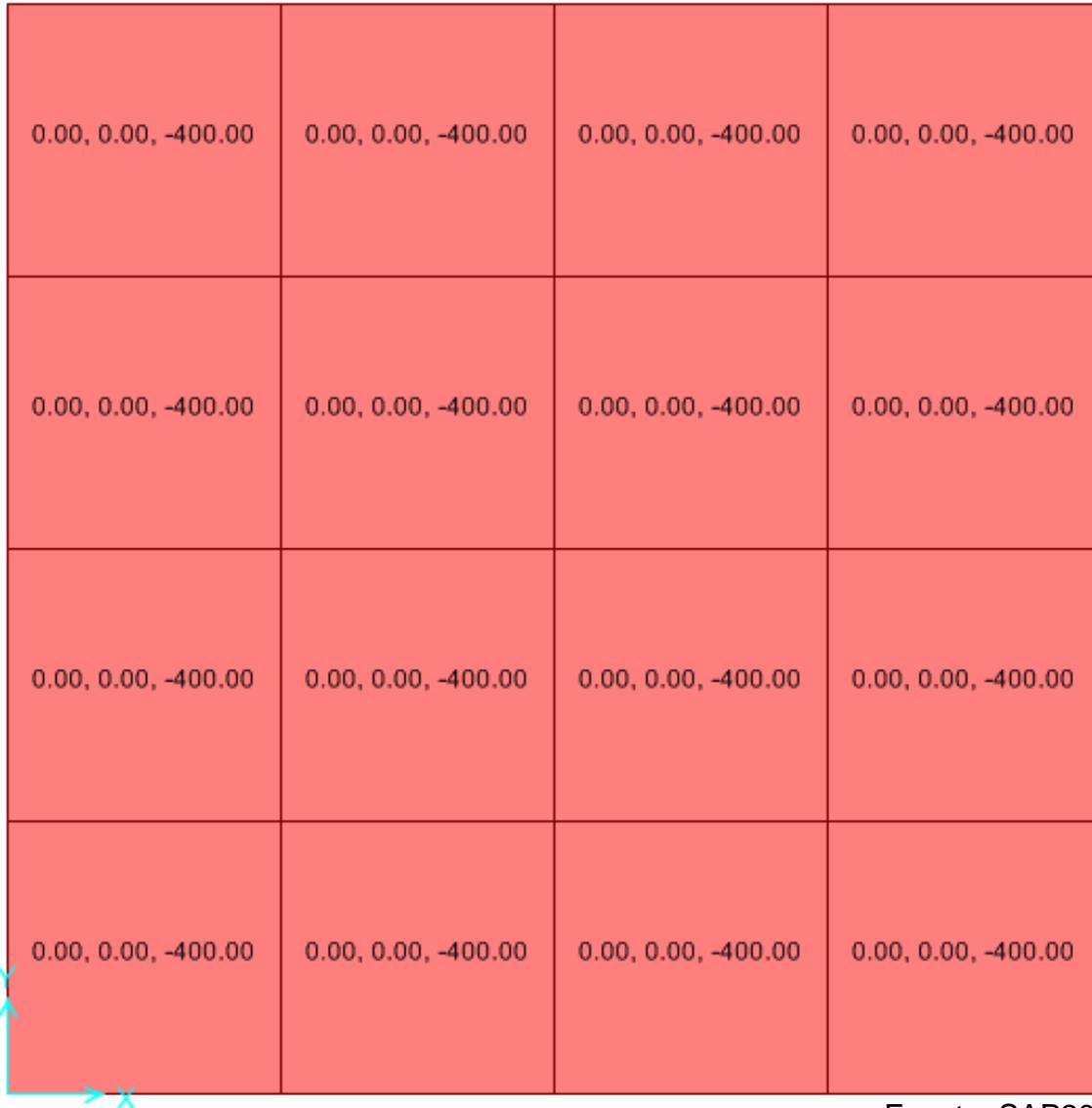
$$\text{COMB9} = \text{DEAD} + \text{Ps}$$

$$\text{COMB 10} = 0.6 \text{ DEAD} + \text{Ps}$$

### 6.4.7.2.2 Aplicación de las cargas al modelo.

#### Combinaciones de carga

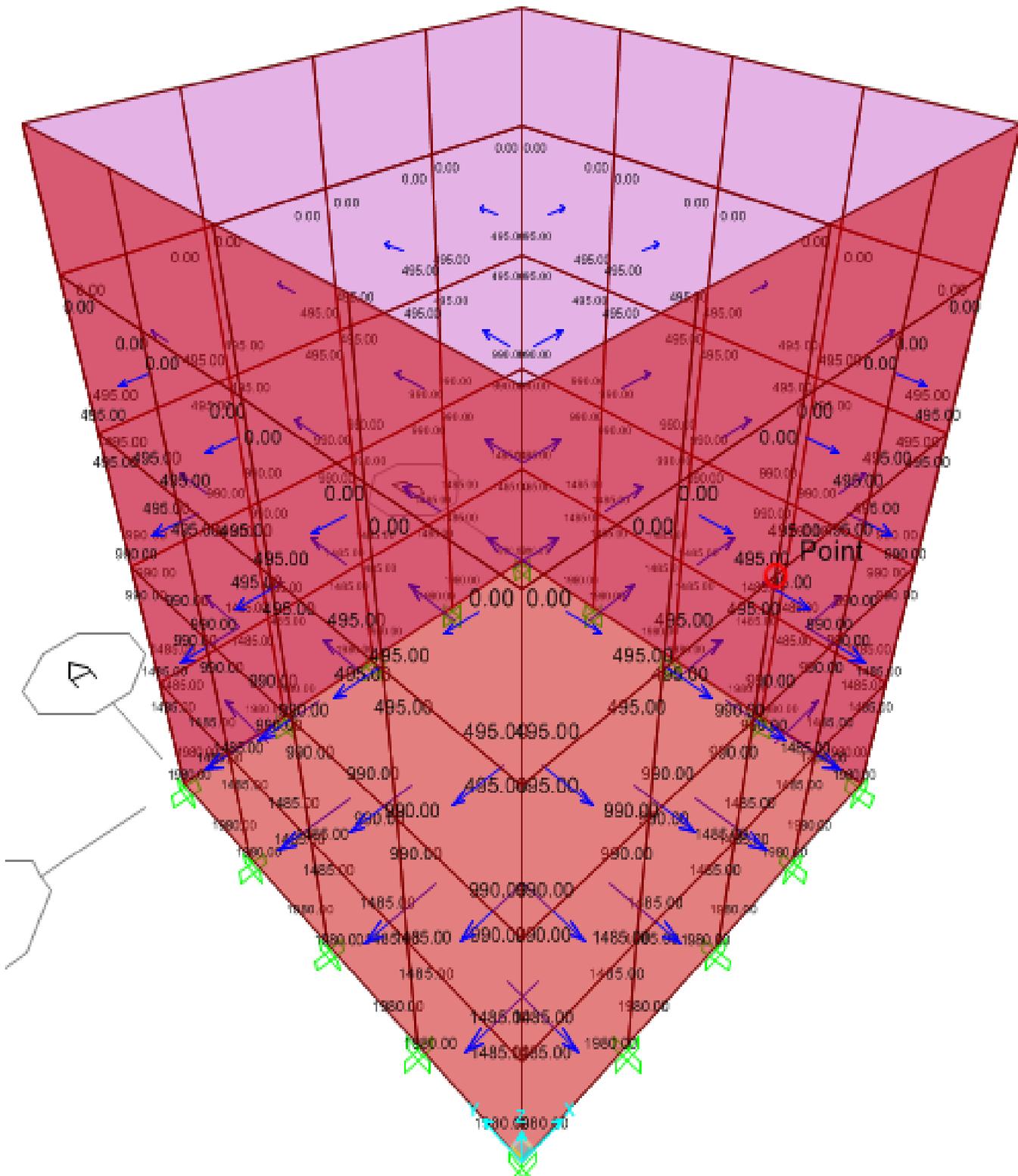
Imagen N°9: Aplicación de carga viva de 400 Kg/m<sup>2</sup>



0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00
0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00
0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00
0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00	0.00, 0.00, -400.00

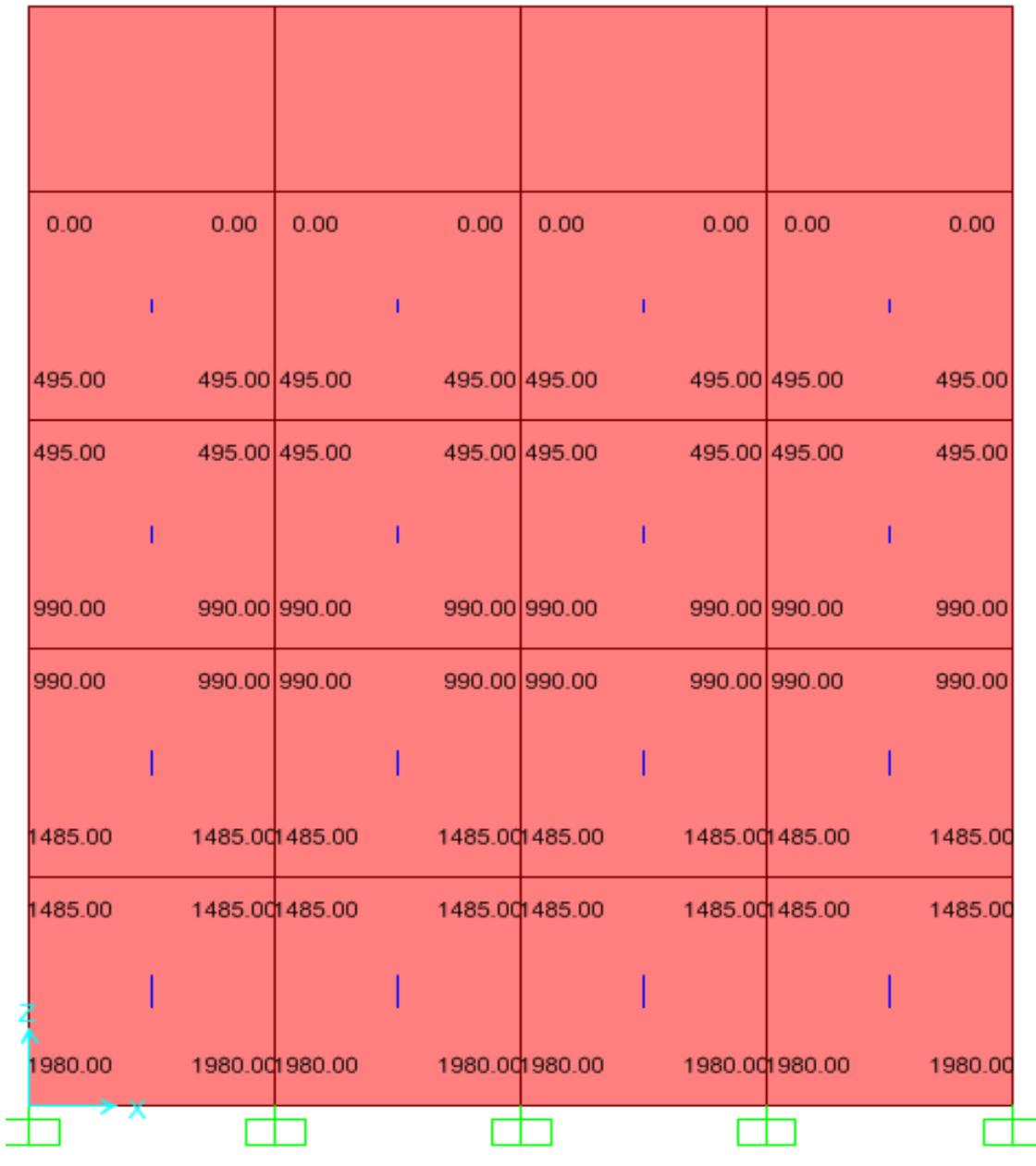
Fuente: SAP2000 v15

Figura N°6: Presión de empuje debido al líquido que va de 0 kg/m<sup>2</sup> a 1980 kg/m<sup>2</sup>



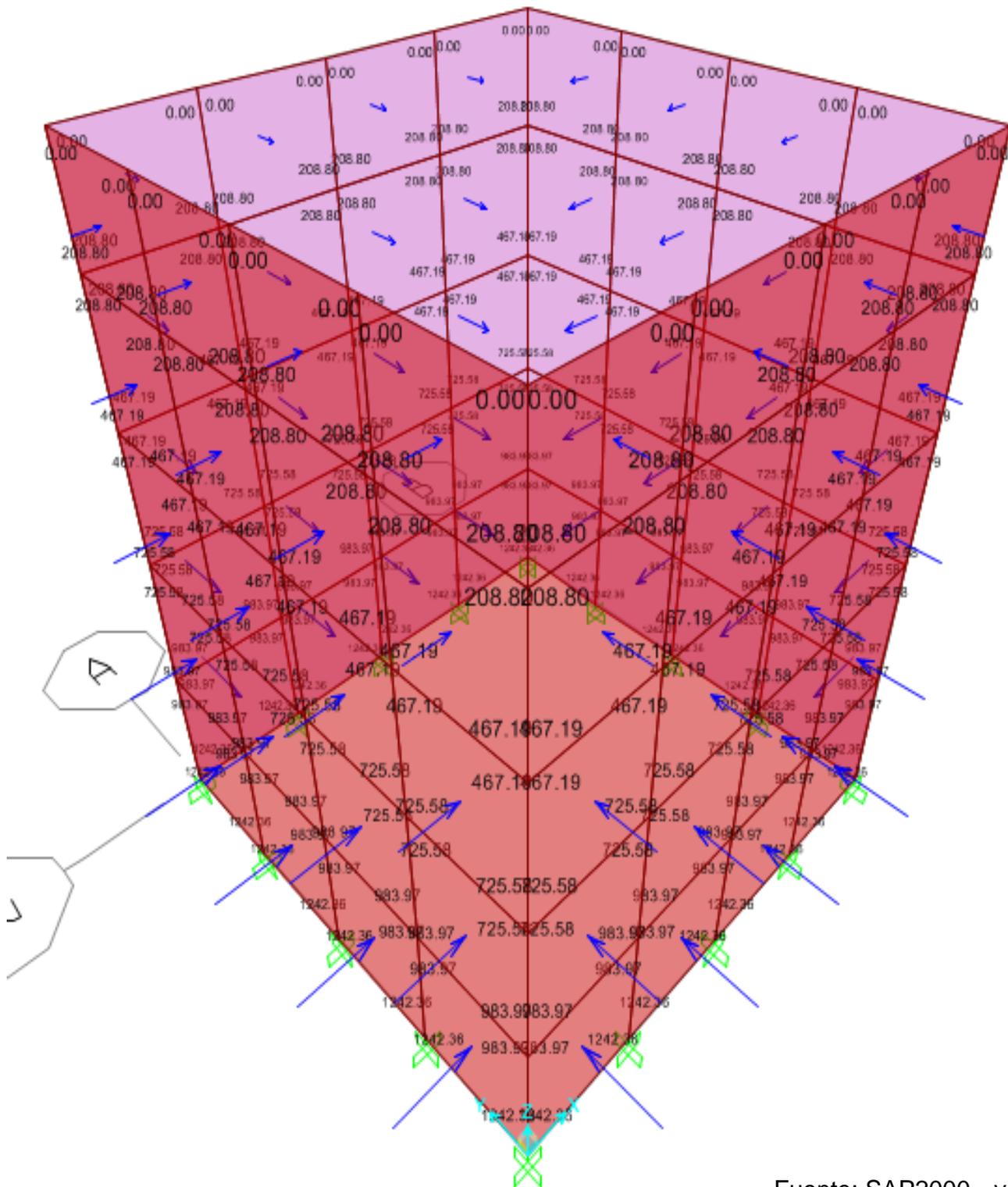
Fuente: SAP2000 v15

**Imagen N°10: Presión de empuje debido al líquido que va de 0 kg/m<sup>2</sup> a 1980 kg/m<sup>2</sup>**



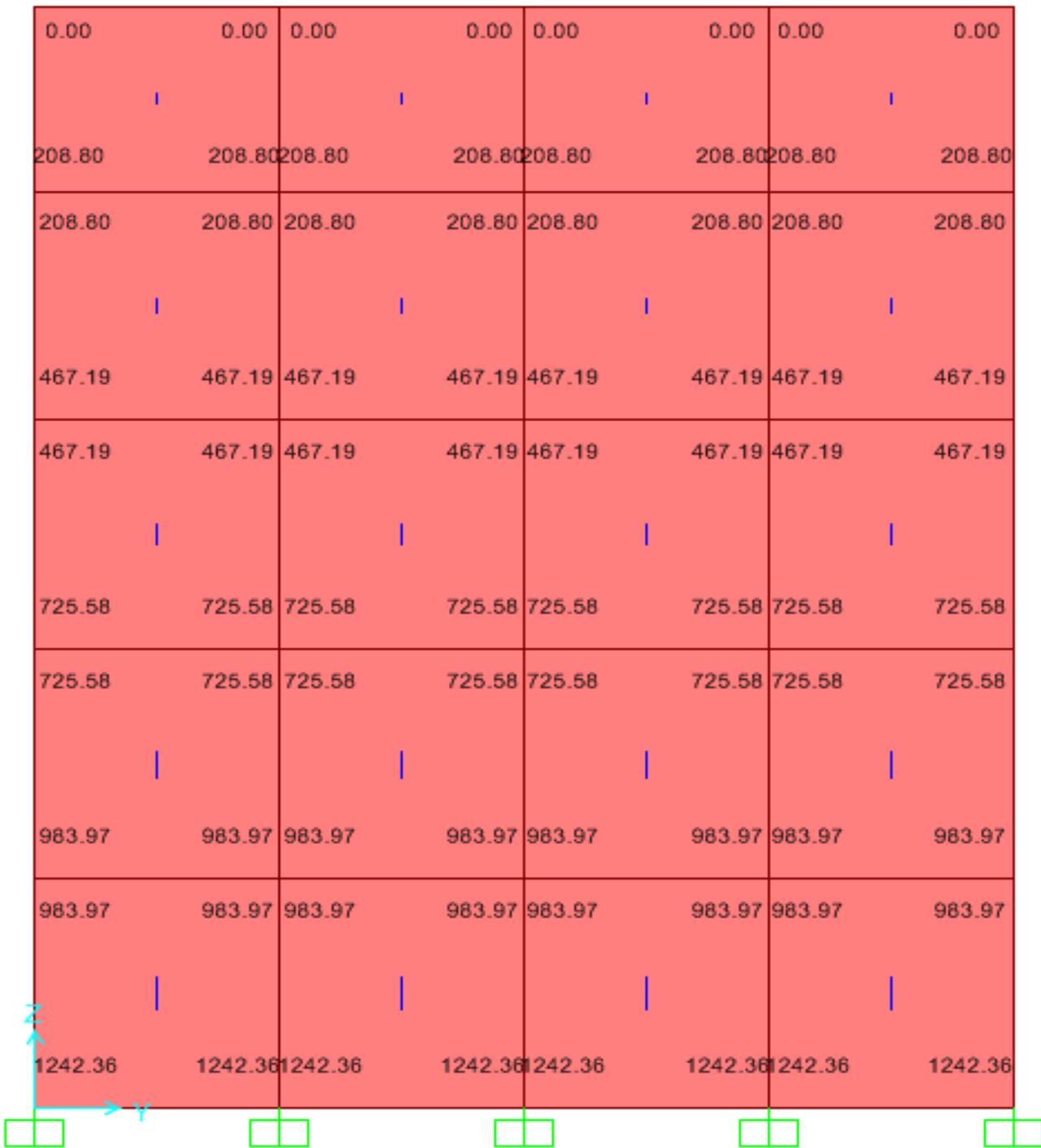
Fuente: SAP2000 v15

Figura N°7: Presión de empuje debido a tierra que va de 0 kg/m<sup>2</sup> a 1242.36 kg/m<sup>2</sup>



Fuente: SAP2000 v15

Imagen N°11: Presión de empuje debido a tierra que va de 0 kg/m<sup>2</sup> a 1242.36 kg/m<sup>2</sup>



Fuente: SAP2000 v15

### 6.4.7.2.2.3 Análisis por flexión de las paredes y losas del reservorio.

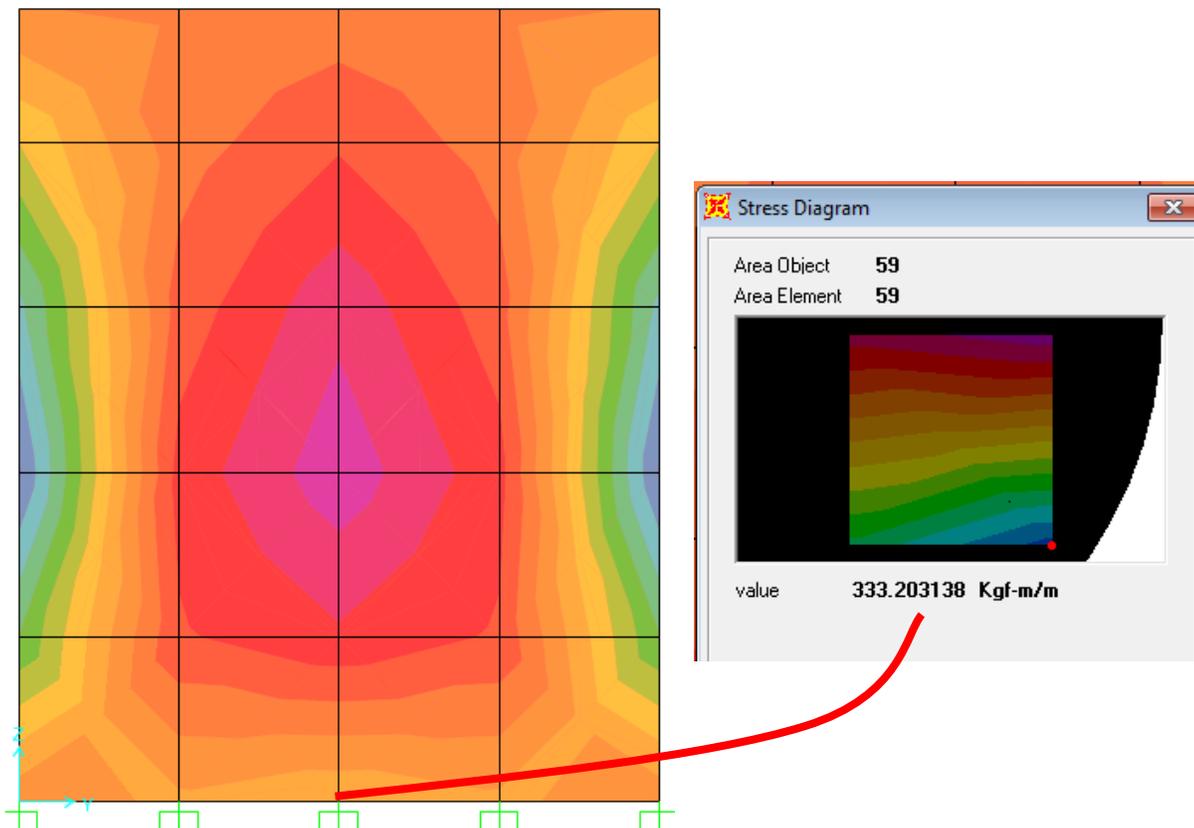
Para su análisis de condición crítica, el tanque se consideró con toda su capacidad presiones de líquido en su interior, resultando una combinación de carga de la sumatoria del peso propio de la estructura de concreto con la presión en reposo del líquido que empuja al muro.

Modelando el tanque con elementos tipo Shell del MEF (tanque tipo cascaron) en SAP2000 v.15, aplicando propiedades mecánicas de  $f'c = (280 \text{ kg/cm}^2)$  y un  $f_y = (2800 \text{ kg/cm}^2)$  se modeló las cargas actuantes de la presión del líquido en los muros y para determinar el esfuerzo de las piezas de concreto y las de servicio para analizar la presión que ejerce el suelo sobre las paredes del reservorio una vez que éste está lleno.

#### Diseño a flexión de los muros.

Diagrama de momento flector M22, para determinar el índice de refuerzo requerido en las paredes del pozo de captación.

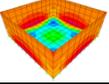
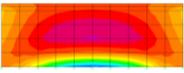
#### Imagen N°12: Flexión de muros.



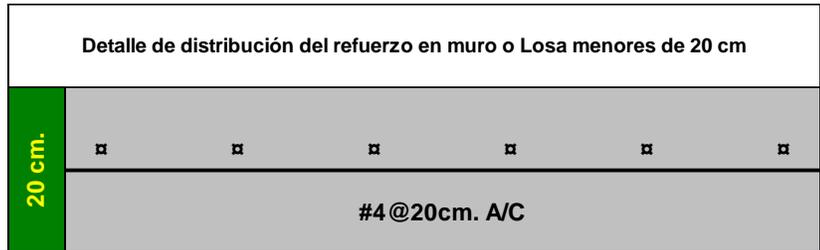
Fuente: SAP2000 v15

Diagrama de momento flector del muro. Momento máximo para el cálculo del refuerzo vertical.  $M_{22}=333.20 \text{ kg-m/m}$   $33.20 \text{ kg-m/m}$

Imagen N°13: Diseño de flexión de muros.

 <b>FLEXURAL STRENGTH DESIGN</b> 					
<b>M11, M22 FACTORADO</b>	=	<b>333.20</b>	kg-m/m	<b>BORRAR (Ma)</b>	1
<b>Mu = 1.30x 333.2</b>	=	<b>433.16</b>	kg-m/m		2
Ma	=	0.735	ft.-kips, 8.81 in.-kips		3
db, diámetro de varilla	=	1/2	in. = 1.25 cm		4
b, ancho de losa o muro para análisis	=	12	in. = 30 cm		5
cover	=	4.00	in. = 10.2 cm		6
h, espesor de losa o muro	=	<b>8</b>	in. = 20 cm		7
d=h-cover-(db/2)	=	3.750	in. = 9.38 cm		8
f'c	=	<b>4</b>	ksi. = 280.00 kg/cm2		9
fy	=	<b>40</b>	ksi. = 2,800.00 kg/cm2		10
φ	=	0.9	Factor de reducción a flexión		11
<b>Mu = 1.3x 8.81</b>	=	<b>11.46</b>	in.-kips/ft		12
$Mu/\phi * f'c * b * d^2$	=	0.0189			13
$\Lambda = \phi * f'c * b * d^2$	=	607.50			14
<b>Indice de refuerzo ω</b>	=	<b>0.016</b>	<b>CALCULAR</b>	<b>BORRAR</b>	15
$\Lambda * (1 - 0.59 * \omega) * \omega$	=	9.76	in.-kips/ft		16
$As = \omega * b * d * f'c / fy$	=	0.07	in <sup>2</sup> /ft		17
$a = d - (d^2 - 2 *  Mu  / (0.85 * f'c * \phi * b))^{0.5}$	=	0.08	in. = 0.21 cm		18
$\beta 1 = 0.85 - 0.05 * ((f'c - 4000) / 1000)$	=	0.85	$0.65 \leq \beta 1 = 0.85 \leq 0.85$		19
$cb = (87000 / (87000 + fy)) * d$	=	2.57	in. = 6.4 cm		20
$amax = 0.75 * \beta 1 * cb$	=	1.64	in. = 4.1 cm		21
If $a = 0.09 \text{ in} \leq amax = 1.64 \text{ in}$ , entonces	=	OK!!!			22
$As = Mu / (\phi * fy * (d - a/2))$	=	0.09	in <sup>2</sup> /ft		23
$As, \text{min} = 0.0030 * b * h$	=	0.29	in <sup>2</sup> /ft		24
<b>#4 @ 8.00</b>			in. = 20 cm. Refuerzo General		25
<b>#0 @ 8.00</b>			in. = 20 cm. Dobelas	<b>BORRAR</b>	26
As,general	=	0.29	in <sup>2</sup> /ft		27
As,dobelas	=	0.00	in <sup>2</sup> /ft		28
<b>As(total)</b>	=	<b>0.29</b>	in <sup>2</sup> /ft		29
$a = (As(\text{total}) * fy) / (0.85 * f'c * b)$	=	0.29	in. = 0.722 cm		30
<b>Mu = φ * As(total) * fy * (d - a/2)</b>	=	<b>38.23</b>	<b>&gt; 11.46 in.-kips/ft [ 70.03% ]</b>		31
					36
<b>Análisis del Control de Grietas. Alternate (Working Stress) Design Method. ACI 318.02</b>					
<b>Ma</b>	=	<b>8.81</b>	in.-kips/ft		38
$n = 29,000 / [57 * (f'c = 4)^{1/2}]$	=	8			39
$\rho = As(\text{total}) / b * d$	=	0.0065			40
$k = [(2\rho n + (\rho n)^2)]^{1/2} - \rho n$	=	0.2761			41
$j = 1 - (k/3)$	=	0.9080			42
$fs = Ma / (As * j * d)$	=	8.79	ksi, Fs = 20 ksi, para Grado 40		43
$fc = (2 * Ma) / (k * j * b * d^2)$	=	0.42	ksi, Fc = 1.8 ksi, para f'c = 4 ksi.		44
$dc = 4 + 0.25$	=	4.0313	in. = 10.1 cm		45
$A = 2 * dc * bw$	=	64.500	in <sup>2</sup>		46
$z = fs * (dc * A)^{1/3}$	=	56	kip/in		47

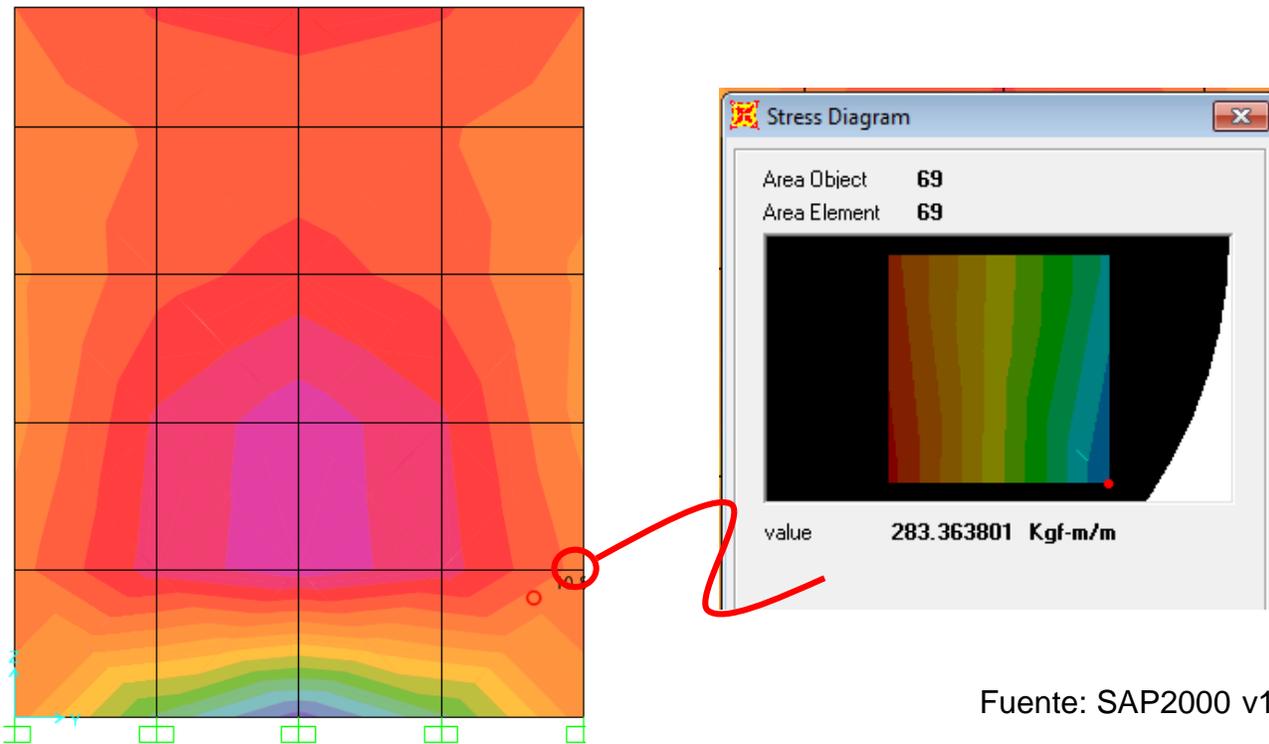
Z, para un ancho de grieta de 0.254mm	=	115 kip/in	48
bw, separación mínima	=	OK!!! 8 in < 68.9 in	49
			50
		Elaborado por: Jayson Medina e Ismael Acuña	51



Fuente: SAP2000 v15

Diagrama de momento flector M11, para determinar el índice de refuerzo requerido en las paredes del pozo de captación.

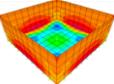
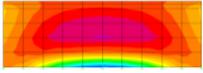
Imagen N°14: Diagrama de momento flector.



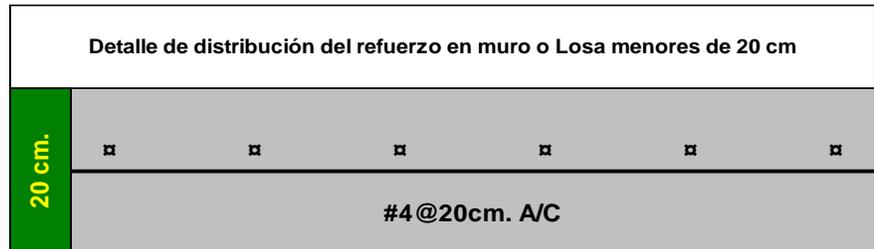
Fuente: SAP2000 v15

Diagrama de momento flector del muro. momento máximo para el cálculo del refuerzo horizontal.  $M_{11} = 283.36 \text{ kg-m/m}$

Imagen N°15: Diseño de momento flector del pozo de captación.

 <b>FLEXURAL STRENGTH DESIGN</b> 						
<b>M11, M22 FACTORADO</b>	=	<b>283.36</b>	kg-m/m	BORRAR (Ma)	1	
<b>Mu =1.30x 283.36</b>	=	<b>368.37</b>	kg-m/m		2	
Ma	=	0.625	ft.-kips, 7.5 in.-kips		3	
db, diámetro de varilla	=	1/2	in. = 1.25 cm		4	
b, ancho de losa o muro para análisis	=	12	in. = 30 cm		5	
cover	=	4.00	in. = 10.2 cm		6	
h, espesor de losa o muro	=	<b>8</b>	in. = 20 cm		7	
d=h-cover-(db/2)	=	3.750	in. = 9.38 cm		8	
f'c	=	<b>4</b>	ksi. = 280.00 kg/cm2		9	
fy	=	<b>40</b>	ksi. = 2,800.00 kg/cm2		10	
φ	=	0.9	Factor de reducción a flexión		11	
<b>Mu =1.3x 7.5</b>	=	<b>9.75</b>	in.-kips/ft		12	
Mu/φ*f'c*b*d^2	=	0.0160			13	
Λ=φ*f'c*b*d^2	=	607.50			14	
<b>Indice de refuerzo ω</b>	=	<b>0.016</b>	CALCULAR	<>	BORRAR	15
Λ*(1-0.59*ω)*ω	=	9.76	in.-kips/ft		16	
As=ω*b*d*f'c/fy	=	0.07	in <sup>2</sup> /ft		17	
a=d-(d^2-2* Mu /(0.85*f'c*φ*b))^0.5	=	0.07	in. = 0.179 cm		18	
β1=0.85-0.05*((f'c-4000)/1000)	=	0.85	0.65 ≤ β1=0.85 ≤ 0.85		19	
cb=(87000/(87000+fy))*d	=	2.57	in. = 6.4 cm		20	
amax=0.75*β1*cb	=	1.64	in. = 4.1 cm		21	
If a=0.08in ≤ amax=1.64in, entonces	=		OK!!!		22	
As=Mu/(φ*fy*(d-a/2))	=	0.07	in <sup>2</sup> /ft		23	
As,min=0.0030*b*h	=	0.29	in <sup>2</sup> /ft		24	
<b>#4 @ 8.00</b>			in. = 20 cm. Refuerzo General		25	
<b>#0 @ 8.00</b>			in. = 20 cm. Dobelas	BORRAR	26	
As,general	=	0.29	in <sup>2</sup> /ft		27	
As,dobelas	=	0.00	in <sup>2</sup> /ft		28	
<b>As(total)</b>	=	<b>0.29</b>	in <sup>2</sup> /ft		29	
a=(As(total)*fy)/(0.85*f'c*b)	=	0.29	in. = 0.722 cm		30	
<b>Mu=φ*As(total)*fy*(d-a/2)</b>	=	<b>38.23</b>	<b>&gt; 9.75 in.-kips/ft [ 74.51% ]</b>		31	
					36	
<b>Análisis del Control de Grietas. Alternate (Working Stress) Design Method. ACI 318.02</b>						
<b>Ma</b>	=	<b>7.50</b>	in.-kips/ft		38	
n = 29,000/[57 (f'c=4)1/2]	=	8			39	
ρ = As(total)/b*d	=	0.0065			40	
k = [(2pn + (pn)^2)] <sup>1/2</sup> - pn	=	0.2761			41	
j = 1-(k/3)	=	0.9080			42	
fs = Ma/(As*j*d)	=	7.48	ksi, Fs = 20 ksi, para Grado 40		43	
fc = (2*Ma)/(k*j*b*d <sup>2</sup> )	=	0.35	ksi, Fc = 1.8 ksi, para f'c = 4 ksi.		44	
dc = 4 + 0.25	=	4.0313	in. = 10.1 cm		45	
A = 2*dc*bw	=	64.500	in <sup>2</sup>		46	
z = fs*(dc*A) <sup>1/3</sup>	=	48	kip/in		47	

Z, para un ancho de grieta de 0.254mm	=	115	kip/in	48
bw, separación mínima	=	OK!!! 8 in < 112.02 in		49
				50
			Elaborado por: Jayson Medina e Ismael Acuña	51

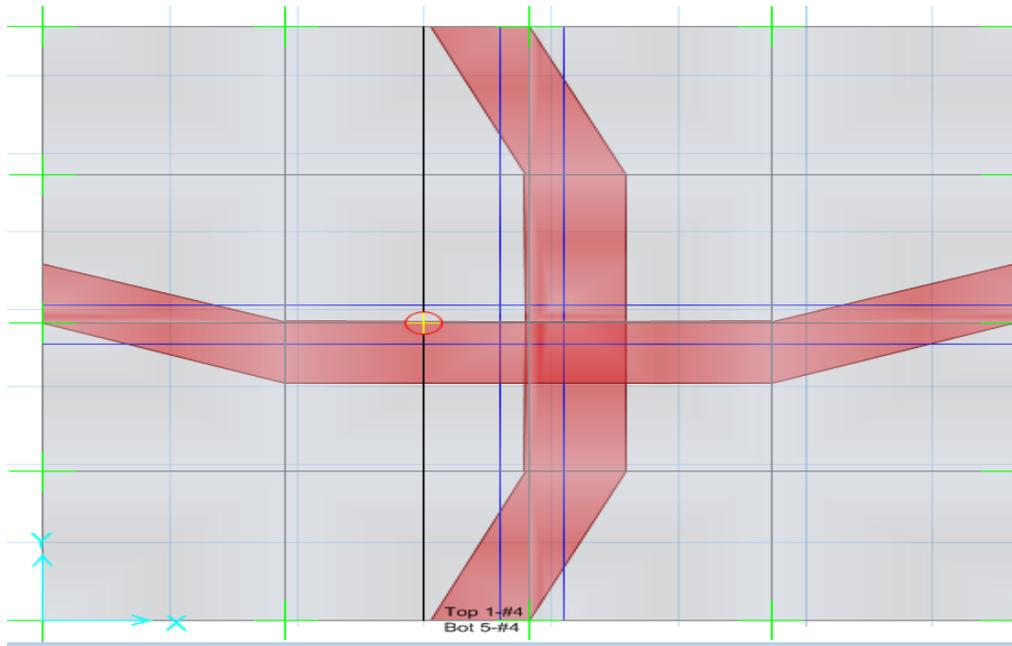


Fuente: SAP2000 v15

### Diseño a flexión de losas superior e inferior

El análisis de la losa se hizo con el software SAFE 2014. Obteniendo los siguientes resultados:

**Figura N°8: Losa superior**



Fuente: SAFE 2014

Cantidad de varilla requeridas en la dirección 1 y 2 se requiere 5 varillas según análisis y refuerzo mínimo.

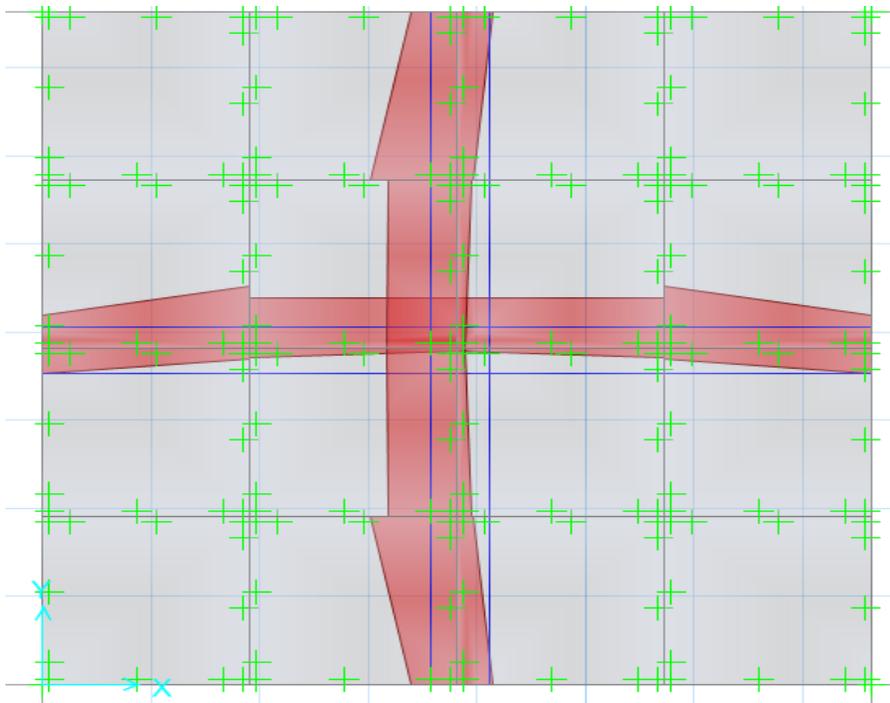
Los resultados arrojados por el SAFE 2014 impuso necesario el acero por contracción y temperatura, la distribución de acero sobre pasa el espaciamiento máximo por lo que se propone utilizar:

**Tabla N°9: Acero requerido en losa superior.**

Refuerzo	As requerido	As propuesto
Losa	6.45 cm <sup>2</sup> /m	8 varillas #4 A/D

Fuente: Elaboración propia.

**Figura N°9: Losa fondo**



Fuente. SAFE 2014

Cantidad de varilla requeridas en la dirección 1 y 2 se requiere 6 varillas según análisis.

**Tabla N°10: Acero requerido en losa de fondo**

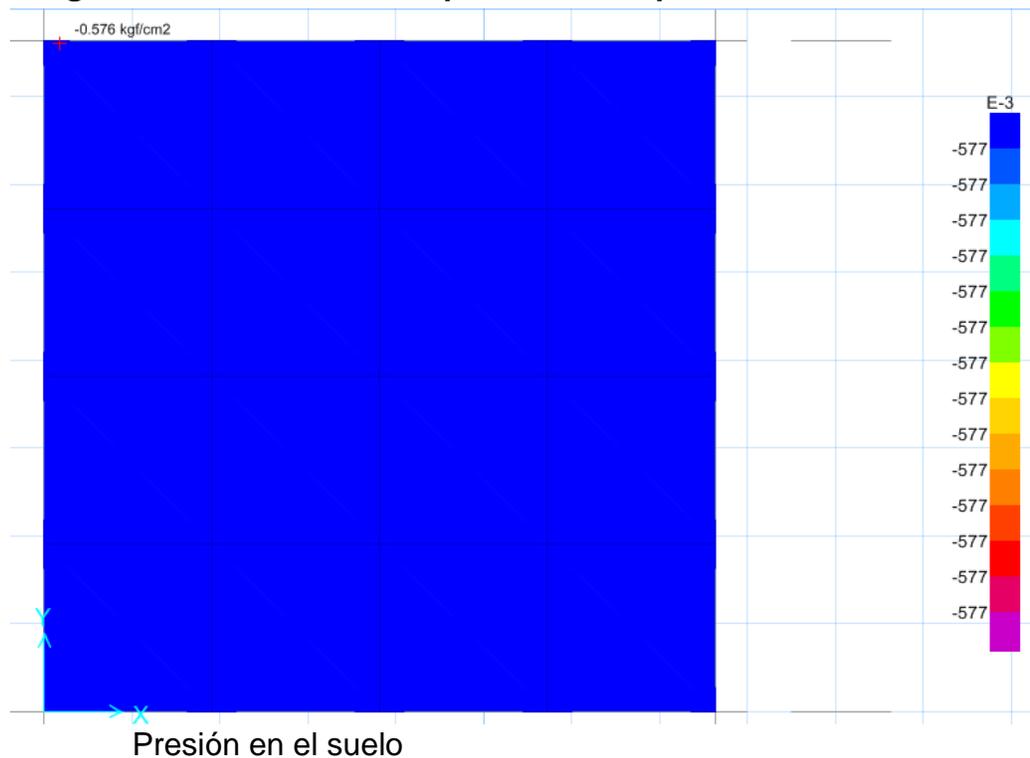
Refuerzo	As requerido	As propuesto
Losa	11.46 cm <sup>2</sup> /m	10 varillas #4 A/D

Fuente: Elaboración propia.

### Revisión de la capacidad de soporte del suelo.

Se obtuvo un esfuerzo actuante sobre el suelo de 0.576 kg/cm<sup>2</sup> mucho menor que el asumido de 1.20 kg/cm<sup>2</sup>.

### Imagen N°16: Revisión de capacidad de soporte.



Fuente: SAFE 2014

### 6.4.7.3 Análisis de diseño de la torre.

#### 6.4.7.3.1 Memoria descriptiva

##### 6.4.7.3.1.1 Descripción

La torre es de un sistema a base de marcos de concreto reforzado. La estructura principal de entrepiso será losa de concreto apoyada sobre vigas y columnas de concreto reforzado.

#### **6.4.7.3.1.2 Cargas de diseño**

**Carga viva:**

**Formula N°8: Presión hidrostática**

$$P = \rho g h + P_o$$

Donde.

P= Presión hidrostática

$\rho$ = Densidad del liquido

g= Aceleración de la gravedad

h= Altura del líquido

P<sub>o</sub>= Presión atmosférica.

Presión hidrostática = 2,366.00 kg/m<sup>2</sup>

#### **6.4.7.3.1.3 Características de los materiales**

A continuación, se describen las características de los materiales a usar.

**Concreto.**

Se usará concreto cuya resistencia a la compresión a los 28 días de fabricado sea de f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de elasticidad E<sub>c</sub> = 218,819.79 kg/cm<sup>2</sup>

El peso volumétrico del concreto reforzado es de 2,400 kg/m<sup>3</sup>

**Acero de refuerzo.**

El acero de refuerzo principal deber ser corrugado del tipo ASTM A-40 con un esfuerzo de fluencia f<sub>y</sub>= 2,800 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de elasticidad E<sub>s</sub>= 2, 038,901.92 kg/cm<sup>2</sup>

El peso volumétrico del acero es de  $7,850 \text{ kg/m}^3$

### **Suelos.**

Debido a que no hay un estudio de suelo, para los cálculos mostrados en esta memoria se considerará una presión admisible máxima de  $1.20 \text{ kg/cm}^2$  y un desplante mínimo de 1.5 m, por lo que se deberá mejorar el suelo bajo las zapatas como mínimo 30 cm.

El peso volumétrico del suelo es de  $1,800 \text{ kg/m}^3$

#### **6.4.7.3.1.4 Códigos utilizados.**

Se utilizará los lineamientos de los siguientes códigos:

- ACI 318-08 “Building Code Requirements for Structural Concrete”
- ACI 350-06 “Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures and Commentary”
- RNC-2007. “Reglamento Nacional de Construcción”

#### **6.4.7.3.1.5 Casos y combinaciones de carga.**

Sistema de fundaciones y superestructura

#### **Condiciones últimas**

COMB1: 1.4 CM

COMB2: 1.2 CM + 1.6 CV

COMB3: 0.90 CM + 1.6 CV

#### **Condiciones de servicio**

COMB4: CM + CV

Dónde:

**CM:** carga muerta

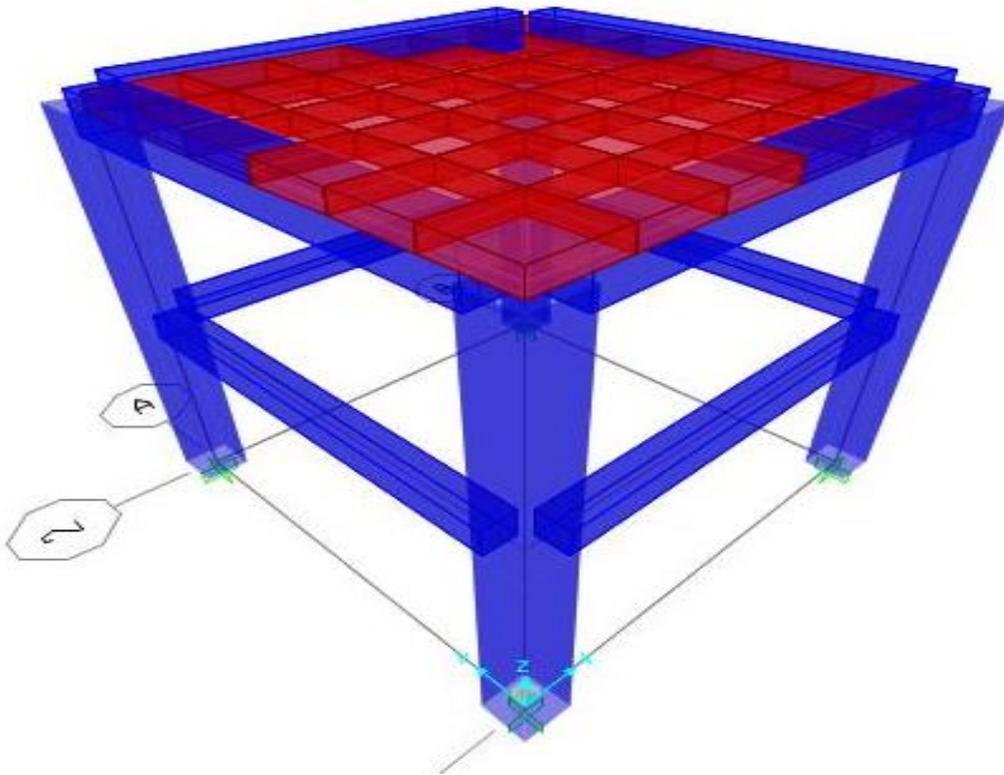
**CV:** carga viva

#### **6.4.7.3.1.6 Programas utilizados**

- SAP2000 v15 Programa de análisis y diseño estructural
- SAFE V2014 Programa de análisis y diseño estructural
- EXCEL 2010 Hojas de cálculo.

#### 6.4.7.3.2 Memoria de cálculo.

Figura N°10: Torre de concreto.



Fuente: SAFE V2014

**Imagen N°17: Propiedades de los materiales.**

**Material Property Data**

General Data

Material Name and Display Color: f'c 210

Material Type: Concrete

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2400

Mass per Unit Volume: 244.7319

Units: Kgf, m, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2.188E+09

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 9.900E-06

Shear Modulus, G: 9.117E+08

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 2100000

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

**Material Property Data**

General Data

Material Name and Display Color: Gr40

Material Type: Rebar

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7.850E-03

Mass per Unit Volume: 8.005E-06

Units: Kgf, cm, C

Uniaxial Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2038901.915803

Poisson's Ratio, U: 0

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 0

Other Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 2800

Minimum Tensile Stress, Fu: 4218.4178

Expected Yield Stress, Fye: 3093.5064

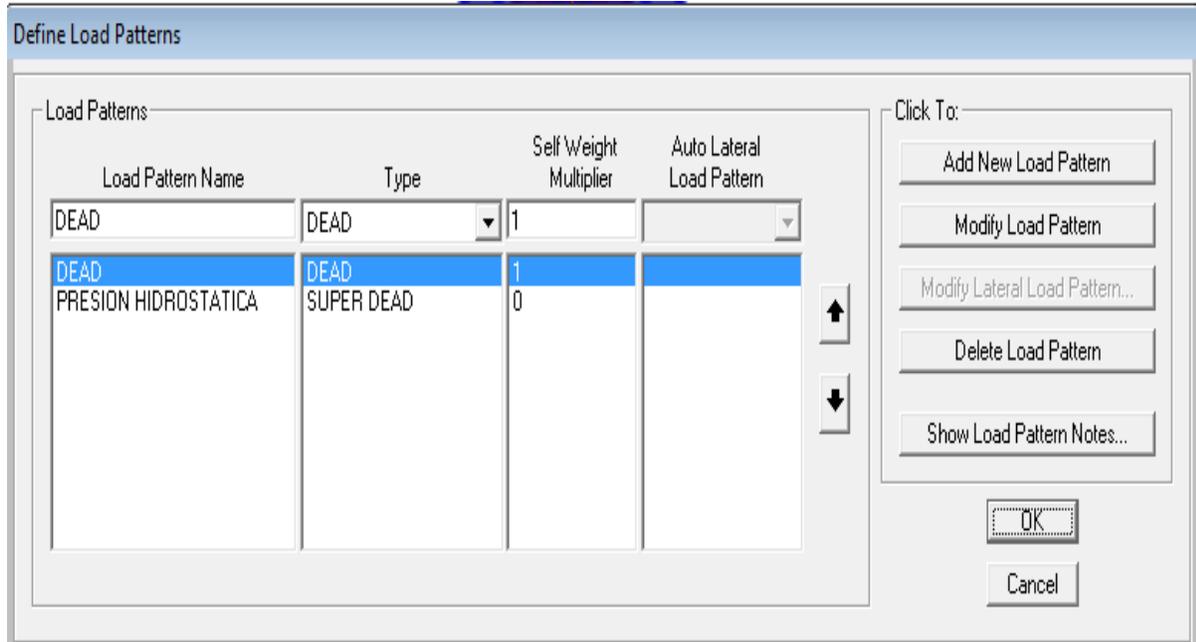
Expected Tensile Stress, Fue: 4640.2595

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

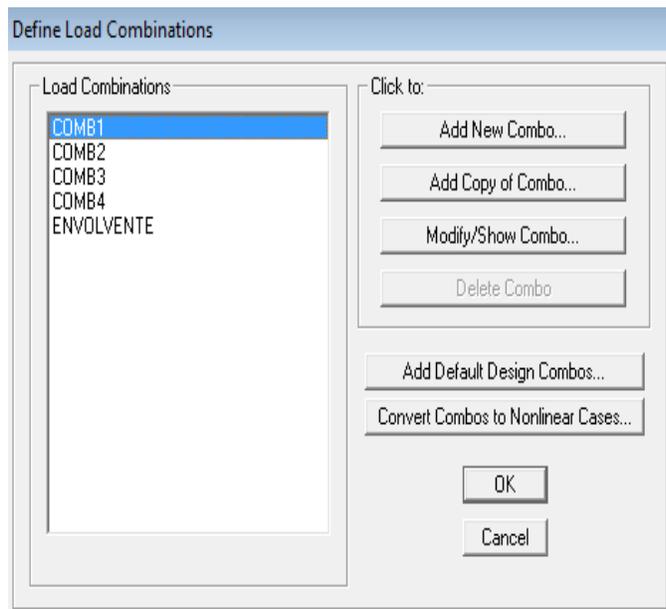
Fuente: SAFE V2014

**Imagen N°18: Patrones de carga.**



Fuente: SAFE V2014

**Imagen N°19: Combinaciones de carga:**



COMB1: 1.4 CM

COMB2: 1.2 CM + 1.6 CV

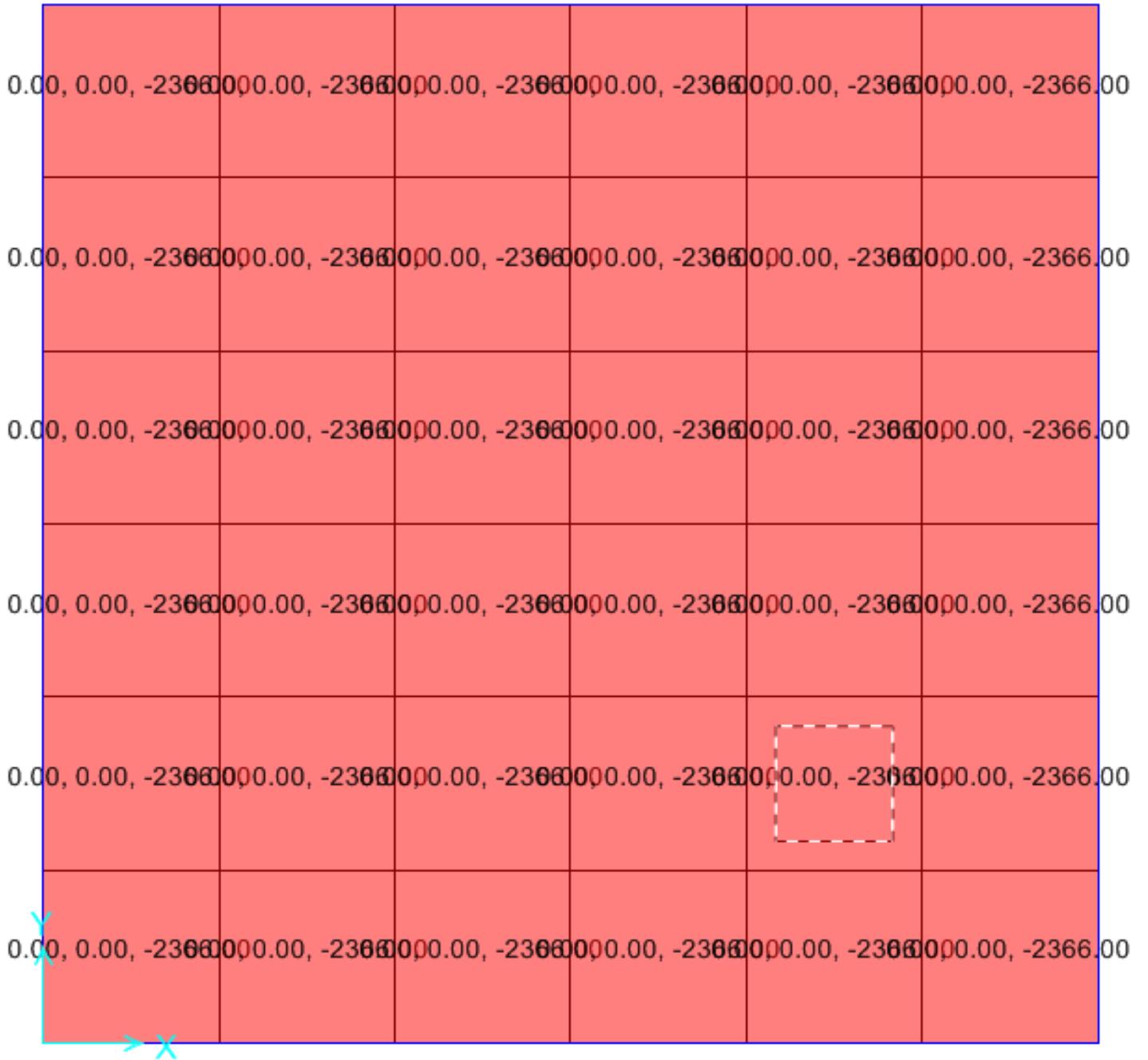
COMB2: 0.90 CM + 1.6 CV

COMB4: CM + CV

ENVOLVENTE: COMB1 + COMB2 + COMB3

Fuente: SAFE V2014

Imagen N°20: Aplicación de la carga viva sobre la estructura

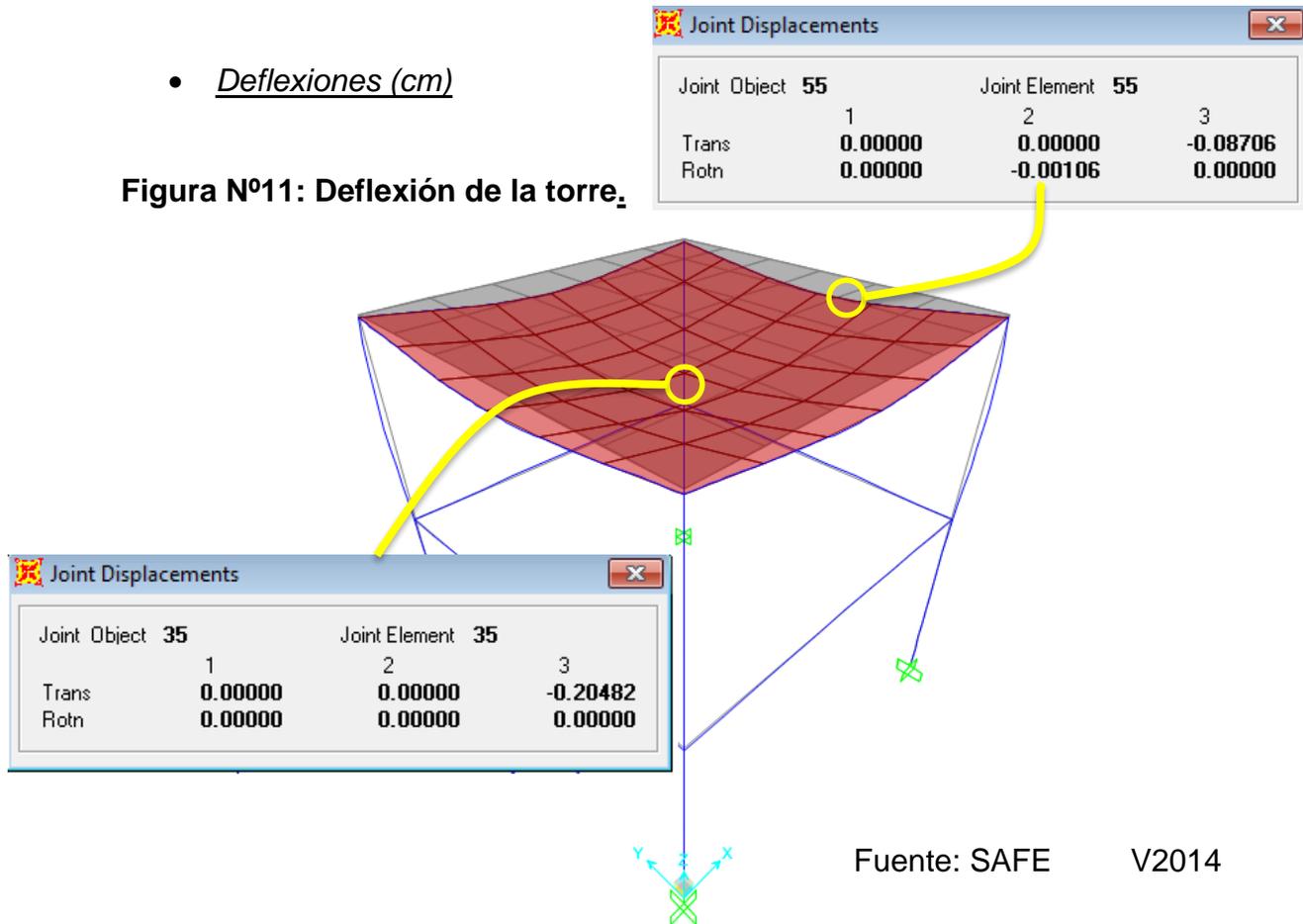


Fuente: SAFE V2014

## Resultado de análisis:

- Deflexiones (cm)

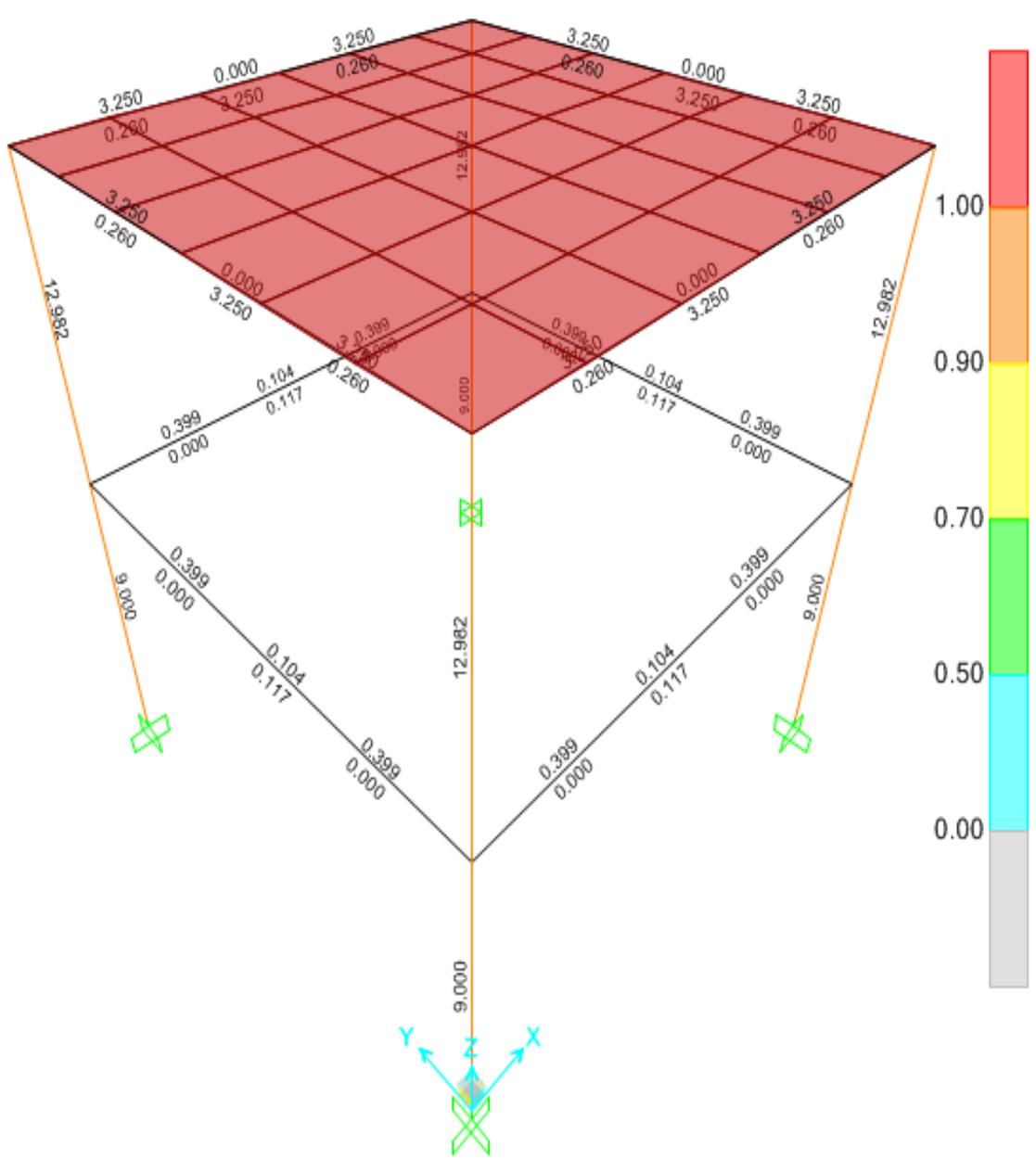
Figura N°11: Deflexión de la torre.



## **Observaciones:**

La deflexión vertical máxima en la torre es (0.2048 cm) no sobrepasa el permitido por el Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-07) en su arto. 82. Diseño de elementos horizontales, en el inciso #2 el cual es  $L/240 = 1.25$  cm por lo cual cumple satisfactoriamente con el diseño propuesto para la construcción de la torre en la cual se colocará el tanque de almacenamiento y podrá soportar satisfactoriamente las cargas del tanque.

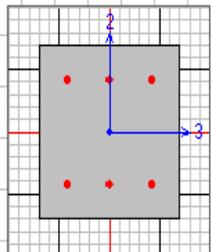
Figura N°12: Detalle de elementos principales de concreto



Fuente: SAFE

V2014

### Imagen N°21: Detalle de columna 30x30 cm, crítica.

Concrete Design Data ACI 318-08/IBC2009						
File						
Units: Tonf, cm, C						
ACI 318-08/IBC2009 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: Tonf, cm, C (Summary)						
Element	: 2	B=30.000	D=30.000	dc=5.905		
Section ID	: C-1	E=218.820	Fc=0.210	Lt.Wt. Fac.=1.000		
Combo ID	: COMB2	L=162.500	Fy=2.812	fys=2.812		
Station Loc	: 147.500	RLLF=1.000				
Phi(Compression-Spiral):	0.750					
Phi(Compression-Tied):	0.650					
Phi(Tension Controlled):	0.900					
Phi(Shear):	0.750					
Phi(Seismic Shear):	0.600					
Phi(Joint Shear):	0.850					
						
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3						
	Rebar Area	Design Pu	Design M2	Design M3	Minimum M2	Minimum M3
	12.982	10.176	288.983	288.983	24.668	24.668
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS						
	Cm	Delta ns	Delta s	K	L	
	Factor	Factor	Factor	Factor	Length	
Major Bending(M3)	0.507	1.000	1.000	1.000	137.500	
Minor Bending(M2)	0.507	1.000	1.000	1.000	137.500	
SHEAR DESIGN FOR U2,U3						
	Rebar Av/s	Shear Uu	Shear phi*Uc	Shear phi*Us	Shear Up	
Major Shear(U2)	0.038	2.590	4.501	1.906	0.000	
Minor Shear(U3)	0.038	2.590	4.501	1.906	0.000	
JOINT SHEAR DESIGN						
	Joint Shear Ratio	Shear UuTop	Shear UuTot	Shear phi*Uc	Joint Area	
Major Shear(U2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Minor Shear(U3)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

Fuente: SAFE V2014

Esta columna, que se propuso de dimensiones 30 cm de base y 30 cm de peralte total, resiste un momento mayor actuante de 288.98 Ton-m, requiriendo para ello un área de acero mayor de 12.98 cm<sup>2</sup>, lo cual, se satisface con el refuerzo propuesto de 4 var. #5 + 4 var.#4 (As = 13.16 cm<sup>2</sup>).

En cuanto al acero por corte en sus extremos requiere  $0.038 \text{ cm}^2/\text{cm}$ , se satisface colocando estribos #3 a cada 15 cm.

**Imagen N°22: Detalle de viga 25x30 cm, crítica**

Concrete Design Data ACI 318-08/IBC2009

File

Units: Tonf, cm, C

ACI 318-08/IBC2009 BEAM SECTION DESIGN Type:Sway Ordinary Units: Tonf, cm, C (Summary)

Element	: 6	D=30.000	B=25.000	bf=25.000
Section ID	: U-2	ds=0.000	dct=4.000	dcb=4.000
Combo ID	: COMB3	E=218.820	fc=0.210	Lt.Wt. Fac.=1.000
Station Loc	: 285.000	L=300.000	fy=2.812	fys=2.812

A schematic diagram of a rectangular beam cross-section on a grid. The vertical axis is labeled '2' and the horizontal axis is labeled '3'. The beam is shaded gray and centered on the grid.

Phi(Bending):	0.900
Phi(Shear):	0.750
Phi(Seis Shear):	0.600
Phi(Torsion):	0.750

Design Moments, M3				
	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment
	0.000	-158.174	0.000	0.000

Flexural Reinforcement for Moment, M3				
	Required	+Moment	-Moment	Minimum
	Rebar	Rebar	Rebar	Rebar
Top (+2 Axis)	3.250	0.000	2.478	3.250
Bottom (-2 Axis)	0.000	0.000	0.000	0.000

Shear Reinforcement for Shear, U2				
	Rebar	Shear	Shear	Shear
	Au/s	Uu	phi*Uc	phi*Us
	0.018	4.729	3.746	0.983
				Up
				0.000

Reinforcement for Torsion, T						
	Rebar	Rebar	Torsion	Critical	Area	Perimeter
	At/s	A1	Tu	Phi*Tcr	Ao	Ph
	0.056	4.155	68.070	14.737	289.070	74.440

Fuente: SAFE V2014

### Imagen N°23: Detalle de viga 25x30 cm, crítica

Concrete Design Data ACI 318-08/IBC2009

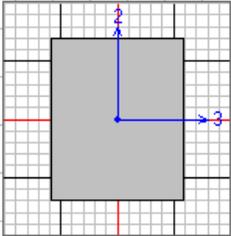
File

Units: Tonf, cm, C

ACI 318-08/IBC2009 BEAM SECTION DESIGN Type:Sway Ordinary Units: Tonf, cm, C (Summary)

Element : 6 D=30.000 B=25.000 bf=25.000  
 Section ID : U-2 ds=0.000 dct=4.000 dcb=4.000  
 Combo ID : COMB3 E=218.820 fc=0.210 Lt.Wt. Fac.=1.000  
 Station Loc : 150.000 L=300.000 fy=2.812 Fys=2.812

Phi(Bending): 0.900  
 Phi(Shear): 0.750  
 Phi(Seis Shear): 0.600  
 Phi(Torsion): 0.750



Design Moments, M3

	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment
	187.891	0.000	0.000	0.000

Flexural Reinforcement for Moment, M3

	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar
Top (+2 Axis)	0.000	0.000	0.000	0.000
Bottom (-2 Axis)	3.250	2.961	0.000	3.250

Shear Reinforcement For Shear, U2

Rebar	Shear	Shear	Shear	Shear
Av/s	Uu	phi*Uc	phi*Us	Up
0.000	0.803	3.746	0.000	0.000

Reinforcement for Torsion, T

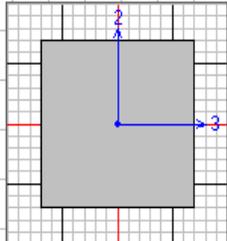
Rebar	Rebar	Torsion	Critical	Area	Perimeter
At/s	A1	Tu	Phi*Tcr	Ao	Ph
0.000	0.000	10.910	14.737	289.070	74.440

Fuente: SAFE V2014

Esta viga, que se propuso de dimensiones 25 cm de base y 30 cm de peralte total, resiste un momento mayor actuante de -158.174 Ton-cm y 187.891 Ton-cm, requiriendo para ello un área de acero mayor de 3.25 cm<sup>2</sup> tanto superior como inferior, lo cual, se satisface con el refuerzo propuesto de 2 var. #4 (As = 4.00 cm<sup>2</sup>) tanto superior como inferior.

En cuanto al acero por corte en sus extremos requiere 0.018 cm<sup>2</sup>/cm, se satisface colocando estribos #2 a cada 15 cm.

**Imagen N°24: Detalle de viga 20x20 cm, crítica.**

Concrete Design Data ACI 318-08/IBC2009					
File					
Units: Tonf, cm, C					
<b>ACI 318-08/IBC2009 BEAM SECTION DESIGN Type:Sway Ordinary Units: Tonf, cm, C (Summary)</b>					
Element	: 5	D=20.000	B=20.000	bf=20.000	
Section ID	: U-1	ds=0.000	dct=4.000	dcb=4.000	
Combo ID	: COMB2	E=218.820	Fc=0.210	Lt.Mt. Fac.=1.000	
Station Loc	: 285.000	L=300.000	Fy=2.812	Fys=2.812	
Phi(Bending):	0.900				
Phi(Shear):	0.750				
Phi(Seis Shear):	0.600				
Phi(Torsion):	0.750				
					
<b>Design Moments, M3</b>					
		Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment
		0.000	-12.015	0.000	0.000
<b>Flexural Reinforcement for Moment, M3</b>					
		Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar
Top (+2 Axis)		0.399	0.000	0.299	0.399
Bottom (-2 Axis)		0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Shear Reinforcement for Shear, U2</b>					
		Rebar Av/s	Shear Uu	Shear phi*Uc	Shear phi*Us
		0.000	0.156	1.844	0.000
<b>Reinforcement for Torsion, T</b>					
		Rebar At/s	Rebar A1	Torsion Tu	Critical Phi*Tcr
		0.000	0.000	0.000	3.964
				Area Ao	Perimeter Ph
				104.917	44.440

Fuente: SAFE V2014

Esta viga, que se propuso de dimensiones 20 cm de base y 20 cm de peralte total, resiste un momento mayor actuante de -12.015 Ton-cm, requiriendo para ello un área de acero mayor de 0.399 cm<sup>2</sup> tanto superior como inferior, lo cual, se satisface con el refuerzo propuesto de 2 var.#3 (As = 1.42 cm<sup>2</sup>) tanto superior como inferior.

En cuanto al acero por corte no se requiere, pero se le colocara estribos #2 a cada 15 cm.

- Detalle de losa

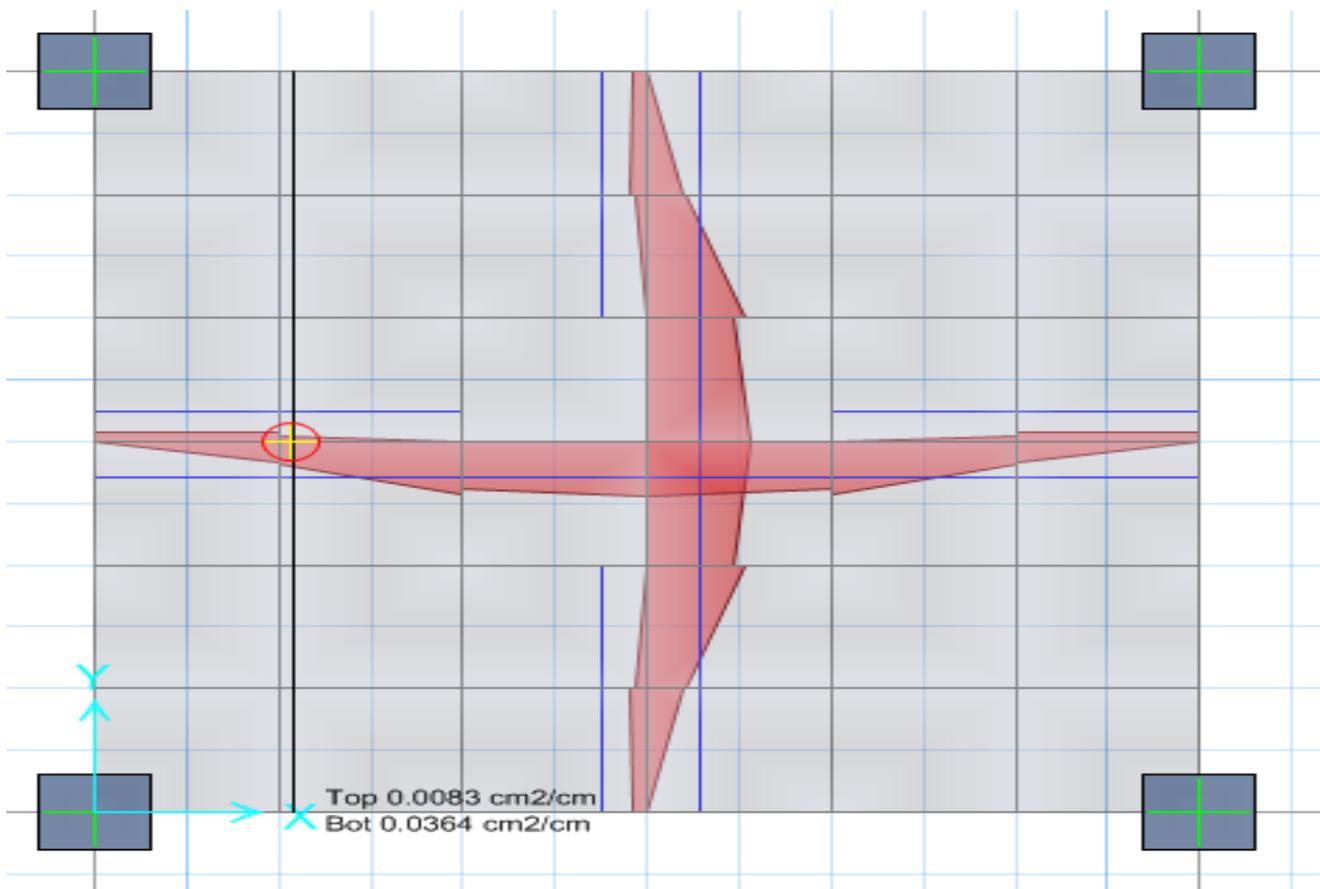
El análisis de la losa se hizo con la ayuda del SAFE 2014. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Tabla N°11: Acero requerido en la viga 20x20 cm**

Refuerzo	As requerido	As propuesto
Losa	10.26 cm <sup>2</sup> /m	#4 @ 12.50 cm

Fuente: Elaboración propia

**Figura N°13: Cálculo de fundaciones.**



Fuente: SAFE V2014

Cálculo de las fundaciones

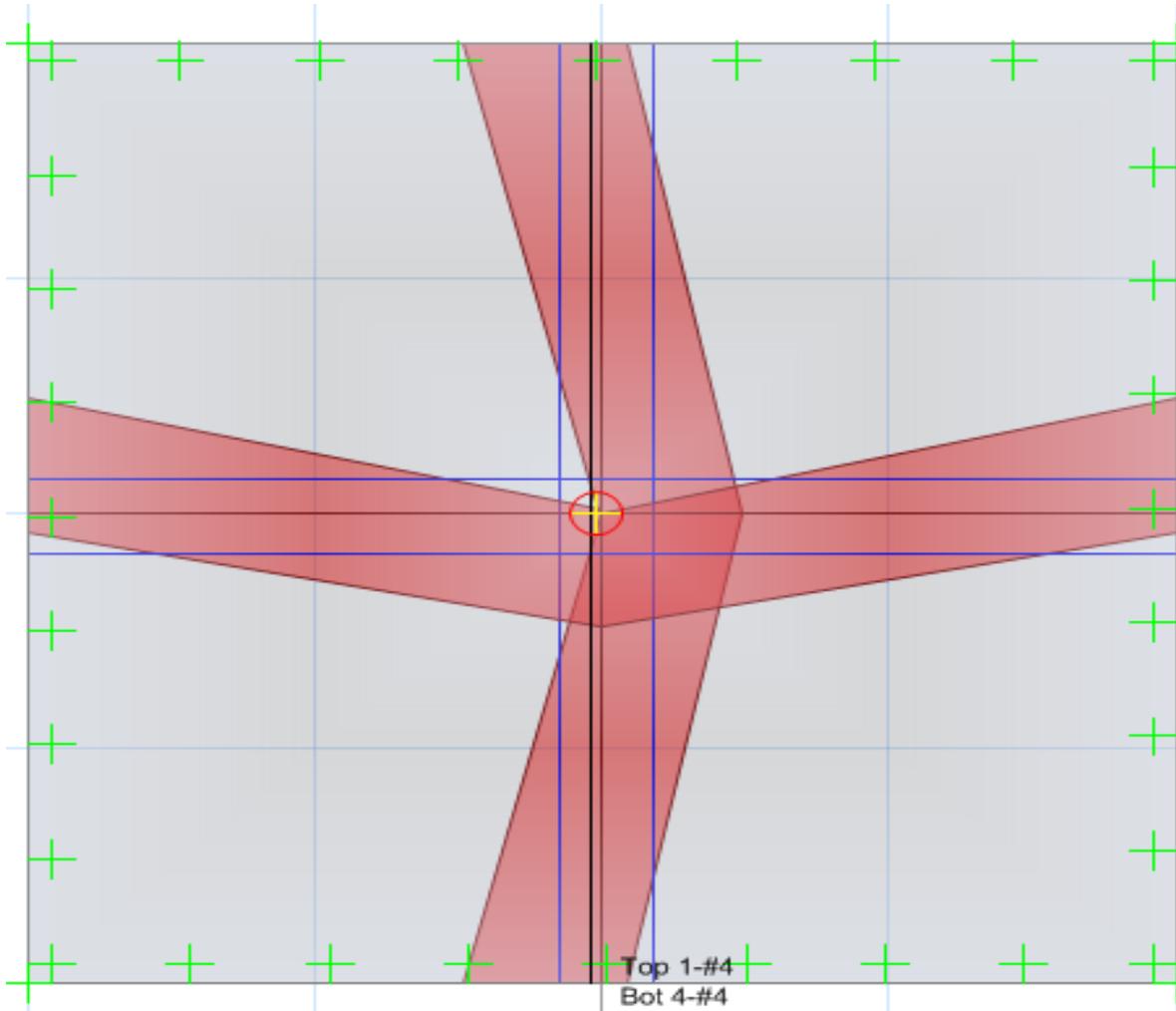
El análisis de las fundaciones se hizo con la ayuda del SAFE 2014 a partir de las reacciones obtenidas del modelo calculado SAP2000 v15. Los resultados obtenidos debido a la reacción del suelo permitieron establecer la definición de la zapata Z-1.

**Tabla N°12: Cálculo de fundaciones.**

Zapata	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor(m)	Desplante (m)	Refuerzo en ambas direcciones
Z-1	1	1	0.25	1.5	5 varillas #4

Fuente: Elaboración propia.

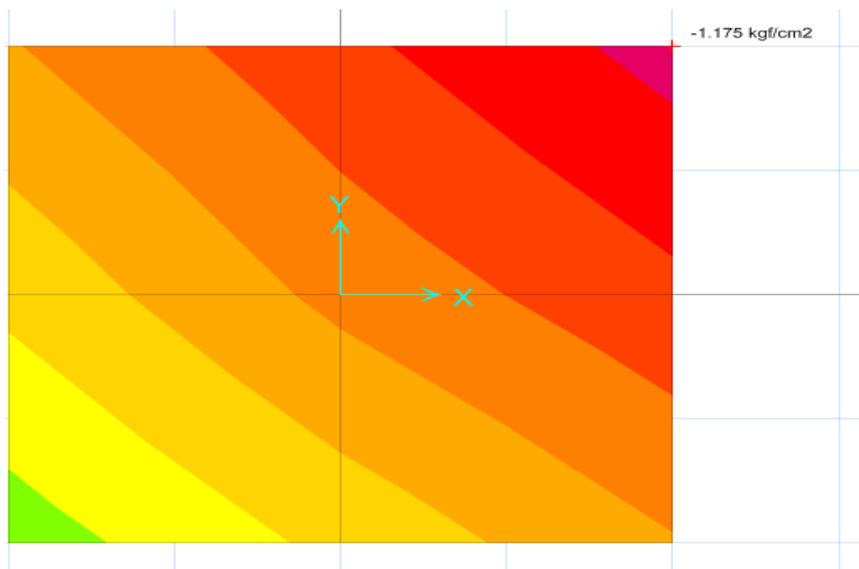
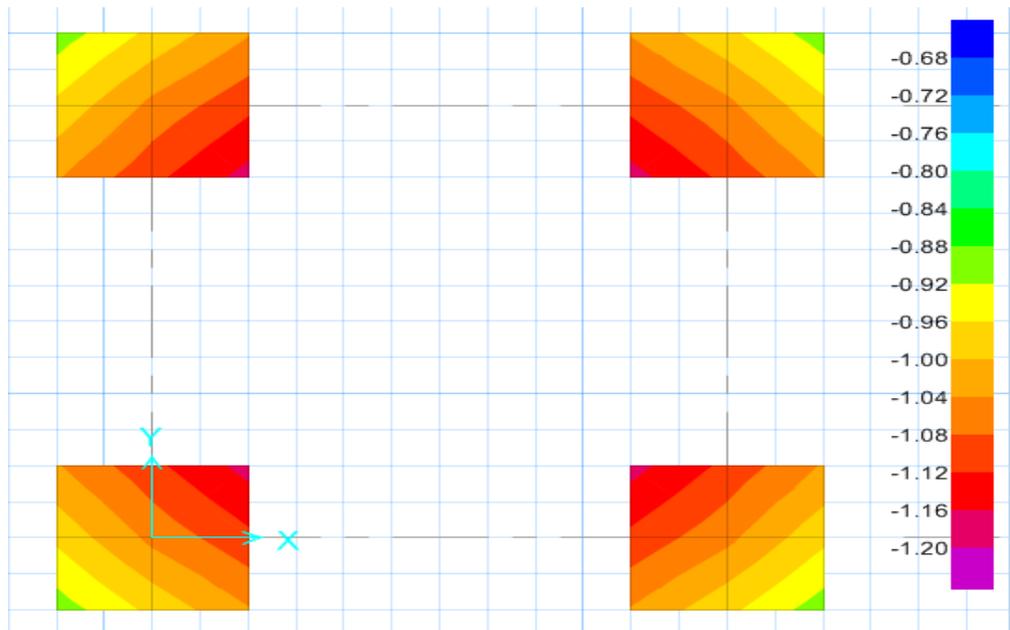
**Figura N°14: Diagrama de zapata**



Elaboracion: SAFE

V2014

Figuras N°15: Presion máxima en el suelo.



Fuente: SAFE V2014

El esfuerzo actuante de  $1.175 \text{ kg/cm}^2$  es resistido por la capacidad soporte del suelo supuesta de  $1.20 \text{ kg/cm}^2$ , esto bajo la condición de análisis elástico.

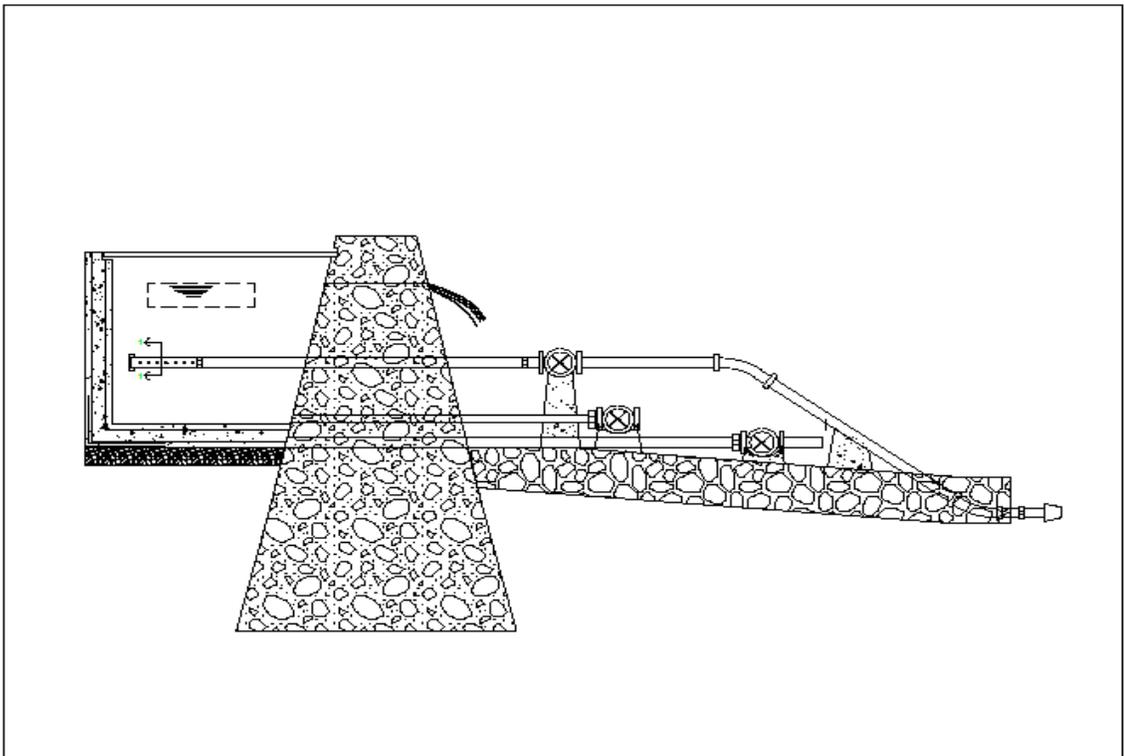
### 6.4.8 Obras físicas.

El diseño de las obras físicas de este proyecto primeramente se revisó en el programa EPANET de las características hidráulicas y luego se procedió al análisis estructural de sus elementos con el programa SAP 2000 se determinó los siguientes componentes.

#### 6.4.8.1 Obra de captación

Consiste en un dique toma de concreto ciclópeo con las siguientes características de trabajo: ancho en su base de = 1.57 m, ancho en su parte superior de: 0.45 m, largo = 7.32 m, profundidad total = 1.18 m, aletones de apoyo de: 0.68 m de largo x 1.57 m ancho de base y 0.45 m ancho de parte superior, vertedero de exceso de: 1 m x 0.30 m, caja de captación de 1.40 m x 0.48 m, con una altura de 1.26 m, ventana de ingreso de 0.60 m x 0.15 m, tubo de captación de 4" HG, tubo de limpieza de caja de captación de # 4", tubo de limpieza de dique de 4" HG. (Ver anexos N° 4 Planos)

**Imagen N°25: Perfil de obra de captación.**

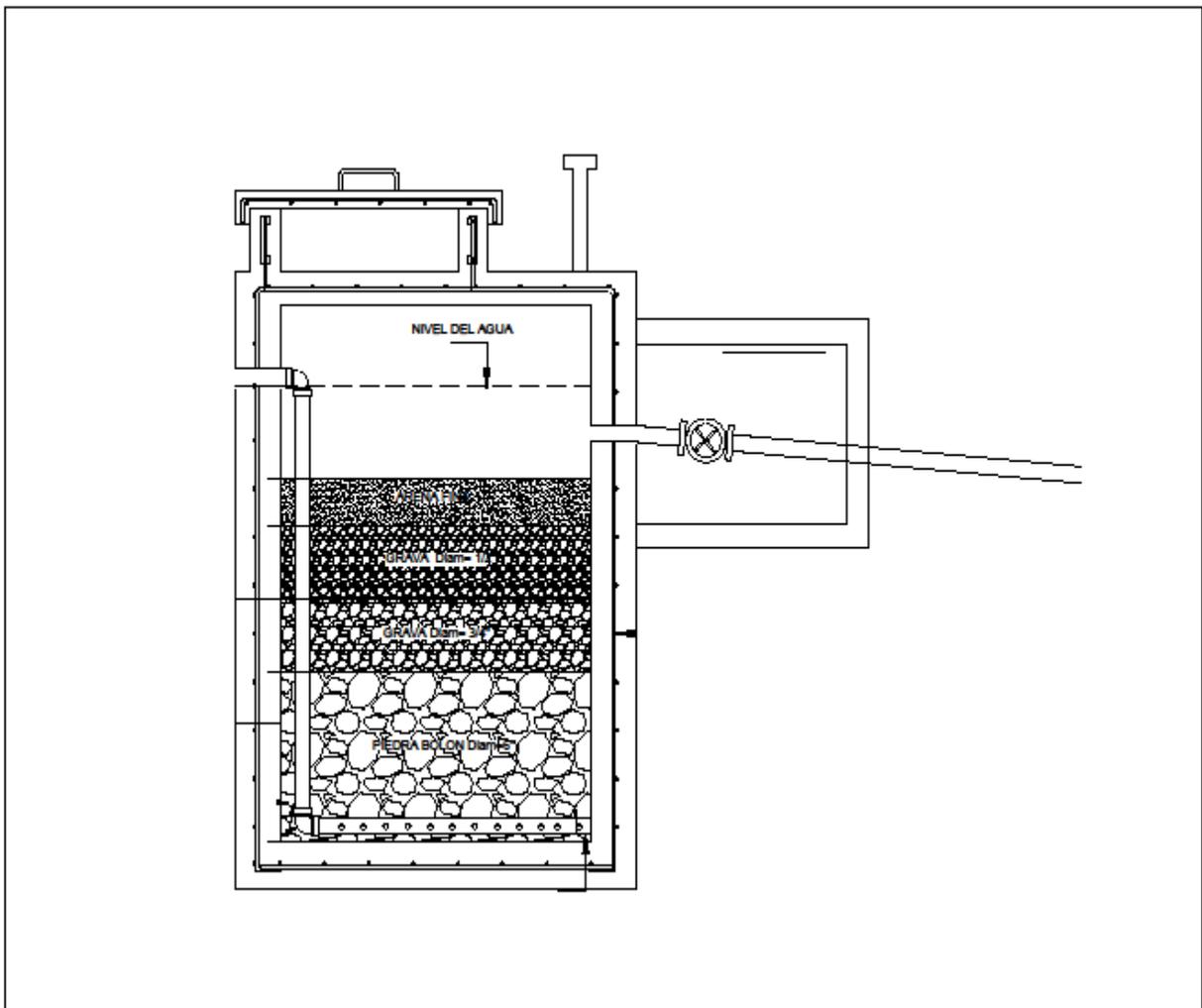


Fuente: Elaboración propia.

#### 6.4.8.2 Filtro lento.

El filtro lento tendrá una altura de: 2.55 m, ancho de 1.50 m x 1.50 m, una tapa de registro de 0.90 m x 0.90 m, las paredes tendrán un grosor de 0.20 m según normas ACI 318-2014, en su interior contendrá una capa de 0.70 m de piedra bolón diámetro: 6", una capa de 0.30 m de grava diámetro: 3/4", una capa de 0.30 m de grava diámetro: 1/2" y una capa de 0.20 m de arena fina.

Imagen N°26: Filtro lento.

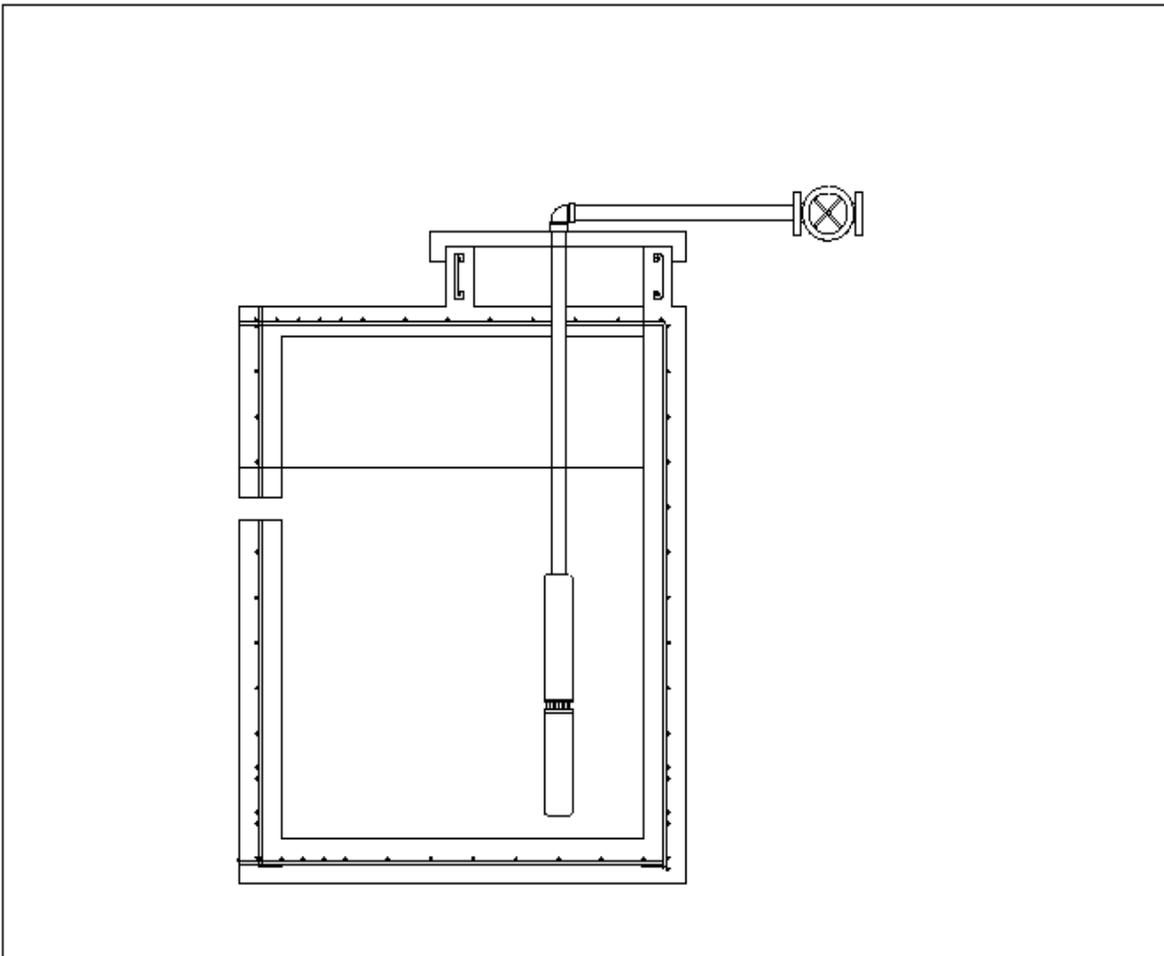


Fuente: Elaboración propia.

### 6.4.8.3 Pozo húmedo.

La función del pozo húmedo es almacenar agua antes de ser enviada al tanque de almacenamiento, las dimensiones de este pozo son de 2.55 m de altura por un ancho cuadrado de 2.10 m por 2.10 m con un espesor de 0.20 cm de grosor. Rigiéndose por las normas ACI 318- 2014 y Reglamento de la Construcción de Nicaragua 2017 “concreto reforzado”.

**Imagen N°27: Pozo húmedo**

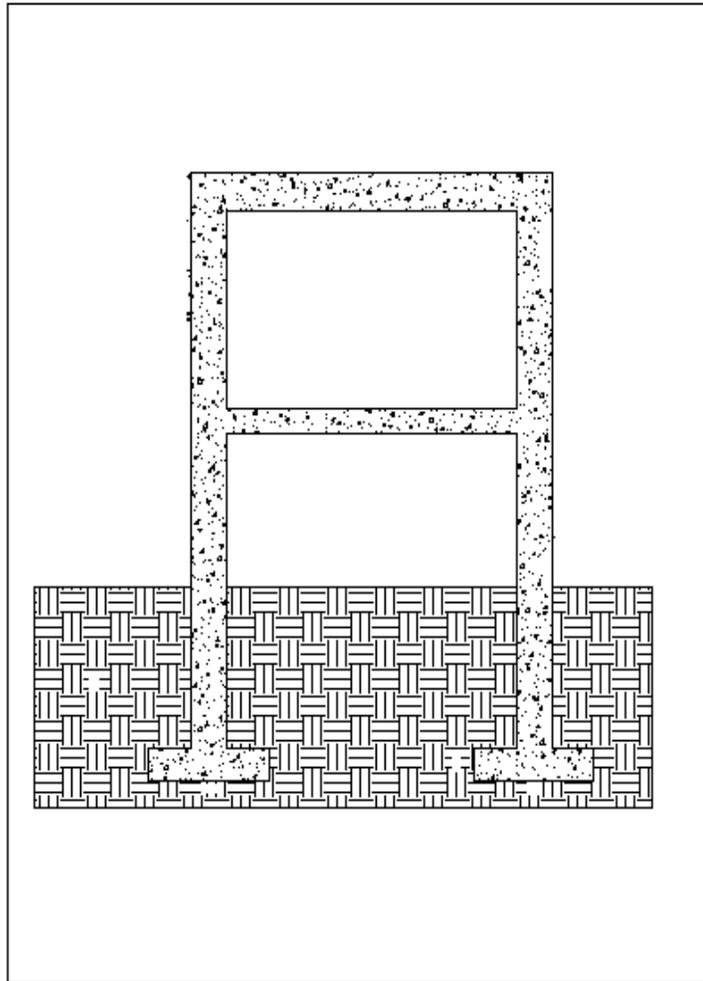


Fuente: Elaboración propia

#### 6.4.8.4 Torre para tanque de almacenamiento de agua potable.

La torre será de concreto reforzado con zapatas de 1 m por 1 m, columnas de 30 cm por 30 cm con una altura de 3.20 m, cuenta con una viga intermedia de 20 cm por 20 cm y una el superior de 3 m por 3 m cuadrado con un espesor de 0.15 cm. (Ver especificaciones en Anexos nº4 planos).

**Imagen N°28: Torre para tanque.**



Fuente: Elaboración propia.

## **6.4.9 Especificaciones técnicas del proyecto.**

### **6.4.9.1 Replanteo.**

Todos los trabajos de replanteo deben ser realizados con aparatos de precisión, tales como teodolitos, niveles, cintas métricas, etc. y por personal técnico, capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de concreto perfectamente identificados con las cotas y abscisas correspondientes.

### **6.4.9.2 Limpieza y desbroce.**

Este trabajo consiste en efectuar alguna, algunas o todas las operaciones siguientes: cortar, desenraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción, los árboles, arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro del derecho de vía, las áreas de construcción y los bancos de préstamos indicados en los planos o que ordene desbrozar el fiscalizador de la obra.

### **6.4.9.3 Excavaciones.**

Se entiende por excavaciones en general, el remover y quitar la tierra u otros materiales con el fin de conformar espacios para alojar mamposterías, hormigones y otras obras. En este rubro se trata de toda clase de excavaciones, que no sean las de zanjas para alojar tuberías de agua potable y alcantarillado, tales como: excavaciones para canales y drenes, estructuras diversas, cimentaciones en general.

### **6.4.9.4 Relleno.**

Se entenderá por "relleno" la ejecución del conjunto de operaciones necesarias para llenar, hasta completar las secciones que fije el proyecto, los vacíos existentes entre las estructuras y las secciones de las excavaciones hechas para aflojarlas; o bien entre las estructuras y el terreno natural, en tal forma que ningún punto de la sección terminada quede a una distancia mayor de 10 cm del correspondiente de la sección del proyecto.

#### **6.4.9.5 Concreto.**

##### **6.4.9.5.1 Concreto ciclópeo y reforzado.**

Es el concreto simple, al que se añade hasta un 40% en volumen de piedra, de preferencia angular de tamaño variable entre 10 y 25 cm de diámetro. El concreto ciclópeo tiene una resistencia a los 28 días de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Para construir se coloca primeramente una capa de concreto simple de 15 cm de espesor, sobre la cual se coloca a mano una capa de piedra, sobre ésta, otra capa de concreto simple de 15 cm y así sucesivamente. Se tendrá cuidado para que las piedras no estén en ningún momento a distancias menores de 5 cm entre ellas y de los bordes de las estructuras.

Es el concreto simple al que se añade acero de refuerzo de acuerdo a requerimientos propios de cada estructura.

#### **6.4.9.6 Fabricación del concreto.**

El constructor deberá disponer un equipo principal de dosificación de mezclado, en óptimas condiciones de funcionamiento, de tal manera de alcanzar un esfuerzo mínimo de rotura a los 28 días de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ .

##### **6.4.9.6.1 Agregados.**

Para los diferentes tamaños, se podrá utilizar un dispositivo de pesaje individual o acumulativo. En los compartimentos, los agregados deberán tener contenido uniforme de humedad. No se permitirá uso de agregado fino, cuyo contenido de humedad sea mayor al 8 por ciento. Se deberá usar arena Motastepe debidamente certificada y se podrá usar grava de EL Rama (ver anexo N°5)

##### **6.4.9.6.2 Cemento.**

La dosificación del cemento se la hará al peso, automáticamente y separada de los otros ingredientes. No se permitirá el pesaje acumulativo de los agregados. Un sistema de vibrado deberá asegurar la descarga completa del cemento de la mezcladora.

Debe ser del tipo PORTLAND, que cumpla con las especificaciones C-150 de la American Society for Testing and Materials, el contratista presentara el certificado de calidad del material comprado.

El almacenamiento del cemento para obras mayores deberá hacerse en la bodega que permitan el control de humedad, sobre polines a 0.15 m del suelo. El cemento que se haya dañado por exposición a la humedad, que tenga terrones o esté endurecido, no deberá usarse y será retirado de la obra. No se podrá usar el cemento recogido de los sacos rechazados o provenientes de la limpieza. El cemento que haya estado almacenado por más de 35 días, no podrá ser usado en las obras estructurales.

#### **6.4.9.7 Dosificación.**

La dosificación que se usara será 1:1.42:1.82, según el análisis de laboratorio con el que trabaja la alcaldía municipal de Bluefields (ver anexo N°:5) y podrá ser cambiada cuando fuere conveniente, para mantener la calidad de concreto requerido en las distintas estructuras o para afrontar las diferentes condiciones que se encuentren durante la construcción.

#### **6.4.9.8 Curado del concreto.**

El curado del concreto podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del comité 612 del ACI. De manera general podrán utilizarse los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie endurecida, utilizar mantas impermeables de papel o plástico que reúnan las condiciones de las especificaciones ASTM C-161, emplear compuestos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del concreto y que satisfaga las especificaciones ASTM C-309, recubrir las superficies con capas de arena que se mantengan humedecidas. Los concretos curados con agua deberán ser mantenidos húmedos durante el tiempo mínimo de 14 días.

#### **6.4.9.9 Colocación de acero de refuerzo.**

Se entenderá por colocación de acero de refuerzo el conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, formar ganchos y colocar las varillas de acero de refuerzo utilizadas para la formación de concreto armado.

Las distancias a que deben colocarse las varillas de acero de refuerzo que se indique en los planos, serán consideradas de centro a centro, salvo que específicamente se indique otra cosa; la posición exacta, el traslape, el tamaño y la forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos.

Las varillas deberán ser colocadas y aseguradas exactamente en su lugar, por medio de soportes, separadores, etc., preferentemente metálicos o queso de concreto de manera que no sufran movimientos durante el vaciado del concreto hasta el fraguado inicial de este. Se deberá tener cuidado necesario para aprovechar de la mejor manera la longitud de las varillas de acero de refuerzo.

#### **6.4.9.10 Encofrados.**

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del concreto con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Los encofrados, generalmente contruidos de madera, deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del concreto estar sujetos rígidamente en su posición correcta y los suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

#### **6.4.9.11 Contra pisos.**

Se entiende por el contra pisos al conjunto de trabajos previos y necesarios para colocar los revestimientos o pisos en los ambientes.

El contra piso será construido luego de realizar los cimientos, sobre cimientos o zócalos, cadenas de concreto, instalaciones de desagües, instalación de agua y otras que correspondan.

Se rellenará el área de trabajo con tierra de buena calidad, compactándola convenientemente en capas de 15 cm y con humedad óptima, hasta enrasar con el nivel superior del zócalo, cadena o hasta el nivel determinado en los planos o el que indique la fiscalización.

#### **6.4.9.12 Acabados.**

Se entiende por acabados, al conjunto de acciones que deben realizarse para poner una capa de yeso, mortero de arena-cemento, cal u otro material, en paredes, tumbados, de buen aspecto.

Los acabados se realizarán con una primera capa con mortero de cemento-arena, cuya dosificación será 1:3 y con la regularidad que viene indicada en el proyecto; en caso contrario será el supervisor quien lo determine, en base a las especificaciones de morteros. Luego se colocará una segunda capa de enlucido, a modo de acabado final, consistente en una pasta de agua y cal apagada, sementina o de agua y cemento.

#### **6.4.9.13 Excavación de zanjas.**

Se entenderá como excavación en zanjas las que se realicen según el proyecto para alojarlas tuberías de líneas de conducción o las redes de distribución de agua potable, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el re plantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, colocación adecuada y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería, igualmente, las operaciones que deberá efectuar el constructor para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación, cuando se requiera.

Antes de excavar la zanja en una cuadra, deberán considerarse los diámetros de las tuberías que vayan en cada una de las interconexiones, para determinar la profundidad de dicha excavación. La profundidad de la zanja será de 1.20 m, para cualquier tipo de diámetro de tuberías. El ancho de la zanja será lo suficientemente amplio de forma que permita el libre trabajo de los obreros colocadores de tubería. El ancho mínimo de las zanjas para tuberías de agua, debe ser 0.30 m.

El fondo de la zanja se le emparejará mediante el uso de una regla de igual longitud que los tramos de tubería o de una piola extendida, de manera que los extremos de tramos contiguos queden centrados. El fondo de la zanja deberá hallarse limpio y libre

de piedras y terrones, de modo que los tubos se apoyen uniformemente sobre el suelo en toda su longitud.

#### **6.4.9.14 Instalación de conexiones domiciliarias.**

Se entenderá por instalación de conexiones domiciliarias el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el constructor para conectar mediante tuberías y piezas especiales, la tubería de la red de agua potable con la llave de paso o medidor ubicados en la línea de fábrica del usuario.

Los diámetros de las conexiones domiciliarias que quedarán definidos por el diámetro nominal de la tubería de conexión podrán ser de ½" PVC SDR 13.5

##### **6.4.9.14.1 Medidor domiciliar de agua.**

El medidor domiciliar de agua, serán de chorro múltiple de Ø1/2" de diámetro, el cuerpo será de hierro fundido y debe de cumplir con las especificaciones ASTM A-536, diseñado para agua fría y para una presión de trabajo mínima de 250 PSI.

El registro del medidor estará sellado herméticamente y su accionamiento será magnético y tendrá protección contra influencia magnética externa. Además, tendrá un filtro en la entrada, detector de fuga, calibración externa, tendrá mínima fricción sobre el rodamiento de la turbina, tendrá vidrio de alta resistencia a las ralladuras y tendrá válvula interna anti retorno, por tanto, deberá de cumplir con las normas ISO 4064 para clase B. El rango de medición de caudales será como mínimo 30.0 L/h y como máximo 3 m<sup>3</sup>/h y deberá ser igual y similar al Modelo MT-KD-P BAR METRS BERMAD.

##### **6.4.9.15 Tuberías, válvulas y accesorios.**

La calidad de todos los materiales a utilizarse en la fabricación de tuberías, válvulas y accesorios a suministrarse será la mejor y a satisfacción de la fiscalización. El proveedor garantizará la calidad de todos los elementos objeto del suministro. En todos los casos en los que se citen especificaciones publicadas por diversas instituciones, se entenderá que la calidad especificada es la mejor y la que resulta de aplicar la más exigente de esas especificaciones.

#### **6.4.9.15.1 Válvulas de aire y vacío.**

Las válvulas de aire y vacío tienen como funcionalidad expulsar el aire que se encuentra dentro de la tubería automáticamente una vez que el flujo de agua es conducido por la tubería.

Toda válvula deberá venir acompañada de su respectivo protector de válvula tipo telescópico, extensible, de hierro fundido, que permita operar la válvula instalada a profundidades de 1.0 a 1.5 m, desde la superficie, similar al modelo D-40 válvula ventosa "BARAK" A.R.I. Toda válvula deberá venir acompañada de su respectivo protector de válvula tipo telescópico, extensible, de hierro fundido, que permita operar la válvula instalada a profundidades de 1.2 a 1.5 m, desde la superficie.

#### **6.4.9.15.2 Instalación de válvulas y accesorios.**

Para instalaciones de válvulas, en lo que corresponde a excavación, cortes en la tubería y baldeo de aguas deben seguirse los pasos explicados para estos conceptos en los artículos precedentes. Antes de proceder con la instalación de las válvulas y cualquier otro accesorio, el contratista los examinará cuidadosamente. El accesorio encontrado defectuoso será separado para su correcta reparación o para su abandono.

#### **6.4.9.15.3 Prueba de presión hidrostática y de estanqueidad.**

Después de instalar el tubo y antes de rellenar la zanja el contratista someterá a prueba secciones de tubería que no excedan 300 metros, salvo que el ingeniero supervisor permita probar secciones más largas. Se requiere que todo el aire sea expulsado del tubo antes de elevar la presión de prueba a lo aquí estipulado, y con este fin el contratista suministrará e instalará llaves municipales donde el ingeniero supervisor considere necesario.

La línea deberá llenarse con agua durante un período no menor de 24 horas; y la presión de prueba se mantendrá durante no menos de una hora. Las presiones de prueba serán las siguientes: 160 PSI para tuberías PVC SDR26.

## **VII. ORGANIZACIÓN PROPUESTA.**

### **7.1 Organización para la ejecución.**

Para llevar a cabo la ejecución de este proyecto deberá realizarse procedimientos de licitación en cumplimiento a la Ley 323 Ley de Contrataciones del Estado Artículo 25. - Procedimientos de Contratación. - Las contrataciones del Estado se celebrarán mediante uno de los siguientes procedimientos:

Licitación pública: para contrataciones que superen dos millones y medio de córdobas. Esta modalidad requerirá el llamado a licitación por los medios previstos en la presente Ley y su reglamentación.

Licitación por registro: para contrataciones superiores a setecientos mil córdobas y hasta dos millones y medio de córdobas. Esta modalidad requerirá la invitación a participar por los medios previstos en la presente Ley y su reglamentación.

Licitación restringida: para contrataciones superiores a cien mil córdobas y hasta setecientos mil córdobas. Esta modalidad requerirá solicitar cotizaciones de precios y otras condiciones del suministro del bien, obra o servicio ofertado mediante invitación a concursar, por medio escrito o por correspondencia electrónica, de lo cual se deberá dejar constancia documentada, según los términos de esta Ley y su reglamentación.

Compra por cotización: para aquellas contrataciones que no superen el monto equivalente a cien mil córdobas. Las contrataciones realizadas por esta modalidad serán autorizadas por la máxima autoridad de la institución contratante conforme a la reglamentación respectiva.

Los montos establecidos en este artículo serán actualizados por acuerdo del Ministerio de Hacienda y Crédito Público cada vez que la tasa de cambio del córdoba respecto del dólar de los Estados Unidos acumule variaciones superiores al diez por ciento, a partir de la entrada en vigencia de la presente ley.

Este proyecto debido a que el costo de la ejecución el cual corresponde a dos millones setecientos sesenta y nueve mil quinientos setenta y cuatro con 70/100 (C\$ 2,

**769,574.70)** incluye gastos de administración, utilidades e impuestos, se realizaría por Licitación pública.

### **7.2 Cronograma de ejecución física**

Este proyecto será ejecutado mediante licitación por licitación pública ya que sobrepasa C\$ 2,500,000.00 y el contratista ganador de la ejecución de esta obra tendrá un tiempo de ejecución de 90 días a como se detalla en la tabla N°13.

Para la ejecución se debe contratar a un contratista que tenga en su personal mano de obra calificada, dicho personal debe estar conformado por un Ingeniero Residente titulado, un maestro de obra con la experiencia en trabajos en sistemas de agua potable, albañiles con la experiencia adecuada en tuberías de agua potable y ayudantes de la comunidad, según la obra vaya avanzando y necesitando.

**Tabla N°13: Cronograma de actividades.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	% PESADO	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN											
			MES 1				MES 2				MES 3			
			SEMANAS				SEMANAS				SEMANA			
10	Preliminares	7.57	■											
20	Línea de conducción	6.15		■	■	■	■							
30	línea o red de distribución	45.87			■	■	■	■	■	■	■	■		
40	Torre y tanque de almacenamiento	10.40			■	■	■	■	■	■				
50	Fuente u obra de tomas	12.65					■	■	■	■				
60	Planta purificadora	3.92					■	■	■	■				
70	Pozo de almacenamiento	5.01		■	■	■								
80	Caseta de control	0.93									■	■	■	
90	Bomba sumergible	3.15							■	■	■	■	■	
100	Conexiones domiciliars	4.28								■	■	■	■	
110	Limpieza final	0.05												■

Fuente: Elaboración propia

### **7.3 Organización propuesta para la operación.**

Esta parte del proyecto tiene especial aplicación en la comunidad donde se construirá un sistema de abastecimiento de agua o acueducto. La mayoría de los proyectos de agua duran poco tiempo por descuidos en la operación y mantenimiento del sistema, por desconocimiento por parte del comité de agua o poco apoyo de la población beneficiada, quienes no garantizan un financiamiento para la sostenibilidad del mismo.

Por tal razón se estableció una guía de operación y mantenimiento, la cual a continuación se describe y se le debe aplicar a este sistema.

#### **7.3.1 Manual de operación y mantenimiento.**

Los miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento deben tener los conocimientos básicos para dar mantenimiento al sistema de agua, con la finalidad que la comunidad use y aproveche la vida útil del sistema.

Es importante que los habitantes que viven en la comunidad comprendan lo fundamental de operar adecuadamente el sistema y lo significativo de realizar el mantenimiento tanto preventivo como correctivo de sus componentes.

### 7.3.2 Programa de mantenimiento.

Tabla N°14: Programa de mantenimiento.

<b>Programa de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de agua potable</b>				
<b>Programa de operación y mantenimiento</b>				
Frecuencia	Operación	Mantenimiento	Ejecutor	Actividad
<b>Captación</b>				
Cada 6 meses		X	Operador	Limpieza y desinfección de captación
<b>Línea de conducción y red de distribución</b>				
Frecuente (semanal)		X	Operador	Limpieza de la línea de la tubería e inspeccionar muros y anclajes
Frecuente (semanal)		X	Operador	Revisión de válvulas para verificar su estado y detectar posibles fugas
<b>Sistema de desinfección</b>				
Mensual		X	Operador	Revisar existencia de cloro para su respectiva operación
Diario	X		Operador	Revisar válvulas e instalación del hipoclorador para detectar posibles fugas
Mensual	X		Operador	Verificar el dosificador para determinar si esta la dosis establecida
<b>Tanque de almacenamiento</b>				
Frecuente		X	Operador auxiliar y	Limpieza y chapeo del área de influencia
Frecuente		X	Operador	Lavado del tanque para eliminar suciedad y

				sedimentos
Frecuente		X	Operador	Revisión de válvulas para determinar su estado y detectar posibles fugas
Frecuente	X		Operador	Operar válvulas de entrada y salida por lavado de tanque, reparaciones u otros
Frecuente		X	Operador	Revisar la estructura del tanque y cajas para detectar posibles daños
Cada año	X		Presidente del CAPS	Toma de muestra para análisis de la calidad de agua
Frecuente		X	Operador	Revisión de cajas de válvulas para determinar fugas

Fuente: Alcaldía Municipal de Bluefields.

### **7.3.3 Mantenimiento preventivo**

#### **7.3.3.1 Reparaciones en la captación de la fuente.**

Durante el invierno se recomienda visitar la fuente de agua una vez al mes, esto se hace para detectar desperfectos y el estado de limpieza de la misma y para corregir algún problema encontrado. Se limpiará la fuente de maleza y vegetación, tierra, piedra o cualquier otro material que dé lugar a obstrucción o represente un peligro de contaminación del agua.

El tanque de captación deberá revisarse cada dos meses, teniendo cuidado que no existan rajaduras, filtraciones y que las tapaderas de visita estén en su respectivo lugar y en buen estado. Si existiera empozamiento de agua, se deberán hacer canales de desagüe para drenar el agua y evitar contaminación.

#### **7.3.3.2 Revisión de la línea de conducción.**

Se debe observar si hay deslizamiento o hundimiento de la tierra. Ver si existen áreas húmedas anormales sobre la línea. Si es así, explorar la línea enterrada para controlar posibles fugas de agua. Se deben abrir las válvulas de limpieza para evitar los sedimentos existentes. Además, verificar el buen estado y funcionamiento del flotador, de tal manera que permita la entrada de agua.

#### **7.3.3.3 Revisión de válvulas.**

Se debe revisar el buen funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar lentamente para evitar daño a la tubería, debido a las altas presiones. Observar que no haya fuga ruptura o falta de limpieza, si existieran debe separarse o cambiarse. Esta actividad se puede hacer cada tres meses.

#### **7.3.3.4 Revisión al tanque de distribución.**

Es importante realizar inspecciones cada tres meses y observar que el tanque no tenga filtraciones. Inspeccionar que la tapa esté en buenas condiciones. Verificar que el

tanque esté limpio y con suficiente agua. Vigilar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución se encuentren en buen estado.

#### **7.3.4 Mantenimiento correctivo.**

Las acciones que se ejecuten para reparar daños en el equipo e instalaciones, ya sean estos causados por accidentes o deterioro a causa del uso.

##### **7.3.4.1 Reparación de tubería de hierro galvanizado.**

Se tomarán las siguientes acciones:

- Si en la tubería existe fuga por rotura, hay que excavar un metro a la izquierda y un metro a la derecha (si en caso estuviera enterrado);
- Luego cortar el tubo;
- Quitar el pedazo dañado;
- Hacer una rosca con la tarraja;
- Seleccionar o hacer el niple según la parte dañada;
- Ponerle una copla de dos pulgadas y una unión universal de 2 pulgadas;
- Usar pegamento o cinta teflón, copla de dos pulgadas, niple de hierro galvanizada (hg), unión universal.

##### **7.3.4.2 Reparaciones de tubería de PVC.**

Si en la tubería de PVC de media pulgada de la toma domiciliar existe fuga, hay que excavar 2 metros a la izquierda y 2 metros a la derecha, y luego hacer un niple con un traslape de 2 pulgadas y eliminar el agua de la zanja y tubería (trabajar en seco), esperar media hora para hacer circular el agua y probar las presiones en las uniones.

##### **7.3.4.3 Otras reparaciones.**

Para reparaciones complejas o más difíciles de realizar es necesario contar con fontaneros con más experiencia, por lo que se recomienda al Comité de Agua Potable y Saneamiento de ser necesario, coordinar con la municipalidad.

#### **7.3.4.4 Herramientas básicas.**

Las herramientas básicas para la operación y mantenimiento de los sistemas de agua corresponden a: palas, piochas, marcos para sierra, sierra para metales, llaves cangrejo de 18 pulgadas, llaves inglesas de 18 pulgadas, tenazas, carretillas, tarrajas, martillo.

## VIII. ESTUDIOS FINANCIEROS.

### 8.1 Costo de inversión del proyecto.

El proyecto tiene un costo de **Dos millones setecientos sesenta y nueve mil quinientos setenta y cuatro con setenta centavos (C\$ 2, 769,574.70)**, incluye gastos de administración utilidades, impuestos y factor transporte.

**Tabla N°15: Presupuesto del costo de inversión**

<b>CONSOLIDADO DE PRESUPUESTO, FORMULACION DE SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>		
No.	ACTIVIDADES	Costo total
10	PRELIMINARES	C\$ 149,061.71
20	LINEA DE CONDUCCION	C\$ 121,034.70
30	LINEA DE DISTRIBUCION	C\$ 902,663.08
40	TORRE Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO	C\$ 204,653.98
50	FUENTE Y OBRAS DE TOMAS	C\$ 249,009.20
60	PLANTA PURIFICADORA	C\$ 77,140.00
70	POZO DE ALMACENAMIENTO	C\$ 98,568.00
80	CASETA DE CONTROL	C\$ 18,220.50
90	BOMBA SUMERGIBLE	C\$ 62,000.00
100	CONECCIONES DOMICILIARES	C\$ 84,219.00
110	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	C\$ 1,127.00
	<b>a. TOTAL SIN IMPUESTO</b>	<b>C\$ 1,967,697.17</b>
	<b>b. COSTOS INDIRECTOS (8% sobre a)</b>	<b>C\$ 157,415.77</b>
	<b>c. ADMINISTRACION (5% sobre a + b)</b>	<b>C\$ 106,255.65</b>
	<b>d. UTILIDADES (7% sobre a + b + c)</b>	<b>C\$ 156,195.80</b>
	<b>e. SUB TOTAL (a + b + c + d)</b>	<b>C\$ 2,387,564.39</b>
	<b>f. IMPUESTO I.V.A. DEL(15% sobre e)</b>	<b>C\$ 358,134.66</b>
	<b>g. IMPUESTO MUNICIPAL (1% sobre e)</b>	<b>C\$ 23,875.64</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>C\$ 2,769,574.70</b>

Fuente: Elaboración propia

## 8.2 Alcances de obra del proyecto.

PROYECTO: CONSTRUCCION DE SISTEMA MABE EN LA COMUNIDAD SAN SEBASTIAN						
ALCANCES DE OBRAS DEL PROYECTO						
ITEM	ETAPAS Y SUB-ETAPA	ACTIVIDAD	U.M	CANTIDAD	PRECIO (C\$)	TOTAL (C\$)
<b>10</b>	<b>PRELIMINARES</b>					<b>C\$ 149,061.71</b>
10.1	LIMPIEZA INICIAL	LIMPIEZA INICIAL EN OBRA DE CAPTACION , PLANTA DE TRATAMIENTO Y POZO HUMEDO	M2	42.23	C\$ 23.00	C\$ 971.29
10.2	TRAZO Y NIVELACION	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS	ML	4,966.91	C\$ 25.50	C\$ 126,656.23
10.3	ROTULOS	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	1.00	C\$ 21,434.19	C\$ 21,434.19
<b>20</b>	<b>LINEA DE CONDUCCION</b>					<b>C\$ 121,034.70</b>
20.1	EXCAVACION PARA TUBERIA	EXCAVACION MANUAL EN T. NATURAL (ASUME LA COMUNIDAD)	M3	122.40	150.00	18,360.00
20.2	RELLENO Y COMPACTACION	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL (ASUME LA COMUIDAD)	M3	122.40	200.00	24,480.00
20.3	PRUEBA HIDROSTATICA	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA Diám.=HASTA 4", L= HASTA 300 m PARA PROY. A. P.	C/U	2.00	C\$ 6,000.00	C\$ 12,000.00
20.4	TUBERIA DE 1 1/2" DE DIAMETRO	TUBERIA DE PVC Diám.= 2"(SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	340.00	C\$ 55.00	C\$ 18,700.00
		CRUCE AEREO CON TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1 1/2" INCLUYE ADAPTADOR HEMBRA PVC DE 1 1/2" Y NIPLES GALV CON ROSCA DE 1 1/2"	ML	50.00	C\$ 400.00	C\$ 20,000.00
		BLOQUE DE REACCION SIN ZAPATA DE CONCRETO REFORZADO 2000psi (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA ,RELLENO Y COMPACTACION)	C/U	6.00	C\$ 2,000.00	C\$ 12,000.00
20.5	VALVULAS Y ACCESORIOS	CAJA PARA PROTECCION DE VALV DE AIRE HECHA DE CONCRETO SIMPLE CON TAPA DE CONCRETO REF # 2@0.10M DIMENSIONES = 0.50MX0.50MX 0.50M	C/U	3.00	C\$ 2,500.00	C\$ 7,500.00
		VALVULA DE AIRE MARCA BERMAND Diám.=1" (INCLUYE 1.5 ML DE TUBE PVC 1" SDR 26 Y REDUCTOR 1 1/2" A 1" PVC)	C/U	3.00	C\$ 2,664.90	C\$ 7,994.70
<b>30</b>	<b>LINEA DE DISTRIBUCION</b>					<b>C\$ 902,663.08</b>
30.1	TUBERIA DE 1.5" DE DIAMETRO:	TUBERIA PVC Diam= 1.5" SDR26 (NO INCLUYE EXCAVACION)	ML	471.30	C\$ 38.33	C\$ 18,064.93
30.2	TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO:	TUBERIA PVC Diam= 2" SDR26 (NO INCLUYE EXCAVACION)	ML	3945.25	C\$ 55.00	C\$ 216,988.75
30.3	TUBERIA DE 3" DE DIAMETRO:	TUBERIA PVC Diam= 3" SDR26 (NO INCLUYE EXCAVACION)	ML	213.36	C\$ 127.50	C\$ 27,203.40
30.4	EXCAVACION PARA TUBERIA	EXCAVACION MANUAL EN T. NATURAL (ASUME LA COMUNIDAD)	M3	1,789.16	150.00	268,374.00
30.3	RELLENO Y COMPACTACION	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL DE ZANJA (ASUME LA COMUNIDAD)	M3	1,789.16	200.00	357,832.00
30.4	PRUEBA HIDROSTATICA	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MAN.) EN TUBERIA DE PVC Diám. HASTA 4" L=HASTA 300 m PARA PROY. A.P	C/U	2.00	C\$ 6,000.00	C\$ 12,000.00
30.5	VALVULAS	VALVULA DE COMPUERTA O GAVETA DE BRONCE Diám. = 2" (INCLUYE CAJA DE PROTECCION DE CONCRETO 2500PSI	C/U	1.00	C\$ 1,500.00	C\$ 1,500.00
		VALVULA DE CIERRE RAPIDO PVC 2" PRESION	C/U	2.00	C\$ 350.00	C\$ 700.00

<b>40</b>	<b>TORRE Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>					<b>C\$</b>	<b>204,653.98</b>
40.1	TRAZO Y NIVELACION	TRAZO Y NIVELACION PARA TORRE DE CONCRETO 3000PSI P/ T-K DE ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE	ML	12	C\$	25.50	C\$ 306.00
40.2	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TK DE ALM.	EXCAVACION PARA ZAPATAS DE CONCRETO DE 3000 PSI 1.00MX100M.1.00MX1.00M	M3	8.00	C\$	260.00	C\$ 2,080.00
		MEJORAMIENTO DE 0.50M DE SUELO CEMENTO AL 1:10 EN EXCAVACION DE ZAPATAS	M3	2	C\$	1,800.00	C\$ 3,600.00
40.3	OBRAS GRISIS	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO 3000PSI (ZAPATAS VIGAS,COLUMNAS Y LOSA)	M3	4.60	C\$	15,564.81	C\$ 71,598.13
		REPELLO Y FINO CORRIENTE DE TORRE DE CONCRETO	M2	28.00	C\$	204.00	C\$ 5,712.00
40.4	FORMALETA	MADERA PARA FORMALETA DE TORRE DE CONCRETO	M2	28.00	C\$	552.00	C\$ 15,456.00
40.5	TUBO GALVANIZADO 1 1/2"	BARANDALES DE TUBO GALV 1 1/2" PARA PROTECCION DEL TANQUE PLASTICO CAPACIDAD 10,000 LTS	ML	20.00	C\$	240.00	C\$ 4,800.00
40.6	T-K ALMACENAMIENTO	TANQUE PLASTICO PARA AGUA POTABLE MARCA DURMAN TRICA,SOBRE TORRE H= 2.00m Cap. 10000 lts 10 m3 P/A/POTABLE	C/U	1.00	C\$	80,000.00	C\$ 80,000.00
40.7	CERCAS PERIMETRALES Y PORTON	CERCO (A) ALAMBRE DE PUAS CAL. 13. 7 C/ POSTES DE MADERA DURA 0.15MX0.15M @ 2.00M CON DADO DE CONCRETO DE 0.25MX0.25MX0.60 2500 PSI.	ML	28.00	C\$	450.00	C\$ 12,600.00
		PORTON DE MARCO DE TUBO DE Ho. Go. DE 1 1/4" CON FORRO DE MALLA CICLON 6' CAL # 13 CON PINTURA ANTICORR (INCLUYE CANDADO DE 75mm MARCA YALE Y PASADORES DE SEGURIDAD VER PLANOS)	M2	4.00	C\$	2,125.46	C\$ 8,501.86
<b>50</b>	<b>FUENTE Y OBRA DE TOMAS</b>					<b>C\$</b>	<b>249,009.20</b>
50.1	OBRAS DE CAPTACION	TRAZO Y NIVELACION PARA OBRA DE CAPTACION Y POZO HUMEDO	M2	32.00	C\$	25.00	C\$ 800.00
50.2	MOVIMIENTO DE TIERRA	EXCAVACION MANUAL EN T. MATERIAL MIXTO (ARCILLAS, LIMOS Y BOLONES Dimensiones= 1.60m profundidad x 3.54mx3.00m= 17 m3	M3	17.00	C\$	260.00	C\$ 4,420.00
50.3	MEJORAMIENTO DE SUELO	MEJORAMIENTO DE SUELO DE FORMA MANUAL CON PIEDRA BOLON ROJA Ø 6" A 10" Y MATERIAL SELECTO (INCLUYE ACARREO DE METRIAL AL SITIO)	M3	6.50	C\$	2,500.00	C\$ 16,250.00
50.4	OBRAS GRISIS	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO 4000 PSI	M3	2.20	C\$	15,967.88	C\$ 35,129.34
		CONCRETO CICLOPEO 4000 PSI AL 70% DE MORTERO Y EL 30% DE PIEDRA BOLON DIAMETRO = 6" PARA ALETONES DE CAPTACION	M3	20	C\$	5,243.20	C\$ 104,864.00
		FORMALETA	M2	25.00	C\$	533.00	C\$ 13,325.00
		REPELLO Y FINO CORRIENTE	M2	25.00	C\$	204.00	C\$ 5,100.00
50.5	TUBERIA, VALVULAS Y ACCESORIOS	BALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE	C/U	3.00	C\$	95.00	C\$ 285.00
		TUBO HG 2"	ML	8.96	C\$	491.53	C\$ 4,404.11
		CODO DE 45 GRADOS DE HG DE 4"	C/U	2.00	C\$	117.00	C\$ 234.00
		VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 4" (INCL. BLOQUE DE REACCION)	C/U	4.00	C\$	7,702.13	C\$ 30,808.52
		VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám. = 4"	C/U	1.00	C\$	1,828.82	C\$ 1,828.82
		TEEE PVC DE 4"	C/U	1.00	C\$	130.00	C\$ 130.00
		50.6	POZO DE SUCCION	POZO HUMEDO DE CONCRETO MONOLITICO DE 4000 PSI REF #4 @ 0.15M A/D. DE 0.48 m x 1.40 m, H= 1.26 m (INCLUYE EXCAVACION,FORMALETA,REPELLO TIPO PIZARRA PARTE INTERNA,EXTERNA Y TUBO DE ROBOSE 2" PVC	C/U	1.00	C\$

<b>60</b>	<b>PLANTA PURIFICADORA</b>						<b>C\$</b>	<b>77,140.00</b>	
60.1	FILTRO DE FLUJO LENTO	PLANTA DE TRATAMIENTO DE FLUJO ASCENDENTE DE CONCRETO 4000PSI REF#4@ 0.15 A/D INCLUYE ACCESORIOS VALVULAS Y TUBO Ø 4" PVC SDR 26, MATERIAL FILTRANTE Y TAPA DE CONCRETO REF# 4 @ 0.15 A/D 4000 PSI (INCLUYE TRAZO Y NIVELACION, EXCAVACION Y FORMALETA) VER PLANOS REPELLO FINO PARTE INTERNA Y EXTERNA DE PLANTA DE TRATAMIENTO	C/U	1.00	C\$	70,000.00	C\$	70,000.00	
			M2	35.00	C\$	204.00	C\$	7,140.00	
<b>70</b>	<b>POZO DE ALMACENAMIENTO</b>						<b>C\$</b>	<b>98,568.00</b>	
70.1	POZO DE ALMACENAMIENTO	POZO DE ALMACENAMIENTO DE CONCRETO DE 4000PSI REF #4@ 0.15 A/D INC. TAPA DE CONCRETO DE 4000PSI REF#4@ 0.15 (INCLUYE TRAZO Y NIVELACION, EXCAVACION Y FORMALETA) VER PLANOS REPELLO FINO PARTE INTERNA Y EXTERNA	C/U	1.00	C\$	90,000.00	C\$	90,000.00	
			M2	42.00	C\$	204.00	C\$	8,568.00	
<b>80</b>	<b>CASETA DE CONTROL</b>						<b>C\$</b>	<b>18,220.50</b>	
80.1	CASETA DE CONTROL	CASETA DE CONTROL DE MADERA ROJA( CEDRO, NANCITON O SIMILARES) DE H 2.70MTS X A 3.10MTS SITUADA SOBRE EL POZO DE ALMACENAMIENTO (INCLUYE TRAZO Y NIVELACION, ZINC PARA TECHO CAL 26 ESTANDAR Y PUECTA DE MADERA)	C/U	1.00	C\$	18,220.50	C\$	18,220.50	
<b>90</b>	<b>BOMBA SUMERGIBLE</b>						<b>C\$</b>	<b>62,000.00</b>	
90.1	EQUIPO DE BOMBEO	MOTOR SUMERGIBLE MODELO ST 15-7 S/M, MARCA DWS CONSTRUCCION IMPULSORES DIFUSORES TERMOPLASTICO REFORZADO CON NORYL, DESCARGUE EN 1- 1/4 CAPACIDAD 20 GPM @ 40MTS CST 1.5HP(INCLUYE MOTOR SUMERGIBLE 1.5HP/1.5HP/230V, CAJA DE ARRANQUE 1.5 HP 230V, ARRANCADOR TE LE1D25U7 25 AMP 240 VAC, RELE TE LRD 16 D/SOBRECARG 9-13 AMP , CALBLE PROTODURO 3X12 PARA INPERPERIE 600 ML, CAJA MONOFASICA C.H DE 2 ESPACIOS CON BREAKER 15 AMP, TUBERIA CONDUIT PARA PROTECCION DE CABLE PROTODURO DEL TANQUE HACIA POZO HUMEDO, CLORADOR DE LINEA PARA PASTILLA DE HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%, CABLE PARA ACOMETIDA DE ALIMENTACION AL SISTEMA 223VOLT 150ML)	C/U	1.00	C\$	62,000.00	C\$	62,000.00	
<b>100</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>						<b>C\$</b>	<b>84,219.00</b>	
100.1	EQUIPO PARA CONECCIONES	TUBERIA PVC DE 1/2" SDR26 (SIN EXCAVACION)	ML	265.00	C\$	15.00	C\$	3,975.00	
100.2		MEDIDOR DOMICILIAR DIAM:1/2" PARA AGUA POTABLE	C/U	54.00	C\$	750.00	C\$	40,500.00	
100.3		CAJA PLASTICA PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE USO DOMICILIAR	C/U	54.00	C\$	280.00	C\$	15,120.00	
100.4		LLAVE DE CHORRO DE BRONCE DE 1/2" PARA AGUA POTABLE INCLUYE PEDESTAL DE COMCRETO SIMPLE	C/U	54.00	C\$	130.00	C\$	7,020.00	
100.5		CONEXIONES DOMICILIARES CON SILLETA DE PVC DE 2"X1/2"PARA AGUA POTABLE	C/U	54.00	C\$	240.00	C\$	12,960.00	
100.6		VALVULA O LLAVE DE PASE PVC DE 1/2"	C/U	54.00	C\$	86.00	C\$	4,644.00	
<b>110</b>	<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>						<b>C\$</b>	<b>1,127.00</b>	
110.1	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA DEL PROYECTO	M2	49.00	C\$	23.00	C\$	1,127.00	
<b>A</b>	<b>TOTAL DE COSTO DIRECTO</b>							<b>C\$</b>	<b>1967,697.17</b>
<b>B</b>	<b>Total costo indirecto (8% sobre A)</b>							<b>C\$</b>	<b>157,415.77</b>
<b>C</b>	<b>Administración (5% sobre A+B)</b>							<b>C\$</b>	<b>106,255.65</b>
<b>D</b>	<b>Utilidades (7% sobre A+B+C)</b>							<b>C\$</b>	<b>156,195.80</b>
<b>E</b>	<b>SUB-TOTAL (A+B+C+D)</b>							<b>C\$</b>	<b>2387,564.39</b>
<b>F</b>	<b>I.V.A (15% sobre E)</b>							<b>C\$</b>	<b>358,134.66</b>
<b>G</b>	<b>Impuesto municipal (1% sobre E)</b>							<b>C\$</b>	<b>23,875.64</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO (E+F+G)</b>							<b>C\$</b>	<b>2769,574.70</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de los costos unitarios, primeramente, se tuvieron las cantidades de materiales a utilizar mediante el take off, luego se cotizo el material con costos de Managua, posteriormente se aplicó un factor de transporte que lo establece el FISE el cual es de 15% sobre el costo total de materiales según el “Manual #2 de pre inversión 2017” y por último se le sumó la mano de obra según las tablas de rendimiento por persona y actividad según el FISE para sacar el consolidado o alcances de obra total.

En las actividades a las que no se amerita compra de materiales no se le incluye factor de transporte solo mano de obra, como, por ejemplo, limpieza inicial y final, trazo y nivelación, excavaciones etc.

Una vez teniendo el total de costo por actividad se suma cada una de estas actividades para obtener el total de costo directo, como este proyecto será dado a licitación le sumamos el total de costos indirectos, costos de administración, utilidades, I.V.A e impuesto municipal (ver acápite 8.2)

El aporte comunitario se refiere a toda la actividad comprendida en la excavación de la línea de conducción y red de distribución la cual suma un total de 4969.911 metros lineales de excavación esto multiplicado por 1.20 metros de profundidad por 0.30 metros de ancho de la zanja dan un volumen total de 1789.1679 m<sup>3</sup> multiplicado por C\$ 150.00 córdobas el m<sup>3</sup> de excavación, según tabla de costos primarios del FISE suman un total de **C\$ 268,375.19** como aporte comunitario solamente en excavación.

**Tabla N°16: Aporte comunitario.**

<b>Metros lineales de excavación.</b>	<b>Profundidad m</b>	<b>Ancho m</b>	<b>Volumen total</b>	<b>Costo por m<sup>3</sup></b>	<b>Total costo</b>
4969.911	1.2	0.3	1789.168	C\$ 150.00	C\$ 268,375.19

Fuente: Elaboración propia.

### **8.3 Costo de operación y mantenimiento.**

Para calcular los costos de operación y mantenimiento de este sistema de agua potable se hará uso de la guía para el cálculo y fijación de tarifas en pequeños sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario emitida por el INAA, la cual tiene por objetivo establecer el método, los criterios y fórmulas para el cálculo y fijación de tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario para pequeños sistemas en el ámbito urbano y rural, operados y administrados por personas jurídicas y otras formas de organización social.

Esta guía fue elaborada tomando en consideración las disposiciones establecidas en las leyes, reglamentos e instrumentos regulatorios siguientes:

- Ley general de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario (Ley N° 297).
- Reglamento de la ley general de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario (Decreto 52-98).
- Ley de reforma a la ley orgánica del instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados (Ley N° 275).
- Ley general de aguas nacionales (Ley N° 620).
- Ley especial de Comités de Agua Potable y Saneamiento – CAPS (Ley No. 722).
- Reglamento de la ley especial de los Comités de Agua Potable y Saneamiento CAPS (Decreto No. 50-2010).
- Norma técnica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural NTON 09001—99
- Guía técnica para saneamiento básico rural NTON 09002—99.
- Manual de operación y mantenimiento de sistemas de suministro de agua en el medio rural.
- Guía para la organización y administración de acueductos rurales.
- Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario.
- Cualquier otra norma aplicable en casos particulares.

### 8.3.1 Tarifa o canon mensual.

Se estableció la cantidad de ingresos que, sumados con otros, permitan al comité local responsable de la actividad, cumplir eficientemente las labores de suministro del servicio, al mismo tiempo que protegen sus inversiones de capital y se preparen para atender la demanda futura derivada del crecimiento de la población.

El cálculo de la tarifa va paralelo a la política de servicio que define el grado de autonomía a alcanzar con el financiamiento del proyecto y la forma de cómo se promoverá la contribución positiva de la comunidad como respuesta al beneficio que reciban, y de la cual dependerá que los suscriptores acepten con agrado o rechacen las tarifas establecidas.

La tarifa o canon mensual a considerar es de C\$. 30.00

### 8.3.2 Costos de operación y mantenimiento de agua potable.

**Tabla N°17: Costos de operación y mantenimiento.**

Descripción	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Promedio
Productos químicos	C\$ 15,120.00	C\$ 15,876.00	C\$ 16,632.00	C\$ 17,388.00	C\$ 18,144.00	C\$ 18,900.00	C\$ 17,010.00
Salarios y prestaciones sociales	C\$ 69,840.00	C\$ 69,840.00	C\$ 69,840.00	C\$ 69,840.00	C\$ 69,840.00	C\$ 69,840.00	C\$ 69,840.00
Análisis de calidad del agua	C\$ 9,509.00	C\$ 9,509.00	C\$ 9,509.00	C\$ 9,509.00	C\$ 9,509.00	C\$ 9,509.00	C\$ 9,509.00
Gastos de administración C\$	C\$ 4,125.00	C\$ 5,485.00	C\$ 5,745.00	C\$ 6,005.00	C\$ 6,265.00	C\$ 6,425.00	C\$ 5,608.33
<b>Total C\$</b>	<b>C\$ 98,594.00</b>	<b>C\$ 100,710.00</b>	<b>C\$ 101,726.00</b>	<b>C\$ 102,742.00</b>	<b>C\$ 103,758.00</b>	<b>C\$ 104,680.00</b>	<b>C\$ 102,035.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N°18: Salarios y prestaciones sociales.**

Número de empleados	Cargo	Salario mensual C\$	Salario Anual C\$	Aguinaldo C\$	Vacaciones C\$	INATEC anual C\$ (2% salario mensual)	Seguro Social Patronal anual C\$ 16% (salario mensual)	Total Anual C\$
1.00	Operador, Fontanero / Lector y Colector	C\$ 4,500.00	C\$ 54,000.00	C\$ 4,500.00	C\$4,500.00	C\$ 1080.00	C\$ 10,260.00	<b>C\$ 69,840.00</b>
1.00	Total C\$	C\$ 4,500.00	C\$ 540,000.00	C\$ 4,500.00	C\$ 4,500.00	C\$ 1080.00	C\$ 10,260.00	<b>C\$ 69,840.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°19: Costos químicos**

Año	Cant. lbs de cloro en pastilla	Precio por cada libra 5%	Total en C\$ por año
2018	336	C\$ 45.00	C\$ 15,120.00
2019	336	C\$ 47.25	C\$ 15,876.00
2020	336	C\$ 49.50	C\$ 16,632.00
2021	336	C\$ 51.75	C\$ 17,388.00
2022	336	C\$ 54.00	C\$ 18,144.00
2023	336	C\$ 56.25	C\$ 18,900.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°20: Gastos de administración y comerciales.**

Descripción	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Promedio
Papelería y útiles de oficina 5%	C\$ 1,100	C\$ 1,155	C\$ 1,210	C\$ 1,265	C\$ 1,320	C\$ 1,375	C\$ 1,238
Servicios de telecomunicaciones 5%	C\$ 525.00	C\$ 550.00	C\$ 575.00	C\$ 600.00	C\$ 625.00	C\$ 650.00	C\$ 587.50
Viáticos 5%	C\$ 1,500.00	C\$ 1,575.00	C\$ 1,650.00	C\$ 1,725.00	C\$ 1,800.00	C\$ 1,875.00	C\$ 1,437.50
Útiles de limpieza 5%	C\$ 600.00	C\$ 630.00	C\$ 660.00	C\$ 690.00	C\$ 720.00	C\$ 750.00	C\$ 675.00
Gastos de gestión comercial 5%	C\$ 1,000.00	C\$ 1,050.00	C\$ 1,100.00	C\$ 1,150.00	C\$ 1,200.00	C\$ 1,250.00	C\$ 1,125.00
Gastos reuniones y asambleas 5%	C\$ 500.00	C\$ 525.00	C\$ 550.00	C\$ 575.00	C\$ 600.00	C\$ 625.00	C\$ 545.83
<b>Total C\$</b>	<b>C\$ 4,125.00</b>	<b>C\$ 5,485.00</b>	<b>C\$ 5,745.00</b>	<b>C\$ 6,005.00</b>	<b>C\$ 6,265.00</b>	<b>C\$ 6,425.00</b>	<b>C\$ 5,608.33</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 8.3.3 Ingresos directos

**Tabla N°21: Detalle de ingresos.**

DETALLE DE INGRESOS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	P.VENTAS	INGRESO MENSUAL	INGRESO ANUAL
Consumo de agua por mes	3,355.2 m3	C\$ 30.00	C\$ 8,388.00	C\$ 100,656.00

Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración de esta tabla se adopta la cantidad de 9.32 m<sup>3</sup> de consumo por día el cual fue el resultado de la tabla de proyección esto se multiplica por 30 días del mes para obtener la cantidad de consumo por mes, el resultado se multiplica por la cantidad de cobro por m<sup>3</sup> de agua y se obtienen los ingresos mensuales y este resultado se multiplica por 12 meses del año para obtener lo ingresos mensuales.

### **8.3.4 Estructura de la tarifa.**

Los proyectos de agua se consideran dentro de las políticas de gobierno y de acuerdo al interés social, por lo cual los costos de inversión son patrocinados por donaciones de organismos internacionales, préstamos de interés blando realizados por el gobierno o con fondos propios gubernamentales o municipales, sin imponer a los beneficiarios la amortización de estos fondos.

Por lo cual, se considera en la estructura de la tarifa, que solo los costos de administración, operación y mantenimiento son los que se deben considerar para permitir la sostenibilidad del proyecto.

A continuación, se presenta la formula según la guía para el cálculo y fijación de tarifas del INAA para mini acueductos por bombeo eléctrico:

#### **Fórmula para el cálculo de la tarifa de agua por vivienda.**

La fórmula que a continuación se presenta es una fórmula que utilizan todos los departamentos de agua y saneamiento a nivel nacional para obtener la tarifa mensual que se debe pagar por m<sup>3</sup> por vivienda en una comunidad rural, dicha información se puede obtener en el departamento de UMAS de cada alcaldía a nivel nacional.

#### **Formula N°9: Costo total anual.**

$$CP = \frac{OMA + RAF}{V}$$

CP= costo total anual.

OMA= Salario+ EE+ productos químicos + costo de mantenimiento + costos administrativos.

RAF= Reposición de activos fijos.

V= Producción en m<sup>3</sup>.

Aplicando la fórmula:

$$CP = \frac{102,035.00+2,769,574.70}{100,656.00} = 28.52 \text{ Córdoba.}$$

Al aplicar esta fórmula logramos obtener que la tarifa a pagar por m<sup>3</sup> de la comunidad de San Sebastián es de C\$ 28.52 (veintiocho córdobas con 52/100)

## **IX. ANALISIS DE ALTERNATIVA DE SOLUCION**

### **9.1 Análisis de alternativas.**

#### **9.1.1 Mini acueducto por bombeo eléctrico.**

Es un sistema de abastecimiento de agua por bombeo eléctrico. Este sistema consiste en elevar el agua a una altura adecuada al tanque de almacenamiento que permita distribuir por gravedad el agua a la comunidad. Sin embargo, necesitan de energía eléctrica para conducir el agua desde la captación hasta el usuario. Los sistemas de abastecimiento de agua por bombeo pueden ser de dos tipos: con bomba eléctrica o con motor de gasolina o diésel.

Las ventajas principales de esta configuración son:

- Se puede impulsar el agua hasta el nivel donde se pueda dar el servicio a la localidad.
- Fácil manejo.
- Fácil diseño del sistema.
- El flujo de agua es constante una vez que el tanque necesita agua.

Según las Normas para Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural en el 5.3.3 Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE): ésta opción será considerada solo en los casos en que exista:

- (1) Disponibilidad de fuente de abastecimiento;
- (2) Disponibilidad de energía eléctrica
- (3) Capacidad de pago de la comunidad.

Si no se puede aplicar ésta opción se procurará adoptar cualquiera de los otros tipos de sistemas.

#### **9.1.2 Mini acueducto por gravedad.**

Consiste en un proyecto de agua potable por gravedad. Son los sistemas de abastecimiento de agua, en la que ésta cae por su propio peso, desde una fuente elevada hasta los consumidores situados más abajo. La energía utilizada para el desplazamiento es la energía potencial que tiene el agua en virtud de su altura.

Los sistemas de este tipo funcionan por la gravedad, el agua fluye por gravedad desde la captación al tanque y a la red de distribución, requiriendo solamente del control de válvulas para realizar un buen servicio de agua a la comunidad.

Las ventajas principales de esta configuración son:

- No necesita energía eléctrica o gastos de bombeo
- El mantenimiento es mínimo porque apenas tienen partes móviles
- La presión del sistema se controla con mayor facilidad
- Permiten la distribución de una cantidad de agua por persona a un costo accesible para las comunidades.

### **9.2 Selección y optimización.**

Analizando las alternativas, se determinó que la más viable y factible es Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico. Esta alternativa en la comunidad presenta ventaja de:

- Existe una fuente de agua.
- Las fuentes producen en la época seca un caudal que cubre la demanda actual y futura de la población.
- En cuanto a la operación y mantenimiento es adecuado para su sostenimiento en la vida útil del proyecto.

Además, en la comunidad de San Sebastián no hay una altura topográfica suficiente en el lugar donde se encuentra la fuente de agua por eso no es posible utilizar el sistema por gravedad, ya que la fuente de captación debe de estar a una altura mayor que la población a la que se abastecerá de agua.

## **X. IMPACTO ECONOMICO Y SOCIAL DEL PROYECTO.**

### **10.1 Análisis de impacto.**

Este proyecto impactará positivamente en la comunidad de San Sebastián debido que brindará a los habitantes agua potable y segura permitiendo acceder a ella con facilidad satisfaciendo las necesidades de supervivencia y de salud.

Un sistema de distribución de agua potable se proyecta para suministrar un volumen suficiente a una presión adecuada y con una calidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores. Este sistema capta el agua de una fuente que reúne condiciones aceptables, realiza un tratamiento previo para luego conducirla, almacenarla y distribuirla a la comunidad.

El proyecto en operación reducirá enfermedades de origen hídrico, elevando el índice de vida, además de reducir gastos económicos de la población en medicamentos y traslados de enfermos a la ciudad de Bluefields.

También contribuirá en el crecimiento económico de la población generando empleos directos e indirectos, e incluso la posibilidad de crearse microempresas organizadas para la reparación de sistemas de tuberías.

Los intercambios monetarios propician mejorar los bienes, los servicios, los impuestos para el gobierno y la municipalidad todo ello representa un agregado en bienestar social.

## **XI. INDICADORES DE EVALUACION DEL PROYECTO.**

### **11.1 Sostenibilidad del proyecto.**

La sostenibilidad del proyecto está en función de las capacidades de organización para el cuidado de la infraestructura, por ello en la comunidad se realiza el análisis objetivo garantizar la capacidad de cubrir los costos de operación y mantenimiento que se generan a lo largo de su vida útil.

### **11.2 Sostenibilidad técnica.**

La comunidad a través del Comité de Agua Potable se capacitará para garantizar la supervisión social en la ejecución y la operación y mantenimiento del proyecto, cabe mencionar que una vez terminado el proyecto el Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) estará obligado a velar por la sostenibilidad del proyecto y para ello tendrán el manual de operación y mantenimiento de la Alcaldía Municipal de Bluefields (ver tabla nº14 y el acápite 7.3.3), así como un trabajador que estará capacitado para reparar y dar mantenimiento a todo el sistema y para esto el comité de dispondrá con los recursos económicos de la tarifa o canon mensual que se recolectara en la comunidad, además de esto podrán hacer coordinaciones con la Alcaldía Municipal para obtener un mejor asesoramiento técnico.

La etapa de inversión, la municipalidad cuenta con los recursos del Ministerio de Hacienda y Crédito Público y el Plan de Inversión Municipal donde está priorizada esta inversión de la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico MABE en la comunidad de San Sebastián.

Para ello se realiza licitación para la selección de contratistas que pueda realizar la ejecución de las obras. La supervisión se realiza con el personal técnico de la Unidad de Agua y Saneamiento de la Municipalidad y con la Unidad Técnica Municipal los cuales tienen el personal adecuado y con la experiencia en este tipo de obras.

### **11.3 Análisis ambiental del proyecto.**

El análisis ambiental, cumple la función de garantizar la incorporación de todos los estándares ambientales nacionales aplicables al ámbito de la infraestructura social y a otros tipos de proyectos de interés público o municipal.

El Decreto 76-2006 establece 3 categorías ambientales que rigen el Sistema de Evaluación Ambiental en el país, de acuerdo a las incidencias que tienen los proyectos. Es importante tomar en consideración que los proyectos de Agua y Saneamiento Rural, no están dentro de las 3 categorías ambientales que establece el Decreto, por consiguiente y debido a que son proyectos de Bajo Impacto Ambiental Potencial, no requieren de Estudio de Impacto Ambiental, ni de Autorización Ambiental del MARENA.

### **11.3.1 Clasificación ambiental.**

La clasificación ambiental de los proyectos es un instrumento de Gestión Ambiental que permite identificar las acciones a seguir según las incidencias que éstos pudieran tener en el medio ambiente. Los proyectos de Agua & Saneamiento la mayor parte se aglutinan en la categoría IV del Cuadro de Clasificación Ambiental según decreto 76-2006, y de la lista de proyectos contemplados en el SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública)

La Categoría IV establece que "Agrupa algunos tipos de proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su incidencia ambiental deberían llevar durante su ciclo de vida un conjunto de instrumentos ambientales que incluyen: evaluación del emplazamiento, análisis ambiental, evaluación ambiental, seguimiento y monitoreo".

### **11.3.2 Conservación y protección de la fuente.**

Para la conservación y protección de la fuente tendrán que realizarse planes de manejo de micro cuencas, para lo cual podría pedir ayuda o asistencia técnica el comité de agua potable y saneamiento de la comunidad de San Sebastián a la municipalidad u otras entidades que tiene que ver con el tema ambiental como podría ser MARENA Y SERENA, al igual que se tendrá que protegerse el sitio en donde se ubica la obra de captación por lo menos una manzana cuadrada según lo establece el Decreto 76-2006 sistema de evaluación ambiental.

También el Comité de Agua Potable y Saneamiento de la comunidad podrían hacer acuerdos con el área de Control Forestal de la Alcaldía Municipal de Bluefields para que estos los puedan asistir para ejecutar programas de reforestación en conjunto con los habitantes de la comunidad de San Sebastián.

Cabe recalcar que la acción primordial para la conservación de esta fuente es la protección de la misma, más que cualquier otra cosa, esto evitara la entrada de animales al sitio delimitado de la fuente, evitando así contaminación y degradación del suelo

- Reforestar con plantas propias del lugar autóctonas o dejar que se establezca una reforestación por regeneración misma.
- Evitar el despale o tala de los árboles en el sitio al igual que la quema de monte.
- Impedir que el ganado se meta a donde sale el agua de la fuente porque puede ensuciarla con estiércol.
- Se debe construir un estanque especial para que el ganado beba.
- Es muy importante que nunca se ensucie el agua con restos de gasolina, petróleo y diésel, solventes, pinturas, barnices, grasas, medicinas o restos de curaciones ya que estos químicos son altamente tóxicos y persistentes.
- Darle mantenimiento por lo menos cuatro veces al año, sacando la basura inorgánica, abriendo cauce al agua para que corra y no se quede encharcada y se descomponga.

### **11.3.3 Evaluación del emplazamiento.**

La evaluación in situ permite valorar las características generales del sitio propuesto para ubicar el proyecto y evitar o prevenir potenciales riesgos e impactos ambientales que atentan contra la sostenibilidad, adaptabilidad y funcionalidad de su infraestructura, tales como:

1. Peligrosidad del sitio debido a factores naturales o antrópicos que pueden dañar el proyecto.

2. Evitar efectos ambientales negativos del proyecto.
3. Valorar e identificar aspectos legales, técnicos y normativos del proyecto que entren en contradicción con el marco jurídico.
4. Evitar efectos sociales indeseables generados por el proyecto.
5. Buscar la máxima adaptabilidad entre el sitio y el tipo de proyecto.

#### **11.3.4 Resultados de la evaluación del emplazamiento.**

La evaluación del emplazamiento se encuentra dentro de los criterios de elegibilidad de los proyectos del SNIP y este procedimiento se debe aplicar para los proyectos contemplados en la categoría ambiental IV, tanto para nuevas construcciones, como reemplazos y ampliaciones, cuando éstas últimas conlleven a inversiones cuyo alcance físico sobrepase el 50% del volumen de la infraestructura que se va a ampliar.

Se excluyen de este proceso aquellos proyectos que clasifican desde el punto de vista ambiental en la categoría I, II, III y V, las reparaciones y conservaciones y excepcionalmente proyectos extremadamente pequeños que no ameritan el procedimiento de evaluación del emplazamiento.

La evaluación del emplazamiento es un instrumento que se utiliza en la fase de pre factibilidad del proyecto y permite advertir oportunamente a la población, a las autoridades municipales y a otros actores institucionales, el grado de peligro del sitio ante desastres, los efectos ambientales adversos y/o efectos sociales indeseables que pudieran generarse debido a la decisión de ubicación del proyecto.

NOMBR DEL PROYECTO

SISTEMA DE AGUA POTABLE

TIPO DE PROYECTO AGUA POTABLE

ALCANCE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO

COMPONENTE A CONSIDERAR CAPTACION, TRATAMIENTO, TANQUE DE ALMACENAMIENTO, LINEA DE CONDUCCION Y RED DISTRIBUCION

DEPARTAMENTO RACCS MUNICIPIO BLUEFIELDS

COMARCA SAN SEBASTIAN COMUNIDAD SAN SEBASTIAN

VARIABLES	PARA USO DEL FORMULADOR							PARA USO DEL EVALUADOR						
	N.A.	E	P	E	P	E	P	N.A.	E	P	E	P	E	P
	0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1
ORIENTACION	X													
REGIMEN DE VIENTO	X													
PRECIPITACION	X													
RUIDOS	X													
CALIDAD DEL AIRE	X													
SISMICIDAD						X								
EROSION						X								
USOS DE SUELO						X								
FORMACION GEOLOGICA						X								
DESLIZAMIENTOS						X								
VULCANISMO						X								
RANGOS DE PENDIENTES						X								
CALIDAD DEL SUELO						X								
SUELOS AGRICOLAS						X								
HIDROLOGIA SUPERFICIAL						X								
HIDROGEOLOGIA						X								
MAR Y LAGOS						X								
AREAS PROTEGIDAS O ALTA SENSIBILIDAD	X													
CALADO Y FONDO	X													
ESPECIES NATIVAS	X													
SEDIMENTACION						X								

RADIO DE COBERTURA				X									
ACCESIBILIDAD	X												
CONSIDERACIONES URBANISTICAS	X												
ACCESO A LOS SERVICIOS	X												
DESECHOS SÓLIDOS				X									
LINEAS ALTA TENSION	X												
PELIGRO DE INCENDIOS	X												
INCOMPATIBILIDAD DE INFRAESTRUTURAS				X									
FUENTES DE CONTAMINACION				X									
CONFLICTOS TERRITORIALES				X									
MARCO LEGAL				X									
SEGURIDAD CIUDADANA	X												
PARTICIPACION CIUDADANA				X									
PLAN INVERSION MUNICIPAL Y SOSTENIBILID.				X									
<b>FRECUENCIAS (F)</b>	<b>(Σ):</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	<b>(Σ):</b>								
<b>ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPxF)</b>	<b>63</b>	<b>0</b>		<b>63</b>									
<b>PESO x FRECUENCIA (PxF)</b>	<b>21</b>	<b>0</b>		<b>21</b>									
<b>VALOR TOTAL (ExPxF / PxF)</b>	<b>3.00</b>												
<b>RANGOS</b>	<b>1 – 1.5</b>	<b>1.6 – 2.0</b>	<b>2.1 – 2.5</b>	<b>2.6-3.0</b>	<b>1 – 1.5</b>	<b>1.6 – 2.0</b>	<b>2.1 – 2.5</b>	<b>2.6 – 3.0</b>					

Fuente de elaboración propia

El valor de 3.00 significa que el sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto. Esta alternativa es el sitio elegible para el desarrollo de la inversión por no presentar calificación alta de escala en las siguientes variables: sismicidad, deslizamientos, vulcanismo, mar y lagos, fuentes de contaminación y marco legal.

## **XII. BIBLIOGRAFIA.**

- Castillo Sanchez, A., & Paiba Castillo, L. (2016). Sistema de abastecimiento de agua potable, miniacueducto por gravedad, para la comunidad de Torsuany del municipio de Bluefields, Region Autonoma de la Costa Caribe Sur. Bluefields.
- Civilgeeks.com. (03 de marzo de 2017). Civilgeeks.com (Ingeniería y Construcción). Obtenido de <https://civilgeeks.com/2010/09/23/informacion-basica-para-proyecto-de-agua-potable/>
- Comite ACI 318. (20 de Enero de 2017). Requisitos de Reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05) y comentario (ACI 318SR-05). Obtenido de [https://www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI\\_318-05\\_Espanhol.pdf](https://www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_318-05_Espanhol.pdf)
- ENACAL. (1999). Norma Tecnica para el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural. NTON 09001-99. Managua.
- ENACAL. (2008). Normas y procedimientos tecnicos para la implentacion de proyectos de agua potable y saneamiento en el sector rural disperso de Nicaragua. Managua, Nicaragua.
- ENACAL; FISE. (2008). Manual de operacion y mantenimiento de sistema de agua potable. Managua.
- España, G. d. (12 de Febrero de 2017). Ministerio de asuntos exteriores y de cooperación. Obtenido de <http://www.aecid.es/ES/FCAS/>
- Gobierno de Nicaragua. (31 de Enero de 2018). PRO NICARAGUA. Obtenido de <http://pronicaragua.gob.ni/es/descubre-nicaragua/139-poblacion/>
- Gobierno de Nicaragua. (24 de Marzo de 2016). Instituto Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados. Obtenido de <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/6.NORMAS%20RURALES.pdf/view>
- MAGAS. (2014). Marco de gestion ambiental y social del proyecto de sostenibilidad del sector agua y saneamiento rural. Managua.

- Organización Mundial de la Salud. (2005). Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.
- Organización Mundial de la Salud; UNICEF. (20 de Noviembre de 2016). La meta de los ODM relativa. Al agua potable y el saneamiento: El reto del decenio para zonas urbanas y rurales. Obtenido de [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/mdg\\_es.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/mdg_es.pdf)

# ANEXOS

**Anexo N°1:**  
**Fotografías del Lugar.**

## Fotografías del Lugar.

En estas fotografías podemos observar cómo se tomó la muestra de agua de la fuente de captación (Caño Juan) en la comunidad de San Sebastián, para la toma de esta muestra el laboratorio de la BICU nos facilitó un recipiente esterilizado para que la muestra no fuera contaminada.

Al momento de tomar la muestra como podemos observar en la fotografía se usaron guantes y una vez tomada la muestra se procedió a depositarla en un termo con hielo para no alterarla y fue trasladada rápidamente hacia el laboratorio de la BICU para su análisis.



En estas fotografías podemos observar el levantamiento topográfico que se realizó, el cual fue casa por casa, además contamos con el acompañamiento de los técnicos de la unidad de agua y saneamiento de la Alcaldía municipal de Bluefields



**Medidor Modelo:  
MT-KD-P BAR METERS BERMAD**



**Válvula de aire Modelo:  
D-40 BARAK A.R.I**



**Anexo N°2:**

**Encuesta socioeconómica de agua potable y saneamiento rural**

**Encuesta socioeconómica de agua potable y saneamiento rural**

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Quién es el Responsable del Hogar: Padre \_\_\_\_\_ Madre \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_**

Nombre de la persona Encuestada: \_\_\_\_\_

**Tipo de Proyecto:** \_\_\_\_\_

**Datos personales: (Iniciar con persona responsable del o los hogares)**

Nombre y Apellidos	Parentesco	Sexo		Edad					Escolaridad	Ocupación
		M	F	1 a 5	6 a 15	16 a 25	26 a 35	36 +		

**I. CONDICIONES DE LA VIVIENDA** (Preg. 2, 3, 4, marcar con x una o más repuestas)

1. La vivienda es:      a) Propia \_\_\_\_\_ b) Prestada \_\_\_\_\_  
c) Alquilada \_\_\_\_\_

2. Las paredes son de: a) Bloque \_\_\_\_\_ b) Ladrillo \_\_\_\_\_ c) Madera \_\_\_\_\_ d)  
Otros \_\_\_\_\_

3. El piso es de:      a) Madera \_\_\_\_\_ b) Tierra \_\_\_\_\_ c) Ladrillo \_\_\_\_\_ d)  
Otros \_\_\_\_\_

4. El techo es de: a) Zinc \_\_\_\_\_ b) Teja \_\_\_\_\_ c) Madera \_\_\_\_\_ d)  
Palma \_\_\_\_\_

5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres \_\_\_\_\_ b) Dos \_\_\_\_\_ c) No tiene \_\_\_\_\_

6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena \_\_\_\_\_ b) Regular \_\_\_\_\_ c)  
Mala \_\_\_\_\_

## II. SITUACIÓN ECONOMICA DE LA FAMILIA

### 7. Cuantas Personas del hogar trabajan?

Dentro de la Comunidad: H \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

Fuera de la comunidad: H \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_

¿Cuál es el ingreso económico mensual, en esta vivienda? C\$ \_\_\_\_\_

¿De cuánto fue el último pago de energía eléctrica, realizado en la vivienda?

\_\_\_\_\_

8. En que trabajan las personas del hogar? a) Ganadería \_\_\_\_\_ b) Agricultura \_\_\_\_\_

c) Jornaleros \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_ Cual? \_\_\_\_\_

9. Que cultivos realizan? a) Arroz \_\_\_\_\_ b) Frijoles \_\_\_\_\_ c) Maíz \_\_\_\_\_ d)  
Otros \_\_\_\_\_

10. ¿Tienen Ganado? Si \_\_\_\_\_ Cuanto: a) Vacuno \_\_\_\_\_ b) Equino \_\_\_\_\_ c)  
Caprino \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

11. Tienen animales Domésticos? Si \_\_\_\_\_ Cuantos: a) Cerdos \_\_\_\_\_ b)  
Gallinas \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

12. Los animales domésticos están? a) Encerrados \_\_\_\_\_ b) Amarrados \_\_\_\_\_

c) Suelos \_\_\_\_\_

13. Los animales domésticos se abastecen de agua en? a) Del Río\_\_\_\_ b) La Quebrada\_\_\_\_ El Pozo\_\_\_\_\_

**III. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (Observar, verificar)**

14. Tienen Letrina? A) Si\_\_\_\_\_ En qué estado se encuentra?

A) Buena\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_ c) Llena\_\_\_\_ (verificar)

B) No\_\_\_\_ Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

15. Quienes usan la Letrina? a) Adultos\_\_\_\_ b) Niños/as\_\_\_\_ c) Otros familiares\_\_\_\_\_

16. La letrina está construida en suelo? a) Rocoso\_\_\_\_ b) Arenoso\_\_\_\_ c) Arcilloso\_\_\_\_\_

17. Que hacen con las aguas servidas de la casa? a) La riegan\_\_\_\_ b) La dejan correr\_\_\_\_\_

c) Tienen zanja de drenaje\_\_\_\_ d) Tienen filtro de adsorción \_\_\_\_\_

18. Se forman charcas en el patio? a) Si\_\_\_\_\_ (pasar # 19) b) No\_\_\_\_\_

19. Como eliminan las charcas? a) Drenando \_\_\_\_\_ b) Aterrando\_\_\_\_ c) Otros\_\_\_\_\_

#### **IV. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA**

20. Cuentan con servicio de agua? a) Si Cual:\_\_\_\_\_

b) No \_\_\_\_ Como se abastecen? \_\_\_\_\_

c) Cuanto pagan de agua al mes? \_\_\_\_\_

21. Quién busca o acarrea el agua? a) La mujer \_\_\_\_\_ b) El hombre \_\_\_\_\_

c) Los niños/as \_\_\_\_\_ d) Otros \_\_\_\_\_ Quien? \_\_\_\_\_

22. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan ? \_\_\_\_\_

23. En qué almacena el agua? a) Barriles \_\_\_\_\_ b) Bidones \_\_\_\_\_ c) Pilas \_\_\_\_\_

24. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados \_\_\_\_\_ b) Destapados \_\_\_\_\_ c) Como \_\_\_\_\_  
(verificar)

25. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:

a) Buena \_\_\_\_\_ b) Regular \_\_\_\_\_ c) Mala \_\_\_\_\_

26. Qué condiciones tiene el agua que consumen (Puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor \_\_\_\_\_ b) Tiene mal olor \_\_\_\_\_ c) Tiene mal  
b) color \_\_\_\_\_

**V. PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO MUNICIPAL**

**27. Conoce el Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural de la UMASH?**

A) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_ c) Poco\_\_\_\_\_ Que  
sabe? \_\_\_\_\_

**28. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?**

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_ c) Porque\_\_\_\_\_

**29. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (Marcar una opción)**

a) C\$ 20 a 35 \_\_\_\_\_ b) C\$ 36 a 50 \_\_\_\_\_ c) C\$ 51 a mas \_\_\_\_\_

d) No estaría dispuesto/a pagar \_\_\_\_\_ ¿Porque? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**VI. ORGANIZACIÓN COMUNITARIA:**

**30. Las personas que habitan en esta vivienda pertenecen a alguna organización comunitaria?**

Sí \_\_\_\_\_ Que tipo? a) Productiva \_\_\_\_\_ b) Social \_\_\_\_\_ c) Religiosa \_\_\_\_\_  
d) Otra \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_ Porque? \_\_\_\_\_

**31. Cuantos y quienes de la vivienda participan en alguna organización comunitaria?**

A) Hombres \_\_\_\_\_ b) Mujeres \_\_\_\_\_ c) Total \_\_\_\_\_

**VII. SITUACION DE SALUD EN LA VIVIENDA**

**Enfermedades padecidas por personas de la vivienda el pasado año (Cuantos).**

Enfermedades	Grupos de edad				Observaciones
	0 a 5	6 a 15	16 a 25	+ 26	
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas(piel)					
Otras					

**32. Están vacunados los niños y niñas? a) Si\_\_\_\_\_ b) N o\_\_\_\_\_**  
**Porque\_\_\_\_\_**

**33. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como:**

**Lavado de manos a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c)Porque?\_\_\_\_\_**

**Hacer buen uso del Agua a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Porque?**

\_\_\_\_\_

Hacer buen uso de la letrina a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c)  
Porque? \_\_\_\_\_

34. Cuantos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

Vivos/as: Niñas \_\_\_\_\_ Niños \_\_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

Fallecidos/as: Niñas \_\_\_\_\_ Niños \_\_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

35. En la vivienda habitan personas con capacidades diferentes?

Mujeres \_\_\_\_\_ Cuantas \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Varones \_\_\_\_\_ Cuantos \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre del Encuestador(a)

\_\_\_\_\_  
Firma del Encuestador(a)

**Anexo N°3**  
**Levantamiento topográfico.**

## Levantamiento topográfico.

Punto	x	y	Elevación	Descripción
1	176575	1325607	19	FUENTE
2	176883	1325745	30	TANQUE
3	175803	1324343	25	OCON GARCIA
4	175810	1324427	24	DESHABITADA
5	175821	1324490	24	DESHABITADA
6	175942	1324584	26	DESHABITADA
7	175965	1324619	27	SEQUEIRA HERNANDEZ
8	175999	1324625	26	DESHABITADA
9	176042	1324690	28	BALLADARES OCON
10	176061	1324694	29	ESPINOZA OCON
11	176144	1324617	31	VARELA MARIN
12	176075	1324707	30	PINEDA OCON
13	176030	1324765	28	DESHABITADA
14	176166	1324795	29	LOPEZ OCON
15	176230	1324861	27	DESHABITADA
16	176239	1324933	27	DESHABITADA
17	176192	1324943	28	DESHABITADA
18	176346	1324950	26	IGLESIA
19	176424	1325025	25	PEREZ LORIO
20	176444	1325038	24	BALLADARES TORREZ
21	176453	1325039	24	PEREZ ESPINOZA
22	176493	1325007	24	DESHABITADA
23	176498	1325034	24	PEREZ SANCHEZ
24	176398	1325054	24	REYES MORALES
25	176413	1325069	24	PEREZ DIAZ
26	176435	1325083	23	PADILLA DIAZ
27	176695	1325400	17	HERNANDEZ GONZALES
28	176780	1325407	16	DESHABITADA
29	176801	1325415	16	DESHABITADA
30	176869	1325339	18	GROSS GUTIERREZ
31	176849	1325496	15	ESCUELA
32	176904	1325496	16	DESHABITADA
33	176912	1325485	16	RODRIGUEZ HURTADO
34	176941	1325536	16	URBINA
35	176951	1325546	16	FAJARDO
36	176857	1325633	19	HERNANDEZ GONZALES
37	176982	1325540	16	MURILLO MARENCO
38	176974	1325561	18	POLICIA

39	176995	1325563	18	DESHABITADA
40	176987	1325573	18	DESHABITADA
41	176983	1325603	20	DESHABITADA
42	176982	1325657	22	HERNANDEZ FAJARDO
43	176978	1325696	23	HERNANDEZ FAJARDO
44	176993	1325676	22	DESHABITADA
45	177034	1325625	20	DESHABITADA
46	177059	1325642	19	ROJAS SAENZ
47	177091	1325673	18	SEQUEIRA PADILLA
48	177126	1325672	17	PADILLA CARMONA
49	177125	1325621	17	IGLESIA
50	177149	1325595	17	DESHABITADA
51	177147	1325509	17	LOPEZ LIRA
52	177108	1325493	18	FAJARDO VIL
53	177146	1325490	17	DESHABITADA
54	177180	1325508	17	FAJARDO DUARTE
55	177192	1325552	17	DESHABITADA
56	177199	1325570	17	DESHABITADA
57	177159	1325718	17	ENTRADA CARRETERA
58	177166	1325711	17	ENTRADA CARRETERA
59	176844	1325444	17	ALCANTARILLA
60	176854	1325435	17	ALCANTARILLA
61	175709	1324408	17	FIN CARRETERA
62	175704	1324414	17	FIN CARRETERA
63	177085	1325635	17	DESVÍO
64	177083	1325629	17	DESVÍO

**Anexo N°4:**  
**Estudio de suelo de la comunidad de Torsuany.**

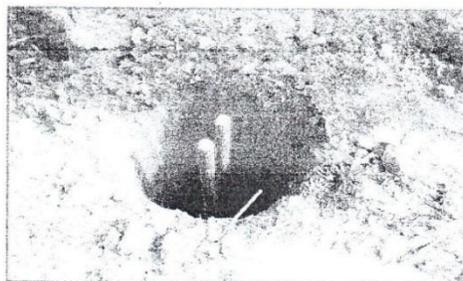
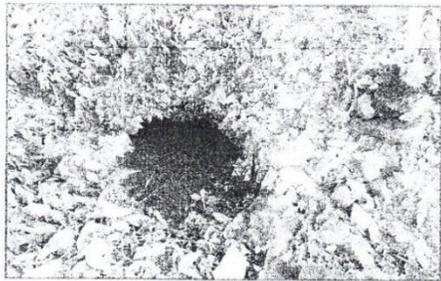


REPÚBLICA DE NICARAGUA



ALCALDIA MUNICIPAL DE BLUEFIELDS

ESTUDIOS GEOTECNICOS TORSUANY



**PRESENTADO POR:**



Agosto, 19 del 2015

000465

---

ESTUDIOS GEOTECNICOS DE CIMENTACION

---

I. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

I.1 Memoria en Predios de Tanque y Captación.

II. ESTUDIO DE SUELOS Y MEMORIA EN BANCOS DE MATERIALES

III. CALICATAS EN LINEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN

IV RESULTADOS DE LAS CALICATAS Y LITOLOGÍA

IV.1 Conclusiones y Recomendaciones

V ANEXOS

Anexo 1 PLANOS DE UBICACIÓN DE SONDEOS

Anexo 2 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIOS

Anexo 3 FOTOGRAFIAS

Anexo 4 ESTRATIGRAFIAS DE SONDEOS REALIZADOS

Anexo 5 ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS, SUELO CEMENTO.



## II. ESTUDIO DE SUELOS Y MEMORIA EN BANCOS DE MATERIALES

Dado que en la zona de estudio se localizó un banco de materiales y compensar los costos de acarreo lo que se recomienda reutilizar el producto de las excavaciones y estabilizarlo con cemento o cal, se adjunta en el cuadro resumen de la matriz los resultados de los bancos de materiales y fotografías. (Anexo 2)

## III. CALICATAS EN LINEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN

El objetivo principal de este estudio es determinar las características físicas y mecánicas de los materiales que componen el sub suelo para emitir recomendaciones relativas a la construcción de la línea de conducción, tanto de los materiales requeridos.

A continuación se detalla el alcance del estudio geotécnico, las actividades realizadas fueron las siguientes:

- \* Pozos a Cielo Abierto (PCA): SM-3 al SM-6.
- \* Ensayos de laboratorio

Los sondeos fueron ubicados en el terreno tal como aparecen en el Plano de Ubicación de Sondeos adjunto a este Informe. En el "Plano de Ubicación de Sondeos", se presenta el sitio preciso donde se ubicaron las perforaciones.

Para determinar la profundidad de los materiales a restituir o mejorar, se realizaron cinco (5) perforaciones manuales o pozos a cielo abierto (PCA), estos sondeos manuales de la Línea de Conducción se profundizaron a 1.20 metros, se fueron tomando muestras continuas en cada sondeo, clasificando el material en el sitio visualmente y al tacto de acuerdo a la normativa ASTM D 2488-00 ("Practica for descripción and Identificación of Soils (Visual-Manual Procedure)").

También se tomaron muestras del sub-suelo, protegidas en bolsas plásticas selladas las que se rotularon con el número del sondeo y la profundidad a la cual fue tomada la muestra, las que luego fueron llevadas al laboratorio central en Managua para la obtención del contenido de humedad natural y donde se les realizaron las pruebas de laboratorio requeridas para su identificación definitiva.

De los 5 sondeos manuales ejecutados se obtuvieron muestras típicas de suelo respectivamente, las cuales fueron trasladadas al laboratorio.

Para clasificar y determinar las propiedades físicas y mecánicas de los tipos de suelos presentes en el sitio en estudio se ejecutaron diferentes ensayos de laboratorio de suelos sobre las muestras recuperadas en cada estrato del sub-suelo, dichas muestras se sometieron a los siguientes tipos y procedimientos de ensayos de laboratorio.



No.	Prueba	Ensayo o Norma ASTM o AASHTO
1	Análisis Granulométrico	ASTM D-422 ó AASHTO T-88
2	Limite Líquido	ASTM D-423 ó AASHTO T-89
3	Limite Plástico e Índice de Plasticidad	ASTM D-424 ó AASHTO T-90
4	Clasificación HRB y SUCS	ASTM D-3282 ó AASHTO M-145
5	Próctor Estándar	ASTM D-698 ó AASHTO T-99

Los suelos existentes a lo largo de la Línea de Conducción encontrados por medio de los cinco (5) sondeos manuales realizados, corresponden principalmente a suelos limos arcillosos de alta compresibilidad tipo (MH) de color rojo y café. Estos suelos tienen una clasificación HRB predominante de A-7-5, e Índice de Grupo de 15 a 44%, Limite Líquido de 51 a 88%, Índice de Plasticidad de 20 a 40%, y sus partículas pasan entre 94 y 100% el tamiz No.4 y de 73 a 86% el tamiz No.200.

#### IV. RESULTADOS DE LAS CALICATAS Y LITOLOGÍA

Para clasificar y determinar las propiedades físicas y mecánicas de los tipos de suelos presentes en el sitio en estudio se ejecutaron diferentes ensayos de laboratorio de suelos sobre las muestras recuperadas.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### IV.1 Conclusiones y Recomendaciones

- Una vez definido el nivel de desplante de la tubería se tiene que sustituir el suelo al menos 10 centímetros por debajo del nivel seleccionado de desplante. En el caso de existencia de suelos altamente plásticos tipo los A-7-5 como los todos los encontrados en todo el proyecto, la sub-excavación será de 40 centímetros.
- El material óptimo sustituto de relleno en la zanja de la tubería deberá estar constituido por una mezcla proveniente del Banco de Préstamo y material resultante de la excavación de la zanja para la tubería. Debido a que se identificó un banco de materiales reutilizando el material de excavación estabilizado con cemento en al menos el 8% o cal al 4% aunque La cantidad de cal a utilizar en la estabilización de los rellenos deberá ajustarse durante la construcción luego de realizar la prueba del contenido de cal vs PH, de acuerdo a la normativa ASTM D 6276 y con resistencia de conformidad a ASTM D 510
- El material de relleno se colocará y compactará en capas que no excedan de 15 centímetros de espesor a un mínimo de 95% de la densidad máxima obtenida mediante la prueba ASTM D 698. El relleno con material -seleccionado deberá llevarse hasta una altura mínima de 30 centímetros por encima de la parte superior de la tubería.



4. La tubería soterrada deberá estar además apoyada en un lecho de arena o tierra arenosa seleccionada, que pase totalmente por el tamiz de 3/8" y no pase más del 10% por el tamiz No.200. La capa de material de lecho será compactada y conformada de tal modo que se amolde a la pared exterior de la tubería, por lo menos en un 15% de su altura total. El espesor mínimo del material de lecho debajo del tubo será de 10 centímetros.
5. Todo material excavado siempre que sea adecuado, podrá ser utilizado como relleno y colocado sobre el material de relleno que envuelve la tubería e indicado en el inciso 2.
6. Tomar en cuenta además de las recomendaciones anteriormente anotadas, las indicaciones complementarias para esta actividad de zanjeo e instalación de tuberías que aparecen en el manual de especificaciones del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) Nic-2000. Así como todas las indicaciones propias de esta actividad
7. Se recomienda antes de empezar a construir, descapotar a un mínimo de 20 cm la capa de suelo vegetal con restos de raíces en toda el área de construcción.
8. La utilización del material proveniente de las excavaciones como relleno en las zanjas de las tuberías, requiere que se utilicen métodos constructivos establecidos en las NIC-2000, a fin de controlar lo correspondiente a la granulometría del material a usar, debiéndose procesar los terrones que resulten de las excavaciones
9. Recomendamos una Supervisión oportuna que permita detectar materiales indeseables y efectuar el control de calidad tanto de los materiales como de los procesos constructivos a ser empleados en el Proyecto

#### TANQUE DE ALMACENAMIENTO

1. Para determinar la capacidad de carga del suelo de excavación una vez estabilizado el suelo y debido a las características plásticas de la mayoría de los materiales se recomienda la estabilización con cemento del tipo ASTM C 1157 o ASTM C 91. El establecimiento del porcentaje de cemento adecuado para esta estabilización se realizó a través del diseño de la mezcla de suelo cemento, elaborando especímenes para compresión simple en los cuales el porcentaje fue del 8.0% en peso (ver resultados de laboratorio), con respecto al Peso Volumétrico Seco Máximo del mismo, determinado a través del ensayo AASHTO T 99 – C. La evaluación del porcentaje de cemento mínimo se realizó según los valores de plasticidad.
2. Los especímenes de suelo – cemento deberán elaborarse compactándose con la misma energía con la que se obtuvo el Peso Volumétrico Seco Máximo y deberán ensayarse a 7 días, edad a la cual deberá cumplir con los requerimientos de resistencia establecidos por las condiciones estructurales requeridas para las fundaciones proyectadas
3. Debido a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio correspondiente a la mezcla del suelo cemento donde la capacidad de carga se obtuvo mayor a 2.5 kg/cm<sup>2</sup> y considerando las características de los suelos encontrados recomendamos que el tanque sea cimentado por contacto



4. La tubería soterrada deberá estar además apoyada en un lecho de arena o tierra arenosa seleccionada, que pase totalmente por el tamiz de 3/8" y no pase más del 10% por el tamiz No.200. La capa de material de lecho será compactada y conformada de tal modo que se amolde a la pared exterior de la tubería, por lo menos en un 15% de su altura total. El espesor mínimo del material de lecho debajo del tubo será de 10 centímetros.
5. Todo material excavado siempre que sea adecuado, podrá ser utilizado como relleno y colocado sobre el material de relleno que envuelve la tubería e indicado en el inciso 2.
6. Tomar en cuenta además de las recomendaciones anteriormente anotadas, las indicaciones complementarias para esta actividad de zanqueo e instalación de tuberías que aparecen en el manual de especificaciones del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) Nic-2000. Así como todas las indicaciones propias de esta actividad
7. Se recomienda antes de empezar a construir, descapotar a un mínimo de 20 cm la capa de suelo vegetal con restos de raíces en toda el área de construcción.
8. La utilización del material proveniente de las excavaciones como relleno en las zanjas de las tuberías, requiere que se utilicen métodos constructivos establecidos en las NIC-2000, a fin de controlar lo correspondiente a la granulometría del material a usar, debiéndose procesar los terrones que resulten de las excavaciones
9. Recomendamos una Supervisión oportuna que permita detectar materiales indeseables y efectuar el control de calidad tanto de los materiales como de los procesos constructivos a ser empleados en el Proyecto

#### TANQUE DE ALMACENAMIENTO

1. Para determinar la capacidad de carga del suelo de excavación una vez estabilizado el suelo y debido a las características plásticas de la mayoría de los materiales se recomienda la estabilización con cemento del tipo ASTM C 1157 o ASTM C 91. El establecimiento del porcentaje de cemento adecuado para esta estabilización se realizó a través del diseño de la mezcla de suelo cemento, elaborando especímenes para compresión simple en los cuales el porcentaje fue del 8.0% en peso (ver resultados de laboratorio), con respecto al Peso Volumétrico Seco Máximo del mismo, determinado a través del ensayo AASHTO T 99 – C. La evaluación del porcentaje de cemento mínimo se realizó según los valores de plasticidad.
2. Los especímenes de suelo – cemento deberán elaborarse compactándose con la misma energía con la que se obtuvo el Peso Volumétrico Seco Máximo y deberán ensayarse a 7 días, edad a la cual deberá cumplir con los requerimientos de resistencia establecidos por las condiciones estructurales requeridas para las fundaciones proyectadas
3. Debido a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio correspondiente a la mezcla del suelo cemento donde la capacidad de carga se obtuvo mayor a 2.5 kg/cm<sup>2</sup> y considerando las características de los suelos encontrados recomendamos que el tanque sea cimentado por contacto

De la Estatua de Monseñor Lezcano, 3 Cuadras al Sur, 3 ½ Cuadras Abajo Managua-Nicaragua  
Tele-fax: 505-22642234 / 22501454, E- Mail: [condisa@condisanicaragua.com](mailto:condisa@condisanicaragua.com) [www.condisanicaragua.com](http://www.condisanicaragua.com)

000460



directo sobre el suelo estabilizado y compactado haciendo uso de mecanismos de compactación, que transmitan una presión uniforme que permita alcanzar el grado de compactación establecido en las especificaciones para esta obra. Esto garantiza la estabilidad de la estructura tanto por capacidad de carga del terreno como por asentamiento. La profundidad del desplante será a 1.00 m. Se deberá extraer el suelo 1.0 m por debajo del nivel de contacto de la fundación excediendo perimetralmente el área de las fundaciones al menos en 1.0 metro el radio y se rellene luego el agujero con material producto de la excavación pero estabilizado con 8% de cemento portland, homogenizando estrictamente la mezcla. Este porcentaje de cemento equivale a usar aproximadamente 3.0 sacos por metro cúbico de material de mezcla suelta en todos los casos los porcentajes de cemento a agregar a los materiales para mejorar sus características mecánicas, deben ser determinados en base a su peso. Se recomienda mejorar el sub suelo evitando que la fundación se apoye directamente sobre los estratos limo arcillosos con  $IP > 12$  con lo que garantizará que los cimientos queden apoyados sobre un material resistente y firme.

4. El relleno se deberá colocar en capas cuyo espesor suelto no exceda de 30 centímetros y cada capa deberá compactarse hasta alcanzar como mínimo el 95% de su densidad máxima determinada en la prueba ASTM D 698, y un espesor compacto de 20 cm. El relleno colocado capa por capa deberá llevarse hasta alcanzar la superficie del terreno. Dada la existencia de bancos de préstamo en la zona, se puede usar el material producto de la excavación combinado con la del Banco con una proporción del 8% de cemento portland para su estabilización. Este deberá ser colocado de acuerdo a lo indicado en el párrafo anterior
5. Se recomienda al momento de la construcción y una vez acopiado y mezclado entre sí los materiales de corte del sitio, efectuar un chequeo que permita ajustar la proporción definitiva de la mezcla a utilizar en el relleno de las fundaciones.
6. Como otra recomendación se recomienda sustituir el suelo que existe actualmente debajo de donde es proyectada la fundación, y sustituirlo por lodo-cemento, hecho con material de préstamo seleccionado y cemento Portland. El material a utilizar deberá ser granular, tener un Limite Líquido no mayor de 25%, un Índice de Plasticidad no mayor de 6%, y sus partículas deberán pasar entre 35 y 65% el tamiz No.4 y no más de 15% el tamiz No.200. La cantidad de cemento a usar es de 6 sacos por metro cúbico de material seco suelto y el revenimiento de la mezcla será de 3 a 4 pulgadas. La pasta colocada será densificada a mano por medio de pisones o vibrándola con vibradores aprobados. El suelo-cemento será curado durante 7 días por medio de riegos con agua, arena húmeda, o cualquier otro método aprobado, el cual deberá ser, el tiempo mínimo necesario el suelo cemento fluido deberá tener una resistencia mínima a compresión axial sin confinar de 12  $\text{kg/cm}^2$  a los 7 días de edad.
7. Se recomienda seguir todas las indicaciones para la fabricación y colocación del suelo-cemento plástico, tal como se orienta en el inciso 913.07 del NIC-2000, Pág. 451.



8. Como otra alternativa consideramos lo siguiente: debido que el material existente bajo el nivel de desplante recomendado está compuesto por limos arcillosos de alta compresibilidad en todos los casos, existe la posibilidad, en los periodos de lluvia y verano, la humedad del material variará y por tanto su volumen, ocasionando cambios en su estructura que originarian asentamientos no tolerables para la estructura, por lo que recomendamos extraer, bajo el nivel de desplante 0.20m y se coloque una capa de concreto tipo B con una resistencia de aproximadamente 2,500 libras por pulgada cuadrada y tamaño máximo del agregado de ¾ de pulgada, esto se recomienda en vista de que las fundaciones descansarán en suelos finos (MH) con bastante humedad, lo que permitirá dar mayor durabilidad a las obras de fundación del proyecto.
9. Como recomendación complementaria, sugerimos antes de hacer las conexiones definitivas a las tuberías, se deberá llenar el tanque con agua y que permanezca lleno durante el término de una semana. En este lapso se dará oportunidad a que se produzcan asentamientos menores y la estabilización definitiva del suelo. Después de transcurrida la semana se podrá proceder a realizar las conexiones definitivas.



**Anexo N°5:**  
**Pruebas de laboratorio para materiales.**



éfono PBX (505) 2266-4380 FAX (505) 2266-1138 Apartado 3864

Arbolito 2c. al Lago, ½c. Arriba Managua, Nicaragua

Email: lamsa@alfanumeric.com.ni

Cliente: SERMICCSA  
Proyecto: Control de Calidad  
Fecha: 18/02/2016  
Tipo de Agregado: Grava de 1" del sitio  
Para Usarse en : Diseño de 4000 PSI.

**GRANULOMETRIA**  
**% QUE PASA**

Nº Tamiz	% que pasa	Especificaciones ASTM C-33
2"		
1½"	100	100
1"	71	95-100
¾"	26	---
½"	3	25-60
⅜"	1	---
Nº 4		0-10

**OTROS RESULTADOS**

Peso Vol.S. kgs/m³	1,180
Peso Vol.C. kgs/m³	1,347
Densidad Promedio	2.550
Absorción Promedio	0.6



Cliente: SERMICCSA  
Proyecto: Control de Calidad

Fecha: 18/02/2016  
Tipo de Agregado: Arena Motastepe.  
Para Usarse en : Diseño de 4000 PSI.

**GRANULOMETRIA**  
**% QUE PASA**

Nº Tamiz	% que pasa	Especificaciones ASTM C-33
¾"	100	100.00
Nº. 4	100	95-100
Nº. 8	82	80-100
Nº. 16	52	50-85
Nº. 30	27	25-60
Nº. 50	18	10-30
Nº. 100	2	2-10
Nº. 200		

**OTROS RESULTADOS**

Módulo de Finura	3.20
Densidad Promedio	2.516
Absorción Promedio	4.06
Peso Vol.S. kgs/m³	1,420
Peso Vol.C. kgs/m³	1,558



Managua, 29 de febrero de 2016

Señores:  
**SERMICCSA**  
Sus Oficinas.-

Estimado señores,

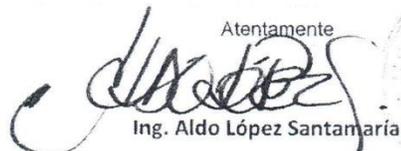
A continuación informamos el resultado de 1 prueba de ruptura a la compresión simple en cilindro de concreto, el cual fue hecho por nosotros como prueba de Diseño de Mezcla de Concreto de 4000 PSI para el Proyecto: **Control de Calidad.**

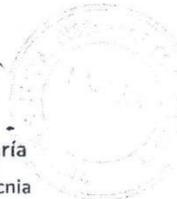
Cilindro N°	1
Peso, Kg.	12.110
Longitud en Cms.	30.00
Diametro en Cms.	15.00
Area en Cms <sup>2</sup>	177
Carga en Kgs	34,020
Resist. a la compresión Kgs/Cms <sup>2</sup>	192.51
Resist. a la compresión Lbs/Pulg <sup>2</sup>	2,737.52
Peso Volumetrico, Kg/m <sup>3</sup>	2,284.28
Revenimiento, pulg	3¾"
Fecha de colado	18/02/2016
Fecha de ruptura	25/02/2016
Edad en Dias	7

Cilindro N°	1
Estructura	

Sin más a que hacer referencia, aprovechamos la oportunidad para saludarle(s)

Atentamente

  
Ing. Aldo López Santamaría  
Jefe de Laboratorio y Geotecnia



O/T N° 4633



Teléfono PBX (505) 2266-4380 FAX (505) 2266-1138 Apartado 3864  
Arbolito 2c. al Lago, ½c. Arriba Managua, Nicaragua  
Email: lamsa@alfanumeric.com.ni

Managua, 4 de marzo de 2016

Señores  
**SERMICCSA**  
Sus Oficinas.-

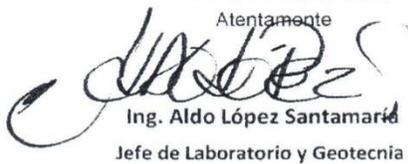
Estimado señores:

A continuación informamos el resultado de 1 prueba de ruptura a la compresión simple en cilindro de concreto, el cual fue hecho por nosotros como prueba de Diseño de Mezcla de Concreto de 4000 PSI para el Proyecto: **Control de Calidad**.

Cilindro N°	2
Peso, Kg.	12.105
Longitud en Cms.	30.00
Diametro en Cms.	15.00
Area en Cms <sup>2</sup>	177
Carga en Kgs	44,728
Resist. a la compresión Kgs/Cms <sup>2</sup>	253.11
Resist. a la compresión Lbs/Pulg <sup>2</sup>	3,599.18
Peso Volumetrico, Kg/m <sup>3</sup>	2,283.34
Revenimiento, pulg	3¼"
Fecha de colado	18/02/2016
Fecha de ruptura	03/03/2016
Edad en Dias	14

Cilindro N° 2  
Estructura

Sin más a que hacer referencia, aprovechamos la oportunidad para saludarle(s)

Atentamente  
  
Ing. Aldo López Santamaría  
Jefe de Laboratorio y Geotecnia



O/T N° 4633



Teléfono PBX (505) 2266-4380 FAX (505) 2266-1138 Apartado 3864

Arbolito 2c. al Lago, 1/c. Arriba Managua, Nicaragua

Email: lamsa@alphanumeric.com.ni

Managua, 21 de marzo de 2016

Señores

**SERMICCSA**

Sus Oficinas.-

Estimado señores:

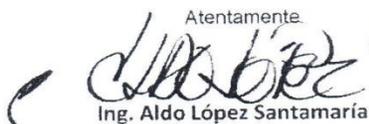
A continuación informamos el resultado de **1** prueba de ruptura a la compresión simple en cilindro de concreto, el cual fue hecho por nosotros como prueba de Diseño de Mezcla de Concreto de 4000 PSI para el Proyecto: **Control de Calidad.**

Cilindro N°	<b>3</b>
Peso, Kg.	12.110
Longitud en Cms.	30.00
Diametro en Cms.	15.00
Area en Cms <sup>2</sup>	177
Carga en Kgs	55,910
Resist. a la compresión Kgs/Cms <sup>2</sup>	316.38
Resist. a la compresión Lbs/Pulg <sup>2</sup>	4,498.99
Peso Volumetrico. Kg/m <sup>3</sup>	2,284.28
Revenimiento, pulg	3¾"
Fecha de colado	18/02/2016
Fecha de ruptura	17/03/2016
Edad en Dias	28

Cilindro N° **3**  
Estructura

Sin más a que hacer referencia, aprovechamos la oportunidad para saludarle(s)

Atentamente



Ing. Aldo López Santamaría

Jefe de Laboratorio y Geotecnia



O/T N° 4633

Managua, 24 de octubre de 2016

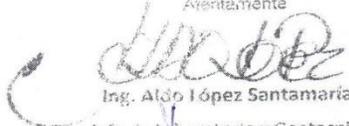
Señores.  
**SERMICCSA**  
Sus Oficinas.-

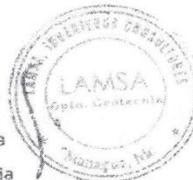
Estimados Señores:

A continuación informamos los resultados de 2 pruebas de ruptura a la compresión simple en cilindros de concreto de 4,000 PSI, los cuales fueron hecho y traídos por ustedes del Proyecto: **Calle 19 de Julio Bluefields.**

Cilindro N°	1	2
Peso, Kg.	13.870	14.025
Longitud en Cms.	32.00	32.00
Diametro en Cms.	16.00	16.00
Area en Cms <sup>2</sup>	201	201
Carga en Kgs	46,367	46,791
Resist. a la compresión Kgs/Cms <sup>2</sup>	230.61	232.72
Resist. a la compresión Lbs/Pulg <sup>2</sup>	3,279.25	3,309.25
Peso Volumetrico, Kg/m <sup>3</sup>	2,155.74	2,179.83
Revenimiento, pulg	2.36"	2.36"
Fecha de colado	05/10/2016	05/10/2016
Fecha de ruptura	19/10/2016	19/10/2016
Edad en Días	14	14
Temperatura:		
Cilindro N°	1	2
Estructura		

Sin más a que hacer referencia, aprovechamos la oportunidad para saludarle(s)

Aterramente  
  
Ing. Aldo López Santamaría  
Jefe de Laboratorio y Geotecnia



O/T N° 5107



Teléfono PBX (505) 2266-4380 FAX (505) 2266-1138 Apartado 3864  
Arbolito 2c. al Lago, ½c. Arriba Managua, Nicaragua  
Email: lamsa@alfanumeric.com.ni

Managua, 5 de noviembre de 2016

Señores.  
**SERMICCSA**  
Sus Oficinas.-

Estimados Señores:

A continuación informamos el resultado de 1 prueba de ruptura a la compresión simple en cilindro de concreto de 4,000 PSI, el cual fue hecho y traído por ustedes del Proyecto: **Calle 19 de Julio Bluefields.**

Cilindro N°	3
Peso, Kg.	13,600
Longitud en Cms.	32.00
Diametro en Cms.	16.00
Area en Cms <sup>2</sup>	201
Carga en Kgs	58,254
Resist. a la compresión Kgs/Cms <sup>2</sup>	289.73
Resist. a la compresión Lbs/Pulg <sup>2</sup>	4,119.98
Peso Volumetrico, Kg/m <sup>3</sup>	2,113.77
Revenimiento, pulg	2.36"
Fecha de colado	05/10/2016
Fecha de ruptura	02/11/2016
Edad en Dias	28
Temperatura:	
Cilindro N°	3

Estructura

Sin más a que hacer referencia, aprovechamos la oportunidad para saludarle(s)

Atentamente

  
Ing. Aldo López Santamaría

Jefe de Laboratorio y Geotecnia

O/T N° 5107

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE 4000 PSI**

CLIENTE : SERMICCSA  
PROYECTO : Control de Calidad  
FECHA: 18/02/2016

**MATERIALES**

Cemento Holcim Tipo GU.  
Agua Potable.  
Arena Arena Motastepe.  
Piedra Triturada Del Sitio

Materiales	Densidad (sin unidad)	Factor de Absorción	Peso Volum. Seco Suelto Kg/m <sup>3</sup>	Peso Volum. Seco Compacto kg/m <sup>3</sup>	Revenimiento: 2" - 4" Rel. A/C: 0.52 Agua libre: 241 lt/m <sup>3</sup> % arena: 32 % piedra 1": 34 % aire: 2
Cemento	3.00		1,300		
Agua	1.00		1,000		
Arena Seca	2.516	0.0406	1420	1,558	
Piedra 1	2.550	0.006	1,180	1,347	

Materiales	Dosificación por m <sup>3</sup>		Dosificación por Saco		Dosificación por Parte	
	Peso (kg)	Volumen (lts)	Peso (kg)	Volumen(lts)	Por Peso	Por Volumen
Cemento	463.5	356.5	42.5	32.7	1.00	1.00
Agua total	284.6	284.6	26.1	26.1	0.61	0.80
Arena	713.1	502.2	65.4	46.1	1.54	1.4
Piedra 1	767.8	650.7	70.4	59.7	1.66	1.82
Total	2,229.0	1,794.0	204.5	164.6	4.81	5.03

O/T N° 4633

Observaciones:

Trabajabilidad: Buena  
Acabado: Fino  
Rendimiento: 10.9 Sacos / m<sup>3</sup>

  
Ing. Aldo López Santamaría.  
Jefe de Laboratorio y Geotecnia.

**Anexo N°6:**  
**Planos constructivos**