



**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL  
DEL CANTÓN BABA  
PROVINCIA DE LOS RÍOS**

**ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS  
DEFINITIVOS DE AGUA POTABLE,  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y  
ALCANTARILLADO PLUVIAL EN LA CABECERA  
CANTONAL DE BABA Y VARIOS SECTORES  
RURALES, PARROQUIA ISLA DE BEJUCAL,  
PARROQUIA GUARE Y RECINTO LA CARMELA  
DEL CANTÓN BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS**

**SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA PARROQUIAL  
DE GUARE, CANTON BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS**

**INVERSIÓN: USD \$ 249,655.13**

**ADMINISTRACIÓN 2023 - 2027**

## ÍNDICE

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....</b>  | <b>4</b>   |
| 1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.....   | 4          |
| 1.2 ENTIDAD EJECUTORA.....   | 4          |
| 1.3 COBERTURA Y LOCALIZACIÓN.....  | 4          |
| 1.4 MONTO.....   | 4          |
| 1.5 PLAZO DE EJECUCIÓN.....  | 4          |
| 1.6 SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.....   | 4          |
| <b>2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA.....</b>  | <b>6</b>   |
| 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO.....  | 6          |
| <b>2.1.1 Características geográficas.....</b>                                      | <b>6</b>   |
| <b>2.1.2 Características de la población.....</b>                                  | <b>11</b>  |
| <b>Demografía.....</b>   | <b>11</b>  |
| 2.2 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....                    | 25         |
| 2.3 LÍNEA BASE DEL PROYECTO.....   | 40         |
| 2.4 ANÁLISIS DE OFERTA Y DEMANDA.....  | 40         |
| <b>2.4.1 Demanda.....</b>  | <b>40</b>  |
| <b>2.4.2 Oferta.....</b>   | <b>41</b>  |
| 2.5 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO (BENEFICIARIOS)..... | 41         |
| <b>3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</b>  | <b>42</b>  |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO.....   | 42         |
| <b>3.1.1 Objetivo general.....</b>   | <b>42</b>  |
| <b>3.1.2 Objetivos específicos.....</b>  | <b>42</b>  |
| 3.2 INDICADORES DE RESULTADO.....  | 42         |
| 3.3 MATRIZ DE MARCO LÓGICO.....  | 42         |
| <b>4. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD.....</b>                                 | <b>44</b>  |
| 4.1 VIABILIDAD TÉCNICA.....  | 44         |
| 4.1.1 ÁREA CUBIERTA POR EL DISEÑO.....   | 45         |
| 4.1.2 PERIODO DE DISEÑO.....   | 45         |
| 4.1.3 POBLACIÓN DE DISEÑO.....   | 45         |
| 4.1.4 DOTACIÓN DE AGUA POTABLE.....  | 46         |
| 4.1.5 VARIACIONES DE CONSUMO.....  | 46         |
| <b>4.1.5.1 Caudal medio futuro (Qm).....</b>                                       | <b>47</b>  |
| <b>4.1.5.2 Caudal máximo diario (QMD).....</b>                                     | <b>47</b>  |
| <b>4.1.5.3 Caudal máximo horario (QMH).....</b>                                    | <b>48</b>  |
| 4.1.6 CAUDALES DE DISEÑO.....  | 48         |
| 4.1.7 VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO.....   | 48         |
| 4.1.8 DISEÑO DE COMPONENTES.....   | 48         |
| <b>4.1.8.1 Fuentes de agua.....</b>  | <b>48</b>  |
| <b>4.1.8.2 Caracterización del agua.....</b>                                       | <b>50</b>  |
| <b>4.1.8.2.1 Alternativas de diseño.....</b>                                       | <b>65</b>  |
| <b>4.1.8.3 Captación.....</b>  | <b>67</b>  |
| <b>4.1.8.4 Aireador.....</b>   | <b>72</b>  |
| <b>4.1.8.5 Vertedero y tanque repartidor de caudales.....</b>                      | <b>79</b>  |
| <b>4.1.8.6 Filtro lento de Zeolita (NORMA CO 10.07-601 LITERAL 5.9.2.1).....</b>   | <b>81</b>  |
| <b>4.1.8.7 Tanque de reserva.....</b>  | <b>86</b>  |
| <b>4.1.8.8 Desinfección.....</b>   | <b>93</b>  |
| <b>4.1.8.9 Tanque elevado.....</b>   | <b>95</b>  |
| <b>4.1.8.10 Red de distribución.....</b>   | <b>97</b>  |
| <b>4.1.8.11 Estructuras complementarias.....</b>                                   | <b>101</b> |
| 4.1.9 TRABAJOS COMPLEMENTARIOS.....  | 102        |
| TOPOGRAFÍA.....  | 102        |

|  |            |
|--|------------|
| PRESUPUESTO, APU, FÓRMULA POLINÓMICA, Y ANÁLISIS FINANCIERO .....                | 102        |
| CRONOGRAMA DE TRABAJOS .....   | 102        |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN .....                                  | 102        |
| MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....  | 102        |
| ESTUDIO DE SUELOS .....  | 103        |
| ESTUDIO DE ELÉCTRICO .....   | 103        |
| 4.2 VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA.....                                       | 103        |
| 4.3 ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD .....   | 103        |
| <b>4.3.1 Sostenibilidad económica - financiera.....</b>                          | <b>103</b> |
| <b>4.3.2 Análisis de impacto ambiental y de riesgos.....</b>                     | <b>103</b> |
| <b>4.3.3 Sostenibilidad social: equidad género, participación ciudadana.....</b> | <b>103</b> |
| <b>5. PRESUPUESTO .....</b>  | <b>104</b> |
| <b>6. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN.....</b>   | <b>111</b> |
| 6.1 ESTRATEGIA OPERATIVA .....   | 111        |
| 6.2 ARREGLOS INSTITUCIONALES.....  | 112        |
| 6.3 CRONOGRAMA VALORADO POR COMPONENTES Y ACTIVIDAD.....                         | 112        |
| 6.4 ORIGEN DE LOS INSUMOS .....  | 112        |
| <b>7. ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN.....</b>                            | <b>112</b> |
| 7.1 MONITOREO DE LA EJECUCIÓN .....  | 112        |
| 7.2 EVALUACIÓN DE RESULTADOS E IMPACTOS.....                                     | 112        |
| 7.3 ACTUALIZACIÓN DE LÍNEA DE BASE.....  | 113        |
| <b>8. ANEXOS (CERTIFICACIONES) .....</b>   | <b>113</b> |

## 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### 1.1 Nombre del Proyecto

“ESTUDIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE, CANTÓN BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS”

### 1.2 Entidad Ejecutora

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Baba

Máxima autoridad de la institución solicitante:

Ab. Jael Melo Olvera

Responsable del proyecto:

Dirección de Obras Públicas

### 1.3 Cobertura y Localización

Provincia: Los Ríos

Cantón: Baba

Parroquia: Guare

Coordenadas UTM WGS84 X= 644014, Y= 9814894; X= 644112, Y= 9814949; zona 17S (ver ilustración 1)

El número de viviendas servidas por el proyecto es de **107** viviendas habitadas, repartidas como se observa en la ilustración 2:

### 1.4 Monto

El monto total del proyecto asciende a **USD \$ 249,655.13** dólares americanos, valor que no incluye el IVA.

### 1.5 Plazo de Ejecución

El plazo de ejecución de la obra se establece en 3 meses.

### 1.6 Sector y Tipo de Proyecto

Sector: 3. Saneamiento ambiental

Subsector: 3.1 Agua potable

Institución responsable: GAD Municipal del Cantón Baba.



## 2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA

### 2.1 Descripción de la situación actual del área de intervención del proyecto

El crecimiento de la población en el cantón Baba y la consecuente ampliación territorial, ha dado lugar a que se implementen de manera urgente los servicios básicos en las áreas de expansión; no hay que olvidar además que la falta de sistemas de agua potable en una comunidad afecta primordialmente al área de salubridad y bienestar general de sus pobladores, incidiendo de forma directa en el desarrollo social.

Por tal motivo El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Baba bajo la administración de la Señorita Alcaldesa Abg. Jael Melo Olvera ha visto la necesidad de contratar los estudios de **CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN LA CABECERA CANTONAL DE BABA Y VARIOS SECTORES RURALES PARROQUIA ISLA DE BEJUCAL, PARROQUIA GUARE Y RECINTO LA CARMELA DEL CANTÓN BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS,** y con su pronta construcción garantizar la salud y por consiguiente el nivel de vida de los habitantes.

En el presente documento se desarrollan los diseños respectivos del sistema de agua potable del Centro poblado de Guare.

#### 2.1.1 Características geográficas

##### **UBICACIÓN**

El área de proyecto se localiza en la provincia de Los Ríos (gráfico 1), cantón Baba (gráfico 2), en la parroquia Guare (gráfico 3), en su cabecera parroquial (gráfico 4).



Gráfico 1

La Parroquia Rural de Guare pertenece al Cantón Baba de la Provincia de Los Ríos; con una superficie del 46.15% del área total del Cantón, equivalente a 233.48 km<sup>2</sup>, es una de las parroquias más extensas del mismo.

La Provincia de Los Ríos conjuntamente con las provincias de Guayas, Santa Elena y Galápagos. Forman parte de la zona 5 del ordenamiento territorial del país.

#### Limites:

Al Norte: Con el Cantón Vines y la Parroquia Puerto Pechiche del Cantón Pueblo Viejo.

Al Sur: Con la Parroquia Antonio Sotomayor del Cantón Vines y la Parroquia Baba.

Al Este: Con la parroquia Isla de Bejucal, la Parroquia San Juan del Cantón Pueblo Viejo y la parroquia Pueblo Viejo del mismo Cantón.

Al Oeste: Con la Parroquia Antonio Sotomayor del Cantón Vines y la Parroquia Vines del mismo cantón.

La Parroquia Rural de Guare está ubicada en la Latitud: -1.68333, Longitud: -79.7 en la Provincia de Los Ríos, en el Cantón Baba.

La cabecera parroquial de Guare se encuentra localizada en las coordenadas UTM WGS84 X= 644089, Y= 9815156 con una altitud promedio de 9.75 msnm (gráfico 4).

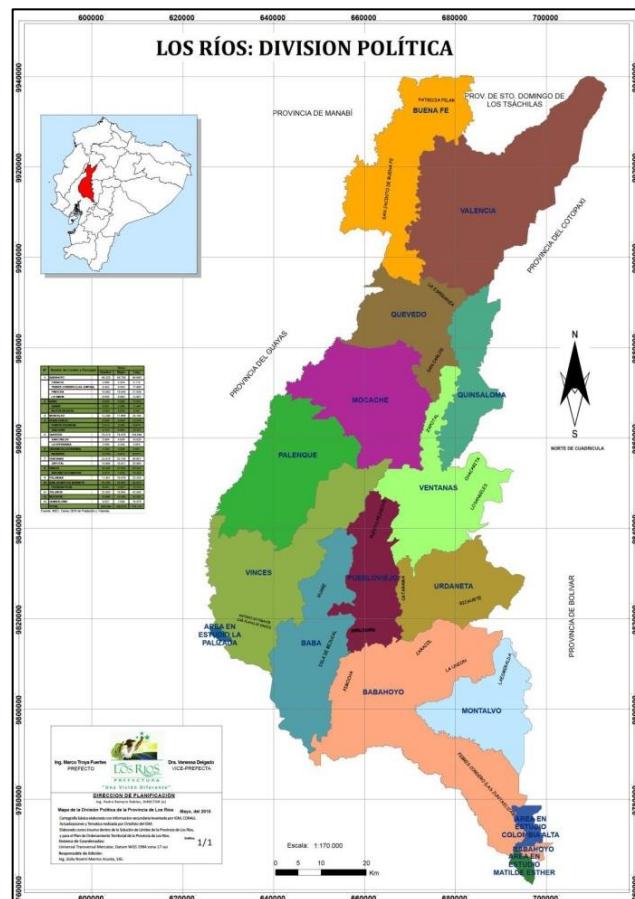


Gráfico 2

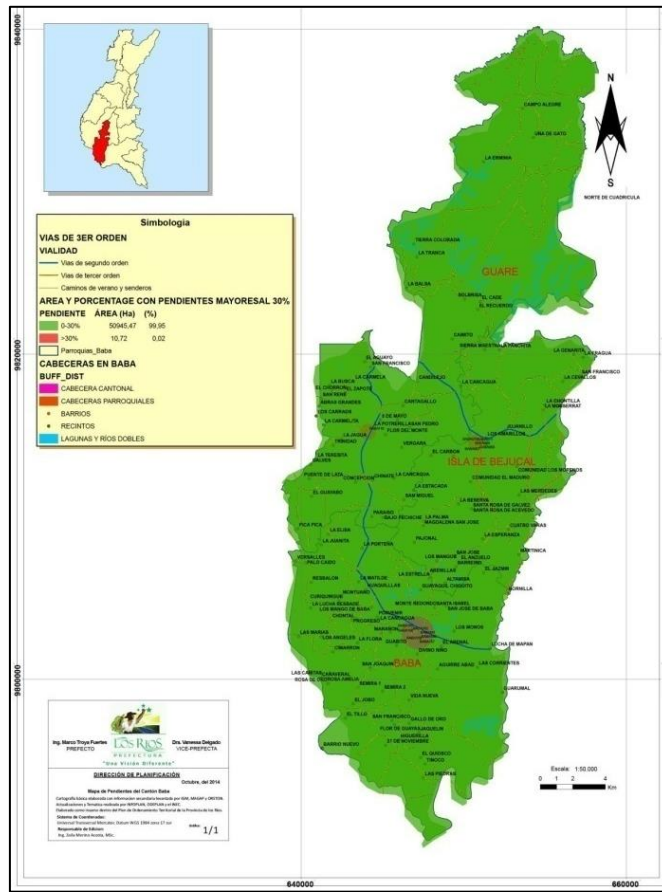


Gráfico 3

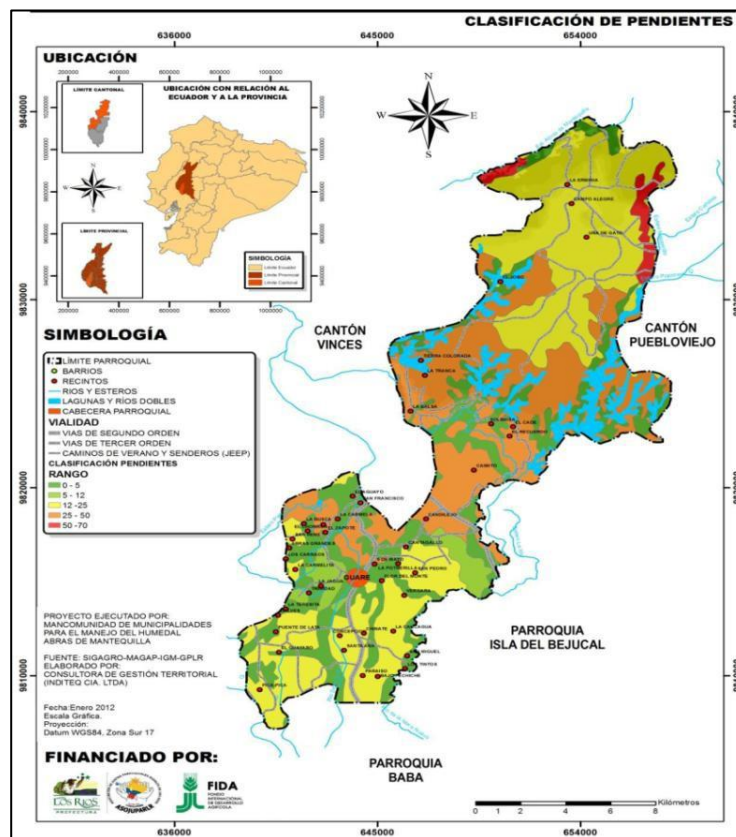


Gráfico 4

## MORFOLOGÍA

La Cabecera Parroquial de Guare se encuentra emplazada en un área aproximada de **24.6 (veinte y cuatro puntos seis)** hectáreas en su mayoría con zonas casi planas llegando a tener en ciertos lugares terrenos con pendientes desde el 0% hasta pendientes del 1.74% (ver lámina TOP-GUARE-01 en el anexo 8 “topografía”).

La zona poblada de la Cabecera Parroquial se extiende en una longitud aproximada de 1 km a ambos lados de la carretera asfaltada Baba-Vinces y se desarrolla sobre una planicie central de topografía uniforme, sin laderas ni colinas; a una cota promedio de 9.75 msnm, hacia el lado oeste el río Seco de Baba recorre de forma paralela a la comunidad en sentido norte sur (ver ilustración 3).

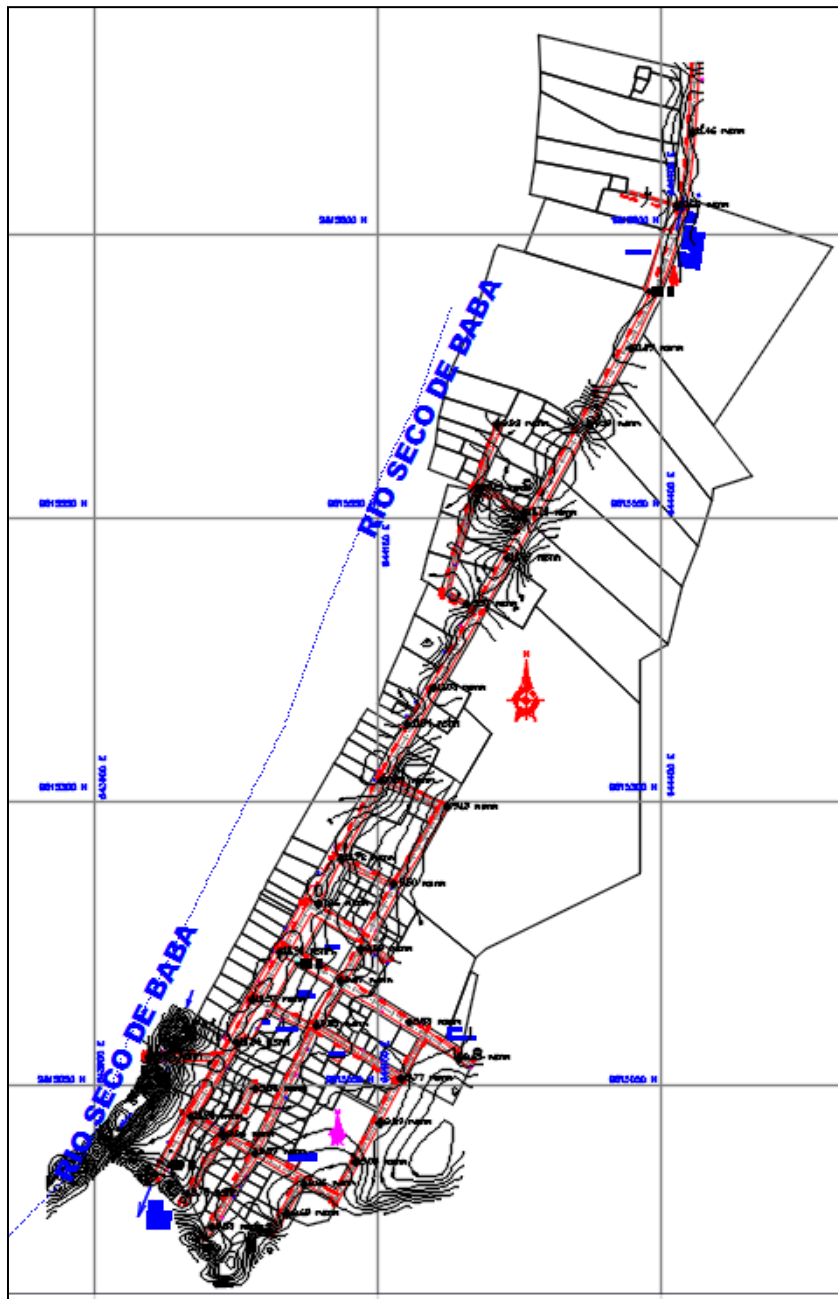


Ilustración 3

## CLIMA

El clima constituye un factor ambiental relacionado con la dinámica atmosférica de un territorio. Las condiciones atmosféricas están dadas por un conjunto de factores climáticos (precipitaciones, temperatura, nubosidad, humedad entre otros), físico y geográfico (relieve, altura, cobertura vegetal). La relación entre estos elementos define las características propias del clima de la zona, además influye en el desarrollo biológico de la flora y fauna. Baba posee un clima Tropical Mega Térmico Semi Húmedo. (ver gráfico 5).

El tipo de clima existente en la parroquia Guare, está caracterizado por sus dos periodos, uno correspondiente a la época lluviosa comprendida entre los meses de diciembre a mayo, con mayores precipitaciones en los meses de marzo y abril y la época seca, correspondiente al periodo de julio a noviembre.

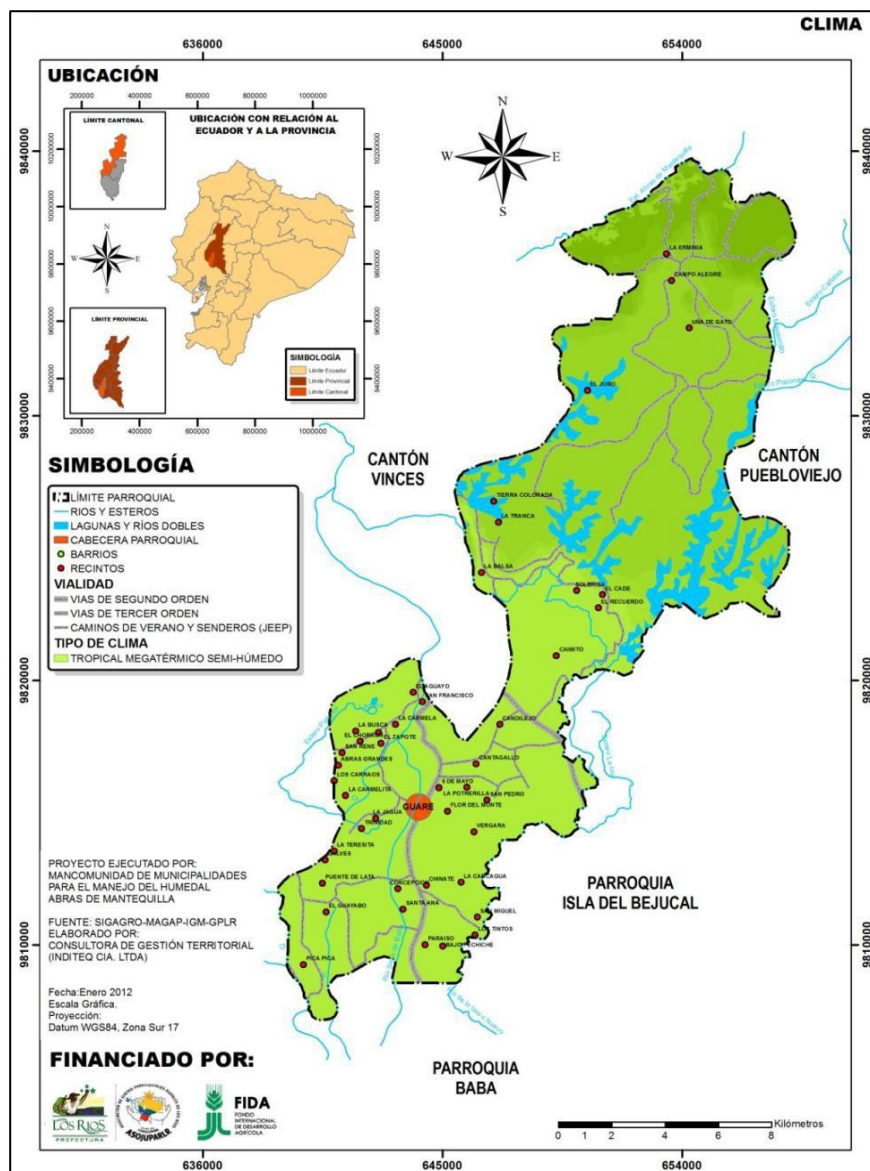


Gráfico 5

La temperatura es el parámetro meteorológico que indica la cantidad de energía calorífica acumulada en el aire. La temperatura depende de varios factores, entre estos la inclinación de los rayos solares, tipo de sustrato, dirección y fuerza del viento, latitud, altitud, proximidad de masas de agua, entre otros. Se presentan dos periodos en donde existe una variación de la temperatura, estableciéndose que en los meses de mayo a noviembre la temperatura es de 24°C a 26°C; en tanto que, de diciembre a abril las temperaturas alcanzan los 32°C y 36°C.

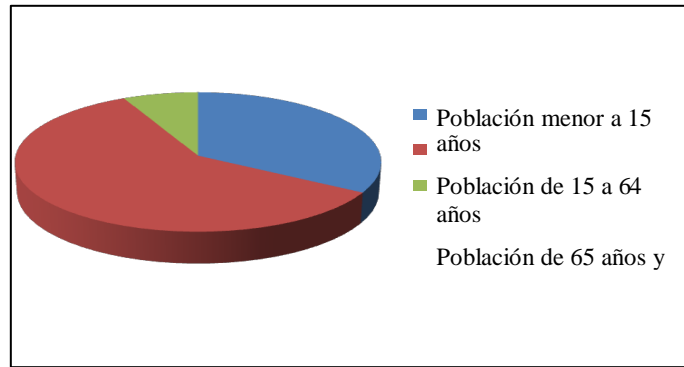
La lluvia se constituye en el más importante de los fenómenos meteorológicos para la superficie terrestre y la vida de los Seres Humanos. De la cantidad y el régimen de precipitaciones dependen la descomposición de las rocas, la formación de suelos, la erosión, etc. Las precipitaciones son muy importantes para la determinación del clima de un territorio, también su importancia radica en el elemento fundamental para el rellenado de acuíferos y provee a los sistemas naturales de cuencas y canales de irrigación.

Se establece que las sequías ocurren principalmente por dos situaciones, la primera estrictamente producida por fenómenos climáticos y la segunda debido a la inducción por prácticas agropecuarias, En la parroquia Guare, se establece un periodo de sequía de 5 meses siendo este entre los meses de julio a noviembre.

## **2.1.2 Características de la población**

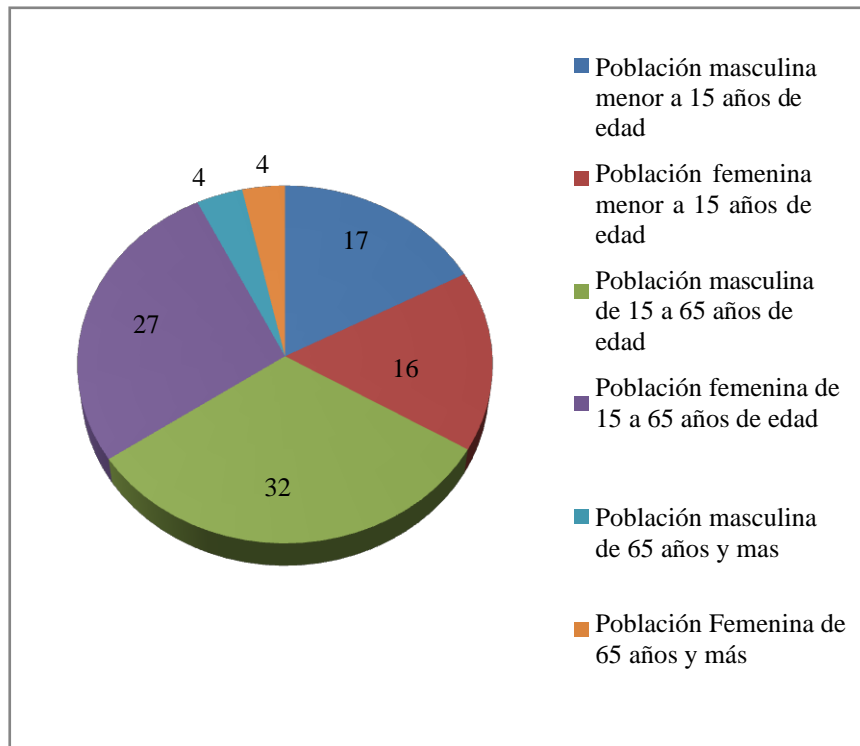
### ***Demografía***

De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda (INEC) del año 2010 la Población total de la parroquia Guare es 11.447 habitantes, de los cuales el 53% son hombres y el 47% mujeres, con relación al Cantón, la parroquia Guare representa el 29% de su población total, situación que la ubica como la segunda parroquia con más número de habitantes del cantón Baba. La estructura de la población, se analiza de manera gráfica a través de datos estadísticos básicos encontrados en el INEC, además esto permitirá detectar diferentes necesidades de equipamiento a nivel parroquial y su área de cobertura o servicio, por lo que se ha clasificado en cuatro grupos según las edades; siendo la primera y la más representativa la población infantil y de la niñez en sus niveles maternal, pre básica y básica, luego ubicamos en segundo lugar la comprendida entre los 5 a 19 años, edades que se las pueden identificar como la población estudiantil en su nivel primario y secundario, posteriormente en tercer lugar se ubica la población que se encuentra entre los 19 y los 65 años grupo económicamente activo o la que está en condiciones más idóneas para realizar actividades laborales, al final ubicaremos al grupo poblacional adulta y de la tercera edad los que se encuentran desde los 65 años en adelante (ver gráfico 6).



**Fuente: PDOT GADPR de Guare**

**Gráfico 6**



**Fuente: INEC, Censo Nacional de Población y Vivienda, 2010.**

**Gráfico 7**

La densidad poblacional de la Parroquia Guare es de 48,65 habitante /km<sup>2</sup>, aproximadamente, también se puede citar que la mayor concentración de los poblados está ubicada en la zona sur del territorio, en vista de que esta zona tiene las mejores condiciones agro productivas, no se puede dejar de mencionar que este sector es propenso a inundaciones, situación que indica que el crecimiento de los centros poblados se orientaron siguiendo el curso de los ríos. De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del 2010, las poblaciones de la parroquia Guare se autodefinen como se observa en la tabla 1 y gráfico 8:

| AUTODEFINICION                         | CANTIDAD |
|--|----------|
| Indígena                               | 67       |
| Afro-ecuatorianos / Afro-descendientes | 388      |
| Mestizo                                | 2485     |
| Mulato                                 | 58       |
| Montubio                               | 8222     |
| Blanco                                 | 162      |
| Otros                                  | 7        |

Tabla 1

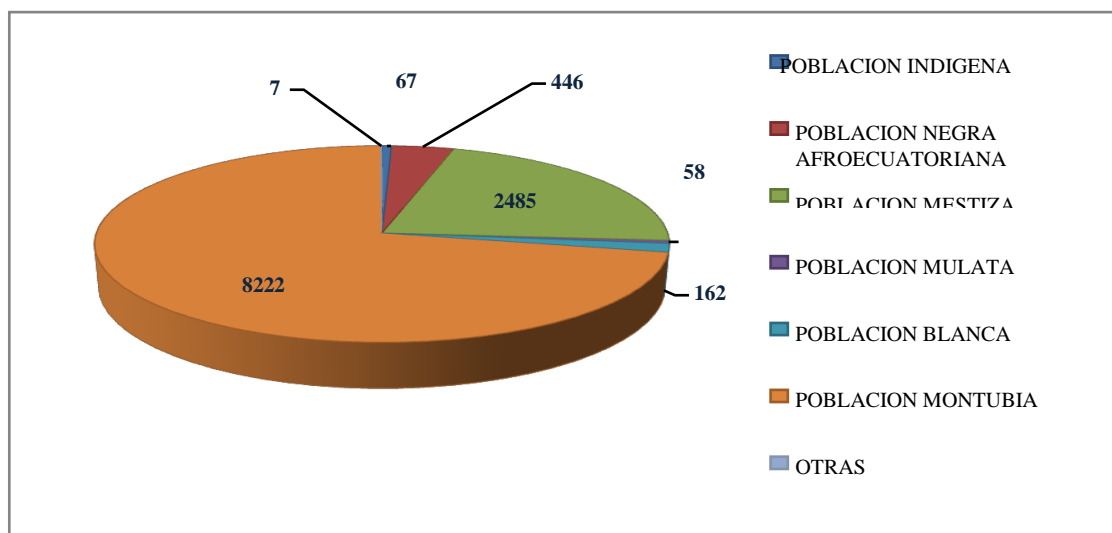



Gráfico 8

Después de procesar los resultados de la encuesta realizada en el sector, la misma que se presenta en el anexo 3 "Encuesta socio económica", se determina que actualmente (año 2019) existen **393 (trescientos noventa y tres)** habitantes en la Cabecera Parroquial de Guare.

Según información estadística del INEC, durante los años 1990 a 2001 la tasa de crecimiento poblacional en la parroquia rural de Guare fue de 0.85%, mientras que para el período comprendido entre los años 2001 al 2010 la tasa fue de 0.68% (ver tabla 2 y 3).




[www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)  
[www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com)  
 ECUADOR CUENTA CON EL INEC

### POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS

| Código   | Nombre de parroquia | 2010      |           | 2001       |           | 1990      |            | Tasa de Crecimiento Anual 2010-2010 |           |           | Tasa de Crecimiento Anual 1990 - 2001 |       |       |       |       |       |
|----------|---------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-------------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          |                     | Hombre    | Mujer     | Total      | Hombre    | Mujer     | Total      | Hombre                              | Mujer     | Total     | Hombre                                | Mujer | Total |       |       |       |
| Nacional |                     | 7,177,683 | 7,305,816 | 14,483,499 | 6,018,353 | 6,138,235 | 12,156,608 | 4,796,412                           | 4,851,777 | 9,648,189 | 1.96%                                 | 1.93% | 1.95% | 2.06% | 2.14% | 2.10% |
| 120250   | BABA                | 9,845     | 8,998     | 18,843     | 8,544     | 7,480     | 16,024     | 6,559                               | 5,896     | 12,455    | 1.57%                                 | 2.05% | 1.80% | 2.40% | 2.16% | 2.29% |
| 120251   | GUARE               | 6,067     | 5,380     | 11,447     | 5,804     | 4,961     | 10,765     | 5,208                               | 4,597     | 9,805     | 0.49%                                 | 0.90% | 0.68% | 0.99% | 0.69% | 0.85% |
| 120252   | ISLA DE BEJUICAL    | 4,853     | 4,538     | 9,391      | 4,404     | 3,992     | 8,396      | 3,796                               | 3,350     | 7,146     | 1.08%                                 | 1.42% | 1.24% | 1.35% | 1.59% | 1.47% |

FUENTE: CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA (CPV-2010)  
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (INEC)  
 ELABORADO POR: UNIDAD DE PROCESAMIENTO-DIRECCIÓN DE ESTUDIOS ANALÍTICOS ESTADÍSTICOS (DESAE) - GALO LÓPEZ LINDAO

Tabla 2



[www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)  
[www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com)  
 ECUADOR CUENTA CON EL INEC

### POBLACIÓN POR ÁREA, SEGÚN PROVINCIA, CANTÓN Y PARROQUIA DE EMPADRONAMIENTO

| Provincia | Nombre del Cantón | Nombre de la Parroquia | ÁREA   |        | Total  |
|-----------|-------------------|------------------------|--------|--------|--------|
|           |                   |                        | URBANO | RURAL  |        |
| Los Ríos  | BABA              | BABA                   | 5,368  | 13,475 | 18,843 |
|           |                   | GUARE                  | -      | 11,447 | 11,447 |
|           |                   | ISLA DE BEJUICAL       | -      | 9,391  | 9,391  |
|           |                   | <b>Total</b>           | 5,368  | 34,313 | 39,681 |

Tabla 3

## TRABAJO Y EMPLEO

Según el Código de la Niñez y Adolescencia, se considera apto para trabajar a partir de los 15 años. La Población Económicamente Activa de la parroquia Guare es de 3975 habitantes, población que a través de su accionar productivo genera la gestión económica del desarrollo, esta población representa el 34.79 % del total parroquial, mientras que la Población Inactiva es de 7513 y representaba el 65.21% del total, este último grupo representa un porcentaje elevado ya que involucra a la población estudiantil a los roles domésticos pues no tienen valor monetario, pero es representativo al momento de cuantificar el tipo de labor que realiza una parte importante de la población. Así como también la población con alguna discapacidad y de la tercera edad incluida los jubilados.

De la encuesta realizada en el sector cuyos registros se indican en el anexo 3 y la tabulación de información se observa en la tabla 4, se obtienen los siguientes resultados:

### **Servicio eléctrico:**

El **97.20%** de los encuestados SI tienen acceso al servicio

El **2.80%** de los encuestados NO tienen acceso al servicio

### **Calidad del agua de consumo:**

El **0.00%** de los encuestados define como MUY BUENA la calidad que obtiene de la red

El **11.21%** de los encuestados define como BUENA la calidad que obtiene de la red

El **32.71%** de los encuestados define como REGULAR la calidad que obtiene de la red

El **45.79%** de los encuestados define como MALA la calidad que obtiene de la red

El **10.28%** de los encuestados define como MUY MALA la calidad que obtiene de la red

### **Tratamiento del agua realizado en los hogares:**

El **28.04%** de los encuestados HIERVE el agua para consumo.

El **0.00%** de los encuestados FILTRA el agua para consumo.

El **0.93%** de los encuestados COLOCA CLORO el agua para consumo.

El **5.61%** de los encuestados NO APLICA NINGUN TRATAMIENTO al agua para consumo.

El **64.49%** de los encuestados CONSUME AGUA EMBOTELLADA el agua para consumo.

### **Servicio de alcantarillado sanitario:**

El **44.86%** de los encuestados SI tiene servicio de alcantarillado sanitario.

El **43.93%** de los encuestados NO tiene servicio de alcantarillado sanitario.

### **Inundaciones:**

El **60.75%** de los encuestados SI sufre de inundaciones en período de lluvias.

El **39.25%** de los encuestados NO sufre de inundaciones en período de lluvias.



## **RELACION ENTRE SECTORES ECONOMICOS**

Los resultados de la investigación, indican que los productos de los recintos se venden o entregan a intermediarios, para la venta nacional el 75%, el 23% lo hacen mediante la venta directa al consumidor y solamente el 2% lo hacen para exportación.

En el primer caso los pequeños productores al no estar bien organizados, y siendo su producción en volúmenes pequeños, permite a los intermediarios imponer los precios a la producción y de acuerdo a sus condiciones, lo que influye para que la diversidad de la producción de los pequeños agricultores disminuya cada vez más.

En el segundo caso, los agricultores que vende los productos de manera directa al consumidor, la rentabilidad es mayor que los que realizan mediante el intermediario, pero la situación es compleja puesto que la venta lo hacen a través de precios bajos cuya rentabilidad no es la esperada y por ello en ocasiones les alcanza únicamente para pagar las deudas agrícolas adquiridas y para el sustento familiar.

Los productos se venden en la misma capital de su cantón en un 40%, en su barrio o recinto es decir la producción es para consumo local en un 30% y en otras ciudades con un porcentaje similar al anterior (30%).

## **PRINCIPALES PRODUCTOS**

La parroquia Guare posee una superficie de 23.528 hectáreas, de las cuales 8536 hectáreas están cultivadas de pasto y ciclo corto en un porcentaje de 50% cada uno, seguido de 6022 hectáreas cultivadas de pasto natural (70% y 30% de bosque natural; 3582 hectáreas corresponde a pasto cultivado, el cultivo de banano ocupa 2074 hectáreas, que corresponden al 8.82%, el 100% de cultivos de ciclo corto equivalen al 3.71% de la superficie territorial (872 has), en 496 hectáreas se destina la arboricultura tropical que representa los frutales y finalmente las zonas arroceras son el 0.05% (127 has).

La Parroquia Guare ocupa el primer lugar la producción del banano con el 98.40%, en segundo lugar, el plátano con el 0.86%, como el tercer producto de importancia en la producción parroquial está el cacao con el 0.21%, y los otros productos como el aguacate, mamey, mango, marañón, zapote, guaba y caña guadua, se cultivan mismos que se intercalan con cultivos de cacao en porcentajes menores.

## **CADENAS PRODUCTIVAS**

El 80.64% de la población económicamente activa son jornaleros o peones el 51.04% y por cuenta propia el 23.05% refiriéndose este grupo a los pequeños finqueros los mismos que se dedican al cuidado de sus parcelas.

## **ESTABLECIMIENTOS**

En la parroquia rural de Guare no existen centro de acopio para los agricultores deben hacerlo si fuera el caso en los centros de acopio zonales o a su vez dejar sus cosechas en manos de intermediarios que desvalorizan los productos, reduciendo de esta manera las utilidades para el agricultor que se ve obligado a vender sus productos al precio que estas personas quieren.

## **FACTORES PRODUCTIVOS**

Según Censo Agropecuario del año 2000 tenemos que la distribución de las unidades productivas de auto subsistencia en la Parroquia corresponden a un total de 318, siendo las propiedades que oscilan entre 1 a 20 hectáreas las que mayoritariamente se asientan en el territorio (propiedades que pertenecen a los pequeños productores), pero de acuerdo a la extensión o superficie, tenemos que las propiedades cuyos rangos son mayores a las 100 hectáreas, abarcan el mayor porcentaje territorial con el 72.15% con relación a las propiedades con rangos que oscilan desde 1 hectáreas a las 100 hectáreas (27.85%). Situación que nos evidencia un marcado latifundio con respecto a la tenencia de la tierra por parte de las grandes haciendas con relación a los pequeños y medianos productores.

La principal actividad económica de la población de Guare es la agricultura que la realiza como jornaleros en las bananeras aledañas; existen pequeños comercios de víveres, abarrotes y comestibles y 01 comedor que funciona diariamente, en feriados y fines de semana.

Los cultivos que se realizan en pequeñas fincas particulares son maíz, cacao, café.

## **PRESENCIA DE PROYECTOS NACIONALES ESTRATEGICOS**

En la parroquia rural de Guare encontramos el Proyecto Dauvin, mismo que ayudara a ejercer un control técnico en lo que se refiere al problema de inundaciones y además prestara apoyo al sector productivo de la zona, dotándole de fuentes hídricas para apaliar la crisis en el tema de riego buscando de esta manera fortalecer la producción general y mejorar las condiciones de vida de esta población.

## **SECTOR FINANCIERO**

Es importante indicar que los créditos que el estado otorga a través de los Banco Nacional de Fomento (BNF) y Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (BIESS), solamente llegan al 5% de los recintos, siendo estos el recinto la Erminia y el centro parroquial, los demás no se benefician de estos préstamos estatales por las dificultades y requisitos que demandan su trámite, siendo los chulqueros los que más créditos otorgan con un 33.33%, convirtiéndose estos prestamistas como los que mueven la economía del mercado chico, el estado y los bancos privados en cuanto se refiere a porcentajes son los segundos entidades responsables en otorgar créditos, con el 7.69% y 5.13% respectivamente. El Estado mediante el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP), viene apoyando en mayor proporción a los pequeños productores, según los datos obtenidos en la encuesta Social, Económica y Ambiental realizado a los líderes de los recintos y barrio de la parroquia, mencionan que el 58% de los

productores no se han beneficiado con estos aportes del estado, el 35% si se han beneficiado de este apoyo estatal, el 5% dicen no conocer de estos beneficios por parte del estado hacia los productores.

## **EDUCACIÓN**

Uno de los pilares fundamentales de desarrollo en un territorio lo constituye la educación, además es uno de los derechos fundamentales del Buen Vivir establecido en la Constitución de la República, también es considerada como indispensable para el conocimiento, el ejercicio de los derechos, aporta en la construcción de un país soberano y se constituye en un eje estratégico fundamental para un verdadero desarrollo nacional. La parroquia Guare cuenta con 29 centros educativos para un total de 2379 estudiantes, con un promedio general de 82 estudiantes por escuela. El promedio de estudiantes por docente en la parroquia es de 19 alumnos por profesor, finalmente en la parroquia Guare la disponibilidad de aulas por el número de estudiantes es de 84 aulas, con un promedio de 28 estudiantes por aula. En este contexto es necesario anotar que el 35% de los recintos no cuentan con centros educativos, en donde los niños tienen que movilizares varios kilómetros para llegar a los recintos que poseen infraestructura educativa.

En la Parroquia Guare existen 8 establecimientos educativos que no cuentan con energía eléctrica, en donde estudian 652 estudiantes aproximadamente. Así también el 100% de los centros educativos existentes no poseen agua potable. En la cabecera parroquial de Guare el aspecto educativo está atendido por la escuela General Villamil de educación básica con 11 docentes que educan a 279 estudiantes. Existe la Unidad educativa “Guare” que es colegio Técnico con especialidad en Agronomía con la asistencia de 215 estudiantes.

A continuación, en las tablas 5 al 8 se muestran las tasas de asistencias de las personas que habitan en la Parroquia Rural de Guare, a los diferentes niveles del sistema de educación en nuestro país.

### **TASAS DE ASISTENCIA A LA EDUCACION EN LA PARROQUIA RURAL DE GUARE**

| <b>INDICADORES</b>                                | <b>PORCENTAJES</b> |
|---|--------------------|
| Tasa neta de asistencia en Educación Básica       | 90.2               |
| Tasa neta de asistencia en Educación Primaria     | 90.5               |
| Tasa neta de asistencia en Educación Secundaria   | 47.2               |
| Tasa neta de asistencia en Educación Bachillerato | 35.5               |
| Tasa neta de asistencia en Educación Superior     | 4.14               |

**Tabla 5**

**TASAS DE ASISTENCIA DE LA POBLACION FEMENINA A LA EDUCACION EN LA PARROQUIA RURAL DE GUARE**

| INDICADORES  | PORCENTAJES |
|--|-------------|
| Tasa neta de asistencia en Educación Básica de la población femenina       | 90.1        |
| Tasa neta de asistencia en Educación Primaria de la población femenina     | 91.0        |
| Tasa neta de asistencia en Educación Secundaria de la población femenina   | 49.4        |
| Tasa neta de asistencia en Educación Bachillerato de la población femenina | 39.7        |
| Tasa neta de asistencia en Educación Superior de la población femenina     | 5.5         |

**Tabla 6**

**TASAS DE ASISTENCIA DE LA POBLACION MASCULINA A LA EDUCACION EN LA PARROQUIA RURAL DE GUARE**

| INDICADORES   | PORCENTAJES |
|---|-------------|
| Tasa neta de asistencia en Educación Básica de la población masculina       | 90.2        |
| Tasa neta de asistencia en Educación Primaria de la población masculina     | 90.0        |
| Tasa neta de asistencia en Educación Secundaria de la población masculina   | 45.2        |
| Tasa neta de asistencia en Educación Bachillerato de la población masculina | 31.4        |
| Tasa neta de asistencia en Educación Superior de la población masculina     | 2.9         |

**Tabla 7**

**TASA DE ANALFABETISMO  
EN LA PARROQUIA RURAL DE GUARE**

| INDICADORES                                     | PORCENTAJES |
|---|-------------|
| Tasa de Analfabetismo                           | 17.2        |
| Tasa de Analfabetismo en la población femenina  | 16.2        |
| Tasa de Analfabetismo en la población masculina | 18.0        |

**Tabla 8**

**SALUD**

La salud es otro de los puntos de vital importancia en la Parroquia Rural de Guare, por lo que esta cuenta con dos Subcentros de Salud, mismos que pertenece a la Dirección Provincial de Salud de Los Ríos área N°6, ubicándose uno en el centro parroquial diagonal al parque central en Guare y el otro en el Recinto La Carmela.

La atención en estos subcentros de salud son de tipo ambulatorios recibiendo visitas periódicas del médico y odontólogo, su cobertura básicamente es de carácter rural, estas son unidades operativas enfocadas a las actividades básicas de fomento, prevención, promoción y recuperación de la salud, esto quiere decir vacunación, control a menores de hasta 5 años, control a embarazadas, planificación familiar y medicina general, incluyendo atención del parto normal, enfermería y atención odontológica. Su relación de información y dependencia es con la jefatura de Área N° 6, con un horario de atención de ocho horas diarias, con una atención promedio de 20 a 35 pacientes diarios en cada uno de los subcentros. Según datos estadísticos el 40% de las familias se hacen atender en los subcentros de la cabecera parroquial o recinto, es decir, el 32% lo hacen en el centro de salud cantonal esto se refiere al hospital de Baba, el 25% en los subcentros de salud de otro territorio y el 3% no visitan centros de salud alguno, ya que basan en la medicina ancestral y natural.

Dentro del contexto de salud debemos analizar el índice de mortalidad dentro de la Parroquia Rural de Guare, encontrando que la tasa de mortalidad infantil, es de 5.9 niños por cada 1000 nacidos vivos, la tasa de mortalidad en la niñez es de 7.3 niños por cada 1000 nacidos vivos y la tasa de mortalidad neonatal es de 5.9 por cada 1000 nacidos vivos. Siendo la principal causa de las muertes en la población infantil y neonatal los trastornos respiratorios específicos del periodo perinatal con el 25.2%; luego tenemos las malas formaciones congénitas, deformaciones y anomalías cromosómicas con el 17.50%; sepsis bacteriana del recién nacido, con el 12.10%; con el 9.2% retardo del crecimiento fetal; desnutrición fetal, gestacional, entre las principales.

La morbilidad se considera en base a la proporción de la población que sufrió algunos tipos de enfermedades, teniendo como resultado que las enfermedades que afectaron a la población en mayor escala son las relacionadas a la hipertensión con el 97.44%, colesterol el 92.31% producto del mal hábito alimenticio, enfermedades respiratorias y artritis, con el 87.18% y 79.49% respectivamente, por lo que hay que tener en cuenta que una de las causas de las enfermedades respiratorias son producto del uso de productos químicos utilizados para las actividades agrícolas; la diabetes, la depresión y las enfermedades del corazón son otros síntomas que afecta a la población en proporciones considerables, con el 76.92%, 71.19% y 64.10% respectivamente; otro grupo de enfermedades que producen gran preocupación son las enfermedades relacionadas a la obesidad y gastritis/ulcera, dolencias que afectan a la población en porcentajes del 58.90% y 74.36% respectivamente; el alcoholismo, tabaquismo y drogas, en un 61.54%, 56.41% y 15.38% respectivamente. Finalmente, las relacionadas con los ojos, cáncer, sida y estreñimiento son problemas que padece la población en menor porcentaje.

En la cabecera parroquial de Guare, la salud de Guare está atendida por un Sub Centro de Salud dependiente del Ministerio de Salud Pública con atención de consulta externa y atención dental.

Las enfermedades mayor incidencia en la población son la parasitosis y enfermedades de la piel.

Una parte de esta comunidad dispone de alcantarillado sanitario cuyas descargas son conducidas por gravedad hasta una pequeña planta de tratamiento; en las zonas periféricas las viviendas descargan en pozos ciegos con infiltración en el terreno.

La recolección de la basura se realiza diariamente en forma manual con carretillas y la amontonan en determinados lugares y así mismo diariamente por la tarde viene el recolector del Municipio de Baba que la transporta hasta el botadero municipal de esa ciudad.

### ***Servicio de Agua Potable***

Según Censo Nacional de Población y Vivienda realizada en el año 2010 nos indica que lo que se considera como agua potable es la que se suministrada a través de la red pública. De acuerdo a esto podemos apreciar que solamente el 12.04 % del total de las viviendas reciben el agua de la red pública, la mayoría de las viviendas con 84.24% se abastecen a través de pozos; el 1.21% se proveen de los ríos canales y acequias y el 2.52% lo hacen mediante carros repartidores. Las características de este recurso es uno de los factores importantes al interior de la población, en vista de que el 47% mencionan que es mala y deficiente. Apoyando este criterio el 60% que dicen que no ha mejorado la cantidad o caudal por lo que sienten que no tienen agua segura, lo que incide en la salud de las familias.

El agua para consumo humano que se entrega a las comunidades del cantón Baba es tomada de fuentes subterráneas, las mismas que contienen Hierro y Manganeseo en cantidades que superan al límite máximo establecido en la NORMA NTE INEN 1108, destacando a su vez, que de acuerdo a los resultados de los análisis bacteriológicos están exentas de coliformes.

De acuerdo a las indicaciones del Operador del Sistema del Agua Potable de Guare, éste fue construido hace cerca de 38 años, y las tuberías de distribución se han ido instalando a medida que va creciendo la población, lo que ha traído como consecuencia un desbalance de las presiones inicialmente calculadas.

El Sistema de abastecimiento de agua para la cabecera parroquial de Guare está compuesto por las siguientes unidades:

- Captación de dos pozos profundos
- Tanque elevado (fabricado en hormigón armado) o de presión de 30 metros cúbicos de capacidad y torre de hormigón armado con altura de 9.50 metros
- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias

### ***Servicio de Alcantarillado***

Los datos del Censo de Población y Vivienda INEC. 2010 indica que existe una reducida cobertura del sistema de alcantarillado, apenas cubre el 1.80% de las viviendas, el 46.50% tienen conectado a pozo séptico y pozos ciegos, los mismos que en épocas lluviosas colapsan y se convierten en focos de contaminación, debido a que las fuertes precipitaciones (lluvias) provocan inundaciones que se mezclan con las excretas humanas, sumándose a ello que el 37.14% no tienen ningún tipo eliminación o evacuación de aguas servidas, contaminando de esta manera el suelo y agua. Además de acuerdo a conversaciones mantenidas con líderes de los recintos y barrio, podemos observar que la red de alcantarillado es deficiente en la Parroquia, alcanzando su cobertura o servicio únicamente en la cabecera parroquial, mientras que el resto de los recintos y barrios evacuan las aguas grises o excretas en los pozos sépticos y ciegos.

### ***Vialidad***

En la parroquia Guare no existen oficinas de cooperativas de transporte; la carretera es parte de la ruta de paso de las cooperativas de transporte Ciudad de Vinces, Transporte Espejo y Salitre. Hay una Y de bifurcación en donde un ramal va con destino a Vinces y el otro ramal a Babahoyo, Guayaquil o Quevedo; por esta ruta también circula la cooperativa de transporte Baba con recorrido Baba-Guare-Isla de Bejucal con turnos diarios cada media hora.

No Existe servicio de taxis o camionetas para el transporte interno y entre las comunidades cercanas; este servicio lo realizan en motos de alquiler con capacidad para 01 sola persona.

### ***Instituciones representativas de la Parroquia***

La Iglesia Católica que abre sus puertas sólo los domingos para las catequesis y cuando hay algún difunto que le celebran una misa de cuerpo presente.

Sub Centro de Salud, para consulta externa de medicina general, obstetricia y atención dental; también cuenta con el servicio de farmacia en donde el paciente recibe la medicación sin costo alguno.

Dos iglesias evangélicas, con sesiones o cultos tres veces por semana y los fines de semana.

Cuerpo de Bomberos: es una pequeña oficina en donde atiende una señorita preparada por defensa civil; posee unos pocos extinguidores de fuego y en caso de un siniestro o flagelo que no puede ser controlado, llama telefónicamente a la Central de Baba.

Junta Parroquial, conformada de acuerdo a lo establecido en la ley comparte su oficina con la Tenencia Política. Ambas instituciones públicas atienden en 2 jornadas de lunes a viernes en horario de 08 horas a 12 y de 13 a 17 horas.

UPC de la Policial Nacional, con capacidad para vivienda de 13 personas, pero generalmente sólo pernoctan 2 o 3 elementos.

Defensa Civil, existe la oficina, pero permanece cerrada sin ninguna persona que atienda.

Oficinas de Pacifictel, existe la torre y la antena para el servicio de telefonía fija y celular, pero no hay atención personal en la oficina que permanece cerrada; cuando se produce algún daño en las líneas se debe llamar a un número telefónico para reportar el daño y solicitar su reparación.

Cuentan además con un Parque Central, Cancha cubierta con práctica de deportes los días domingos y también es cedida para la realización de algún evento cultural.

Cementerio general, que todavía se lo considera alejado de la zona urbana.

Disponen del servicio nacional de energía eléctrica durante las 24 horas del día; así mismo la población dispone de telefonía fija.

Las calles no tienen nombre, debido a lo cual para la ubicación de las distintas unidades del Sistema tomaremos como punto referencial el UPC de la Policía Nacional, el mismo que se encuentra ubicado frente a la esquina sur occidental de la Cancha Cubierta.

### **Definición del área en estudio**

Luego de revisar la información disponible sobre el área en estudio (Catastro Municipal), se observa que el centro poblado de Guare está emplazado en un área rural de **24.6 hectáreas** (ver lámina TOP-GUARE-01 en el anexo 8 "topografía") como se menciona también en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2014-2019), donde luego de las respectivas proyecciones de población (indicadas en el numeral 4.1.3), la misma no llega a los 500 habitantes; además aspectos ya

mencionados como la población económicamente activa, los ingresos económicos de la comunidad, nivel de educación, y servicios básicos actuales (ver mapa 1) establecen que para la proyección e implantación de sistemas sanitarios se lo realizará primordialmente mediante lo establecido en la Norma CO 10.7-602 (NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL).



**Mapa 1** La zona en café es comercial de mayor valor, zona celeste área residencial y sin uso

## **2.2 Identificación, descripción y diagnóstico del problema**

### ***DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA EXISTENTE EN LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE***

El sistema actual de abastecimiento de agua cubre el área total de la comunidad, es decir 24.6 hectáreas son servidos por la red existentes; en el área de estudio el agua para consumo humano es captada de forma subterránea (pozos existentes), debido a que es una zona de producción agrícola en donde se encuentran mayormente plantaciones de banano, y no está debidamente contralada la descarga de compuestos químicos utilizados para el proceso de producción, contaminando de esta manera las aguas superficiales y provocando que el proceso de potabilización sea más complejo y en consecuencia con mayor inversión económica.

De acuerdo a las indicaciones del Operador del Sistema del Agua Potable de Guare (en el municipio no se encuentra documentación al respecto), éste fue construido hace 38 años, y las tuberías de distribución se han ido instalando a medida que va creciendo la población, lo que ha traído como consecuencia un desbalance de las presiones inicialmente calculadas (ver esquema 1). El Sistema de



COTA = 9.28 msnm

Profundidad = 90.00m

Caudal = 9.24 l/s

El Pozo No. 1 (ver foto 1, 2 y 3) está situado frente al Tanque Elevado actual, a unos 60 metros al sur oriente de la cancha cubierta de la Parroquia. Según la información proporcionada por el Operador del Sistema, el pozo No. 1 tiene 40 metros de profundidad; la bomba sumergible es de 3.0 H.P, está instalada a 18 metros de profundidad y descarga un caudal de 6.59 l/s en el mes de diciembre correspondiente al período de invierno como se observa en el gráfico 5, luego se impulsa el flujo de agua hacia el tanque elevado en tubería de PVC de 63 mm (ver foto 4).



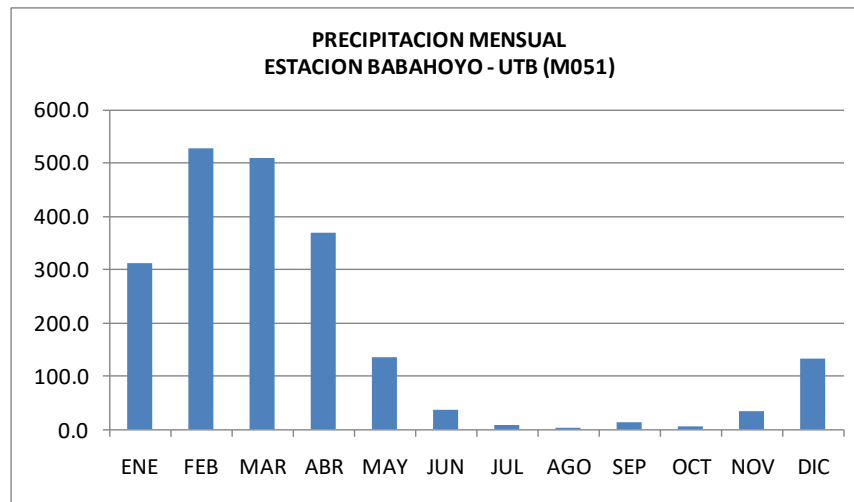
Foto 1



Foto 2



Foto 3



**Gráfico 5**

Este equipo es el que generalmente bombea el agua para el consumo de la Cabecera Parroquial de Guare durante 16 horas diarias distribuidas de la siguiente manera: 9 horas por la mañana de 04 a 13 horas y 7 horas por la tarde, de 14 a 21 horas.

El Pozo No. 2 (construido en el año 2012 ver foto 5 y 6) está ubicado al sur del Pozo No. 1 a una distancia aproximada de 300 metros en línea recta, se indica que el día de la evaluación la bomba del Pozo No. 2 estaba fuera de servicio por daños en el sistema eléctrico del cuadro de control (ver foto 7).



**Foto 4**



Foto 5



Foto 6

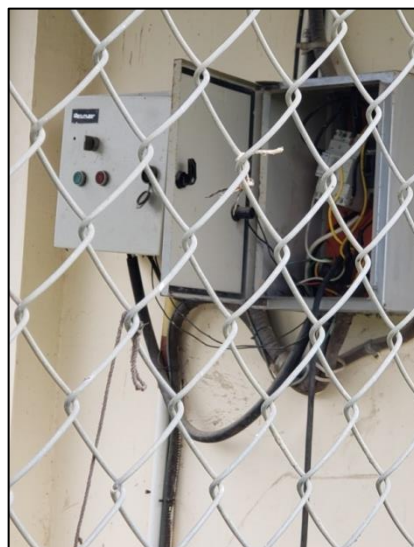


Foto 7

Según la información proporcionada por el Operador del Sistema, el pozo No. 2 tiene una profundidad de 93 metros la bomba una potencia de 3 H.P. y está colocada a 36 metros de la superficie; tanto el pozo como la cisterna y el cárcamo de bombeo están ubicados en un mismo sitio en terreno Municipal.

Cuando este pozo está en servicio, se bombea 9.24 l/s en el mes de diciembre a un tanque de hormigón armado de Reserva Bajo de 37.00 m<sup>3</sup> de capacidad (ver foto 8) que se encuentra en perfectas condiciones estructurales motivo por el cual se las unirá mediante un pasamuro de 110mm de diámetro; desde la reserva baja, con una bomba superficial de 15 H.P. se bombea el agua y la envía al Tanque Elevado actual durante las 24 horas del día, con paradas cada 20 minutos.



Foto 8

El agua es bombeada sin ningún tratamiento previo para eliminar el hierro y manganeso; tampoco se realiza cloración pues no hay ni el equipo ni las instalaciones correspondientes en el área del pozo N°1 que es el que suministra el agua a la comunidad.

El tanque elevado es aquel que está ubicado al frente del Pozo No.1, y sirve como Tanque de Carga para dar presión al flujo en la red.

#### **Tratamiento.-**

Como ya se ha mencionado, el agua que sale de los pozos profundos no recibe ningún tratamiento previo antes de ser entregada a la comunidad, es decir se la entrega cruda; la presencia de hierro y manganeso en el agua causa malestar en la población que en su gran mayoría se abstienen de beberla directamente y en su lugar adquieren el agua de botellón o bidón.

Se debe indicar que en el terreno de implantación del pozo No. 2 al momento de la visita se observó una pequeña planta de tratamiento tipo "Paquete" (ver foto 9) que igualmente tiene dañado uno de sus componentes eléctricos y que al decir del Operador, este componente eléctrico es el que inyecta a la Planta un polímero del cual se desconoce su composición y finalidad y que el departamento correspondiente del GAD Municipal dice que es para eliminar hierro y manganeso pero que desconocen su capacidad.

Cuando estaba en funcionamiento, el pequeño caudal tratado recibía el polímero y también cloro, y en estas condiciones lo mezclaba con el agua cruda del Pozo Profundo No. 2 y ésta mezcla descontrolada era enviada al Tanque Elevado para su distribución a la población de Guare.



Foto 9

La mencionada planta fue instalada y puesta en marcha en el año 2012, estando en servicio durante 2 años a partir del cual a decir del operador el caudal de ingreso era superior a la capacidad de la planta y al necesario para dar servicio a la comunidad, luego se ha observado daños eléctricos (ver foto 10 y 11) en el cuadro de control (térmico de la bomba de inyección del coagulante) y daños en los accesorios de la bomba superficial (brida, reductor y manómetro) que impulsa el agua desde la cisterna hacia el tanque elevado (ver foto 12).



Foto 10

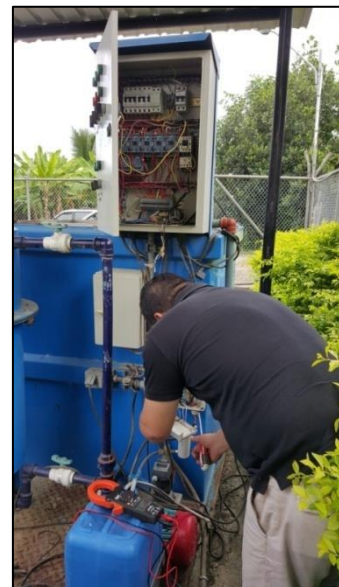


Foto 11



Foto 12

Las dimensiones de la planta paquete son de 1.20X1.20 m con una capacidad de tratamiento de **0.50 l/s**, el sistema de tratamiento comprende la coagulación, desinfección y filtración (ver fotos 13 y 14).



Foto 14



Foto 13

Al ingreso en la primera cámara se añade el coagulante que junto a un agitador producen las acciones necesarias para que se genere el proceso de coagulación y floculación; luego se pasa a un decantador lamelar (placas paralelas y con una inclinación de 60°) para separar los elementos semipesados y pesados en suspensión que tiene el agua en su composición.

El decantador tiene como función aumentar la superficie de decantación y crear un flujo laminar, los sólidos resbalan por la pendiente de las placas hacia el fondo del decantador y el agua limpia fluye por la superficie. El agua cae a los vertederos recogedores y hacia la cámara de salida para luego pasar al filtro de antracita para retener los coloides y partículas en suspensión de tamaño superior a 40 micras.

El caudal para procesar en el presente proyecto es de **0.88 l/s (ver numeral 4.1.6 “Caudales de diseño”)**, siendo que la planta tiene una capacidad para **0.50 l/s**, es recomendable efectuar un mantenimiento básico y trasladarla a una comunidad con menor población para brindar el servicio de potabilización de agua (en el anexo 20 “Evaluación y diagnóstico” se presenta con mayor detalle la evaluación del sistema actual).

### **Tanque de Presión o de Carga.**

Tiene una capacidad de almacenamiento de 30 metros cúbicos (construido en hormigón armado). Está asentado sobre una torre elevada 9,50 metros de altura sobre el nivel del suelo (construida en hormigón armado cuyo análisis estructural se encuentra en el anexo 6 “Diseño estructural”), lo que le imprime presión al flujo de agua para que pueda llegar a las viviendas actualmente construidas sin embargo las presiones son inferiores a las recomendadas (ver tabla 9) (ver anexo 20 “Evaluación y diagnóstico”).

La torre de apoyo del tanque está conformada por 4 columnas de hormigón armado arriostradas por vigas transversales (ver foto 15).



**Foto 15**

Analizada la estructura de la torre que sostiene al tanque de reserva o de carga se observa que las vigas transversales de arriostramiento de las columnas se encuentran con falla estructural en todos los puntos de unión o arriostramiento con la columna, lo que implica un peligro potencial para la estabilidad del tanque, por lo que se recomienda realizar el derrocamiento de ésta estructura (el reforzamiento implica mayor costo económico) y la reubicación del tanque en otro sitio más alejado de las viviendas, pues su ubicación actual también causa temor a los habitantes del sector ya que la misma se encuentra muy cercana a las casas. Se adjunta por separado el Informe Estructural de la torre (anexo 6 “Diseño estructural”).

#### **Red de distribución.-**

La red de distribución está conformada por tuberías de PVC cuyos diámetros son de 110, 63, 50 y 32 mm (verificación con trabajo de campo, ver anexo 4 “planos” lámina SAC-GUARE-01) si bien la red llega a todos los sectores de la comunidad al ser construida sin un respaldo técnico sino únicamente instalada a medida que se ha extendido la población y en los diámetros disponibles, las presiones obtenidas (ver anexo 20 “Evaluación y diagnóstico”) se encuentran con magnitudes inferiores a las recomendadas en la norma CO 10.7-602 (ver tabla 9) en el numeral 5.6 “Distribución de agua potable” en donde se indica que la presión dinámica mínima en la red debe ser de 0.7 kg/cm<sup>2</sup> o 7.00 mca.

Como se indicó anteriormente, el Sistema tiene algo más de 38 años de construcción, observándose varias anomalías que al momento inciden negativamente en la presión de servicio. Entre las principales anomalías detectadas, se observa que muchas tuberías correspondientes a las conexiones domiciliarias antiguas atraviesan lotes ajenos o están bajo edificaciones que fueron construidas sobre éstas tuberías de acometidas, lo cual se observa en el sector poblado hacia el Este del parque, en el sur del actual tanque elevado de igual manera se observa una tubería de diámetro 110mm que cruza un predio y la cancha cubierta, también en el sector hacia el Oeste del Pozo No. 2 en donde además la tubería de conducción desde el pozo N°2 cruza varios predios (ver anexo 4 “planos” lámina SAC-GUARE-01).

Dado a que no se realizan las mediciones del consumo, existe un gran desperdicio del agua, a tal punto que en varios terrenos baldíos se observan tuberías de acometidas domiciliarias que están permanentemente abiertas y derramando el agua durante las 24 horas del día; en algunos casos esto sucede porque no tienen llave de corte o de control y el dueño del predio o el Operador doblan la manguera para impedir la salida permanente del agua, pero son abiertas por cualquier persona para obtener el líquido.

#### **Conexiones domiciliarias.**

La red de distribución se complementa con la instalación de conexiones domiciliarias sin medidor, las mismas que no están técnicamente ejecutadas; muchas de las tuberías están a ras del suelo, por lo que en algunos casos son manipuladas por los pobladores de recintos aledaños acuden a la parroquia especialmente los fines de semana y feriados provocando pérdidas del líquido vital (ver foto 16 y 17).

**Presiones de Servicio.-**

En los primeros días del mes de Abril del 2.019 se realizaron seis perforaciones en la red de distribución de agua potable con el fin de verificar el diámetro de las tuberías y su profundidad, y cuyas ubicaciones constan en el plano de Evaluación de la Red de Agua Existente (ver anexo 4 “planos” lámina SAC-GUARE-01, ver foto 18, 19 y 20).

En la tabla 9 se pueden observar las presiones obtenidas y que fueron tomadas en tuberías y accesorios de ½” y que se resumen a continuación:

| <b>PRESIONES</b>   |   |              |              |                  |             |
|--------------------|---|--------------|--------------|------------------|-------------|
| <b>REGISTRADAS</b> |   |              |              |                  |             |
| <b>Toma No.</b>    | <b>Ubicación</b>  | <b>P.S.I</b> | <b>m.c.a</b> | <b>Ø tubería</b> | <b>Hora</b> |
|                    |   |              |              | <b>mm.</b>       |             |
| 1                  | Al pie del Tanque elevado<br>(grifo a 1 m. sobre nivel del suelo) | 15           | 10,55        | 110              | 11,30       |
| 2                  | Final de la red   | 03           | 2,11         | 32               | 09:00       |
| 3                  | Frente a Piladora   | 05           | 3,50         | 63               | 09:30       |
| 4                  | Diagonal Norte Asociación Ganaderos                               | 05           | 3,50         | 63               | 10,00       |
| 5                  | Diagonal Sur Asociación Ganaderos                                 | 05           | 3,50         | 63               | 10:30       |
| 6                  | Frente a Cancha Cubierta  | 14           | 9,80         | 63               | 11:00       |

**Tabla 9**



**Foto 16**



Foto 17



Foto 18



Foto 19



Foto 20

Como se puede observar, las presiones de servicio son bastante bajas, lo que amerita un rediseño de la red, el mismo que además deberá considerar y resolver lo siguiente:

- El cruce de las tuberías de las acometidas por terrenos ajenos.
- La gran longitud de muchas tuberías de acometidas domiciliarias.
- Que las tuberías de acometidas domiciliarias queden enterradas en lugar de estar superficiales como sucede en el presente caso.

## **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EXISTENTE EN LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE**

La cabecera parroquial de Guare dispone de un Sistema de Alcantarillado Sanitario que cubre la parte central del poblado en un área de 6.5 hectáreas (ver lámina SAC-GUARE-02 en el anexo 4 “Planos”).

Está compuesto por los siguientes elementos:

- Redes de recolección en tuberías de PVC de 200 mm
- Planta de Tratamiento mediante Tanque Séptico
- Descarga de las aguas tratadas al canal de una bananera ubicada al oriente de la comunidad.
- Pozos ciegos o letrinas en viviendas de calles transversales

Las redes de recolección de las aguas servidas están instaladas de la siguiente manera:

- Dos ramales discontinuos a lo largo y ambos lados de la carretera Baba-Vinces
- Dos ramales en la calle posterior del parque y la cancha, paralela a la carretera
- Emisario en tubería PVC de 200 mm que se inicia en la esquina del Parque Central y baja paralelo al cerramiento de la Escuela General Villamil.

Una cuadra atrás de la UPC, existe un criadero artesanal de chanchos (conocido como La Chanchera), desde donde al lavar el pequeño corral van lavando también restos del polvillo con el que se alimentan los chanchos, el mismo que es arrastrado hacia el alcantarillado y se lo observó depositado en el Pozo de cabecera A ubicado diagonal la Iglesia Evangélica, y también en la tubería que va hacia el Pozo B, taponando más del 50% de la altura o tirante de éste tramo.

Se observó también una salida de agua que en Chorro permanente cae al pozo B y que tiene su origen en el interior del parque.

La planta de Tratamiento de aguas servidas para la cabecera parroquial de Guare está compuesta por una Estación de Bombeo, un tanque séptico seguido de dos filtros de material granular y la tubería de descarga de las aguas tratadas, las mismas que son vertidas a un canal que a su vez recoge las aguas excedentes de una bananera aledaña a la población (ver foto 21).

Para la evacuación de los lodos digeridos del Tanque Séptico el GAD Municipal contrata los servicios de una empresa particular, pero no existen o no se aplican los plazos para la evacuación de lodos digeridos; según indicaciones del Operador del Sistema, en los 12 años de funcionamiento conoce que sólo en 2 ocasiones se han retirado los lodos digeridos del Tanque Séptico.

La descarga de las aguas servidas tratadas se realiza por gravedad a un canal cercano que recoge las aguas excedentes de riego de la bananera aledaña al pueblo. Al final de este canal el propietario de la bananera ha construido una estación de bombeo para desalojar las aguas del canal (que también

contiene las aguas de descarga del Tanque Séptico de la Parroquia de Guare) y descargarlas a su vez en el Río Seco de Baba, atravesando la carretera asfaltada.

En términos generales se observa falta de mantenimiento de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario, observándose especialmente que una gran parte de las cajas de revisión para las acometidas domiciliarias están llenas de basura (ver foto 22 y 23).



Foto 21



Foto 22



Foto 23

El Sistema de Alcantarillado Sanitario de Guare tiene la particularidad de que en varios tramos lo han convertido en Alcantarillado Combinado, observándose dos situaciones puntuales:

1. El tramo de la calle correspondiente al oriente del parque se ha adoquinado y colocado rejillas que cumplen la función de sumideros de aguas lluvias que descargan al pozo D y allí se mezclan las aguas lluvias con las aguas servidas que van hasta la Planta de Tratamiento (ver foto 26).
2. También se observó que en la cuneta occidental de la carretera asfaltada que va hacia Vinces, a la altura del Pozo 1, se descargan las aguas lluvias en la caja de revisión del Alcantarillado Sanitario, para lo cual han roto la tapa de la caja de revisión, lo sucede también con otras cajas (ver foto 25). A más de lo indicado, la Planta de Tratamiento de las aguas servidas de la cabecera parroquial de Guare es colindante con el cerramiento de la Escuela General Villamil y en más de una ocasión se han recibido quejas por parte de la comunidad, del personal docente y de los alumnos de que los malos olores inundan las aulas y ambientes de la escuela, por lo que se hace imprescindible su reubicación (foto 24).



Foto 24



Foto 25

Este particular es tomado en cuenta en el diseño del alcantarillado Pluvial que se realiza y se recomienda la reubicación de la planta de tratamiento de las aguas servidas hacia un lugar en donde no cause molestias a la comunidad (ver foto 26).



Foto 26

### **DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL EXISTENTE**

Ni las viviendas de esta parroquia ni las calles asfaltadas disponen de alcantarillado pluvial.

Como se indicó anteriormente, el Sistema de Alcantarillado Sanitario de Guare tiene la particularidad de que en varios tramos se ha convertido en Alcantarillado Combinado, como sucede en el lado oriental de la calle posterior del parque, así como también en la cuneta occidental de la carretera asfaltada que va hacia Vinces, a la altura del Pozo 1, en donde las aguas lluvias son descargadas en las cajas de revisión de las tuberías de las aguas servidas.

En vista de esta situación se hace indispensable el diseño y construcción de un Sistema de Alcantarillado Pluvial que permita la evacuación segura de las aguas lluvias y evite que los componentes del sistema de Alcantarillado Sanitario existente trabajen con caudales mayores a los diseñados, produciéndose además que el proceso de tratamiento se vea afectado al tener que procesar volúmenes mayores de agua.

### **2.3 Línea Base del Proyecto**

El **56.60%** de la población de la zona del proyecto califica como de MALA y MUY MALA el agua de consumo. El **65.09%** de los hogares consume agua embotellada.

### **2.4 Análisis de Oferta y Demanda**

#### **2.4.1 Demanda**

**Población de referencia:** De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda (INEC) del año 2010, se tiene que la Población total de la parroquia Guare es 11.447 habitantes, de los cuales el 53% son

hombres y el 47% mujeres, con relación al Cantón, la parroquia Guare representa el 29% de su población total.

**Población demandante potencial:** El 100% de la población a nivel cantonal necesita del sistema de agua potable.

**Población demandante efectiva:** Se realizó la Encuesta Socio económica los días 2, 3 y 4 de febrero de 2019 dentro del área del centro poblado, determinándose la existencia de **393** habitantes en un total de **107** viviendas habitadas, determinando también un total de **182** predios que conforman el área del centro poblado.

Conocidas las condiciones socioeconómicas de la comunidad (donde se indica que la población económicamente activa es del 34.79%, cuyo porcentaje es bajo) y los datos censales proporcionados por el INEC (ver tabla 2 y 3), el Consultor estima conveniente adoptar el 0.76% como índice de crecimiento poblacional (que resulta del valor promedio de los índices de crecimiento de los períodos 1990-2001 y 2001-2010), con lo que, para el final del periodo de diseño (año 2040) el área en estudio tendrá una población de 462 habitantes, la misma que se considera como “Población de Diseño”.

#### 2.4.2 Oferta

En el sitio de proyecto no existe un sistema de alcantarillado pluvial resultando en un déficit del 100% por tanto la solución es implementar un sistema eficiente y económico cuya operación y mantenimiento pueda ser realizado por los habitantes del sector.

### 2.5 Identificación y Caracterización de la población objetivo (Beneficiarios)

Actualmente en la cabecera parroquial de Guare existen 393 habitantes (ver tabla 4 y anexo 3 “Encuesta socio económica”), lo que representa el 3.43% de la población de la parroquia.

La densidad poblacional de la Parroquia Guare es de 48,65 habitante /km<sup>2</sup>, aproximadamente, también se puede citar que la mayor concentración de los poblados está ubicada en la zona sur del territorio, en vista de que esta zona tiene las mejores condiciones agro productivas; este sector es propenso a inundaciones, situación que indica que el crecimiento de los centros poblados se orientaron siguiendo el curso de los ríos.

El 80.64% de la población económicamente activa son jornaleros o peones el 51.04% y por cuenta propia el 23.05% refiriéndose este grupo a los pequeños finqueros los mismos que se dedican al cuidado de sus parcelas.

### 3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

#### 3.1 Objetivo general y específico

##### 3.1.1 Objetivo general

Definir y diseñar a nivel de ingeniería de detalle la solución técnica-económica-ambiental más conveniente para el sistema de agua potable.

##### 3.1.2 Objetivos específicos

- a) Mejorar la gestión del agua en su conjunto.
- b) Mejorar el entorno,
- c) Disminuir las enfermedades de origen hídrico
- d) Evitar daños de infraestructura pública y privada
- e) Elevar la autoestima de la población.

El proyecto contempla las siguientes actividades principales:

- Diseño total del sistema.
- Planos de construcción
- Valorización económica requerida para la implementación del proyecto (presupuesto).
- Plan de manejo ambiental.
- Manual de operación y mantenimiento.
- Especificaciones técnicas generales y particulares del proyecto.

Tanto de los objetivos como del alcance del proyecto se puso en conocimiento de los habitantes mediante las respectivas socializaciones de lo cual se presenta fotos, el listado de los beneficiarios y el acta de socialización en el anexo 1 “Lista de beneficiarios” y anexo 18 “Documentación legal”.

#### 3.2 Indicadores de Resultado

Después de la ejecución del proyecto se espera reducir a un mínimo las zonas afectadas directamente como, las enfermedades de origen hídrico e impulsar la actividad comercial de la ciudad.

Una vez terminada la construcción del proyecto se espera elevar la calidad de vida de los habitantes.

#### 3.3 Matriz de Marco lógico

| Resumen Narrativo de objetivos | Indicadores verificables Objetivamente | Medios de verificación | Supuestos        |
|--------------------------------|--|------------------------|------------------|
| Fin:                           |  |                        | El GAD municipal |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| La construcción del proyecto mejorará la calidad hidrosanitaria de los habitantes del sector.  | Después de construido el proyecto las enfermedades de origen hídrico bajarán a un mínimo porcentaje en la población. | Registros del subcentro de Salud.  | aprueba el financiamiento, para la ejecución de la obra       |
| <b>Propósito:</b><br>Definir y diseñar a nivel de ingeniería de detalle la solución técnica-económica-ambiental más conveniente para el sistema de agua potable. | En un plazo de 90 días las acometidas serán construidas en un 100%   | Registros del proyecto en oficina del Gobierno Municipal (Actas de entrega-recepción, fotografías) | Los proveedores cuentas con stock de materiales               |
| <b>Componentes:</b>  |  |  |   |
| <b>a)</b> Reducir el índice de propagación de enfermedades gastrointestinales  | Al finalizar el primer mes el 20% de las acometidas estarán construidas.   | Fotografías informes de fiscalización, libros de obra  | Condiciones climáticas adecuadas para la ejecución de la obra |
| <b>b)</b> Reducir la contaminación de aguas subterráneas y superficiales   | Terminado el segundo mes de ejecución el 40% de las acometidas estarán concluidas en construcción.                   |  | Los contratistas cumplen con el plazo del contrato            |
| <b>c)</b> Mejorar el entorno   | Durante el tercer mes de ejecución las 108 acometidas estarán construidas y brindando servicio a los habitantes.     |  |   |
| <b>d)</b> Elevar la calidad de vida de la población.   | Con el proyecto terminado en un 100% las acometidas mejoran la salud de los habitantes.                              |  |   |
| <b>Actividades:</b>  | \$249.655.13   |  |   |

|                |  |                          |   |
|----------------|--|--------------------------|---|
| <b>Total =</b> |  | Libro de obra, facturas. | Condiciones climáticas adecuadas para la ejecución de la obra<br><br>Materiales disponibles en almacenes. |
|----------------|--|--------------------------|---|

## 4. VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD

### 4.1 Viabilidad técnica

El nivel de servicio es el grado de facilidad y comodidad con la que los usuarios acceden al servicio que brindan los sistemas hidrosanitarios.

TABLA 5.2

NIVELES DE SERVICIO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS

| NIVEL  | SISTEMA | DESCRIPCIÓN  |
|--|---------|--|
| 0  | AP      | Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario |
|  | EE      |  |
| Ia   | AP      | Grifos públicos  |
|  | EE      | Letrinas sin arrastre de agua  |
| Ib   | AP      | Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño  |
|  | EE      | Letrinas sin arrastre de agua  |
| IIa  | AP      | Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa  |
|  | EE      | Letrinas con o sin arrastre de agua  |
| IIb  | AP      | Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa   |
|  | ERL     | Sistema de alcantarillado sanitario  |
| <p>Simbología utilizada:</p> <p>AP: Agua potable<br/>                     EE: Eliminación de excretas<br/>                     ERL: Eliminación de residuos líquidos</p> |         |  |

Tabla 10

Dadas las condiciones socioeconómicas, la disposición de las viviendas y los servicios actuales el nivel de servicio adoptado para los sistemas de agua potable y eliminación de excretas es el "Ib" como se observa en la tabla 5.2 de las normas de la Secretaría del Agua (ver tabla 10).

#### 4.1.1 Área cubierta por el diseño

Como se indica en la lámina REDAP-GUARE-01 del anexo 4 "planos", el sistema se proyecta para una extensión de aproximadamente 24.6 hectáreas.

#### 4.1.2 Periodo de diseño

Es el número de años durante los cuales una obra determinada ha de prestar con eficiencia el servicio para el que se diseñó. A continuación, se señala los factores que intervienen en la selección:

- Vida útil de las estructuras y equipo tomados en cuenta, obsolescencia, desgaste y daños.
- Ampliaciones futuras y planeación de las etapas de construcción del proyecto.
- Cambios en el desarrollo social y económico de la población
- Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando con toda su capacidad.

Las normas CO 10.7-602 de la Secretaría del Agua en el numeral 4.1 se indica que las obras de agua potable y disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural se diseñarán para un período de 20 años.

#### 4.1 Período de diseño

Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se diseñarán para un período de 20 años.

Los equipos se diseñarán para el período de vida útil especificado por los fabricantes.

Se podrá adoptar un período de diseño diferente en casos justificados, sin embargo, en ningún caso la población futura será mayor que 1.25 veces la población presente.

#### 4.1.3 Población de diseño

Según datos del INEC 2010 entre los años 1990 hasta el 2010 el crecimiento poblacional es de 0.768%, de acuerdo a lo establecido en el numeral 4.2 de la norma CO 10.7-602 la población futura se calculará mediante el método de **crecimiento geométrico** en donde el aumento de la población es proporcional al tamaño de esta se tiene:

$$Pf = Po * (1 + r)^{tf-to}$$

Donde:

Pf = Población final  
 Po = Población inicial  
 r = Índice de crecimiento (0.768%)  
 tf = tiempo final  
 to = tiempo inicial

Po = 393 habitantes para el año 2019

Pf = 396 habitantes para el año 2020 (población inicial para el diseño)

Pf = 462 habitantes para el año 2040

En las mencionadas normas se establece en el numeral 4.1, que en ningún caso la población futura será mayor a 1.25 veces la población actual (495 habitantes) por tanto:

**Pf = 462 habitantes**

#### 4.1.4 Dotación de agua potable

La dotación es el volumen de agua utilizado por una persona en un día y se expresa por lo general en litros por habitante y por día (L/hab.\* día).

De acuerdo a la norma CO 10.7-602, en la tabla 5.3 (ver tabla 11) y en función del nivel de servicio IIb se establece una dotación media futura de 100 l/hab/día para las condiciones del proyecto.

| NIVEL DE SERVICIO | CLIMA FRIO<br>(l/hab*día) | CLIMA CALIDO<br>(l/hab*día) |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Ia                | 25                        | 30                          |
| Ib                | 50                        | 65                          |
| IIa               | 60                        | 85                          |
| IIb               | 75                        | 100                         |

Tabla 11

#### 4.1.5 Variaciones de consumo

Con el fin de diseñar las diferentes estructuras hidráulicas del sistema de agua potable con el caudal apropiado, el cual debe combinar las necesidades de la población de diseño y los costos de la construcción de un acueducto para un caudal excesivo, se trabaja con tres tipos de caudales conforme se indica en el numeral 4.5 “Variaciones de consumo” de la norma CO 10.7-602:

- Caudal medio
- Consumo medio anual diario
- Caudal máximo diario
- Caudal máximo horario

#### 4.1.5.1 Caudal medio futuro (Qm)

Es la base para la estimación del caudal máximo diario y del máximo horario. Este caudal, expresado en litros por segundos y con criterio conservador se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Q_m = f * \frac{PxD}{86400} \text{ (l/s)}$$

Donde:

- f = Factor de fugas 20% según tabla 5.4 de las normas SENAGUA para nivel de servicio IIa y IIb (ver tabla 12)  
 P = Población al final del periodo de diseño  
 D = Dotación futura (l/habxdía)

| NIVEL DE SERVICIO | PORCENTAJE DE FUGAS |
|-------------------|---------------------|
| Ia y Ib           | 10 %                |
| IIa y IIb         | 20 %                |

**Tabla 12**

$$Q_m = \frac{1.20 * 462 * 100}{86400}$$

$$Q_m = 0.64 \text{ l/s}$$

#### 4.1.5.2 Caudal máximo diario (QMD)

Es la demanda máxima que se presenta en un día del año, representa el día de mayor consumo en el año.

$$QMD = KMD * Qmed$$

Donde:

KMD = Factor de mayoración máximo diario (1.25) NORMA CO 10.7-602 SENAGUA literal 4.5.2

$$QMD = 1.25 * 0.64 = 0.80 \text{ l/s}$$

#### 4.1.5.3 Caudal máximo horario (QMH)

Corresponde a la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año.

$$QMH = KMH \times Qmed$$

Donde:

KMD = Factor de mayoración máximo horario (3) NORMA CO 10.7-602 SENAGUA literal 4.5.3

$$QMH = 3 * 0.64$$

$$QMH = 1.92 \text{ l/s}$$

#### 4.1.6 Caudales de diseño

En el numeral 5 de "Disposiciones específicas" de las normas CO 10.7-602 los caudales de diseño se establecen como sigue:

1. Caudal en la Fuente = QMD X 2 = 0.80 \* 2 = **1.60 l/s**
2. Caudal en la Captación de aguas subterráneas = QMD x1.2 = 0.80 \* 1.2 = **0.96 l/s**
3. Caudal para Conducción mediante bombeo = 1.05 \* QMD \* (24h/Nº horas de bombeo al día) = 1.05 \* 0.80 \* (24h/22h) = **0.92 l/s**
4. Caudal para Red de distribución = QMH = **1.92 l/s**
5. Caudal para la Planta de tratamiento = QMD \*1.1= 0.80 \*1.1 = **0.88 l/s**

#### 4.1.7 Volúmenes de almacenamiento

Según la norma CO 10.7-602 en el numeral 5.5 "Almacenamiento", la reserva será el 50% del volumen medio diario futuro, y nunca será menor a 10m<sup>3</sup>.

Consumo medio diario futuro = 0.64 l/s o 55296.00 l/día. (100%)

El 50.00% es = 27648.00 l, por lo tanto:

$$Vr = 27.7 \text{ m}^3$$

#### 4.1.8 Diseño de componentes

##### 4.1.8.1 Fuentes de agua

Primeramente, la fuente de abastecimiento debe cumplir con requisitos mínimos de cantidad, calidad y localización. El agua se considera apta para el consumo humano (agua potable) si satisface los

requisitos físicos, químicos y bacteriológicos mínimos. Al cumplir estas condiciones ofrece una calidad tal que no existe riesgo para la salud humana.

En el sector sur del centro poblado de Guare (área del ingreso desde Baba) (ver ilustración 4 y foto 27) se ubican dos pozos profundos (separados en una longitud de 120 metros) con las siguientes características:

### **Pozo 1**

X = 644122.71 E

Y = 9815092.93 S

COTA = 9.95 msnm

Profundidad = 40.00m

Caudal = 6.59 l/s

Año de construcción = 1979

### **Pozo 2**

X = 644076.43 E

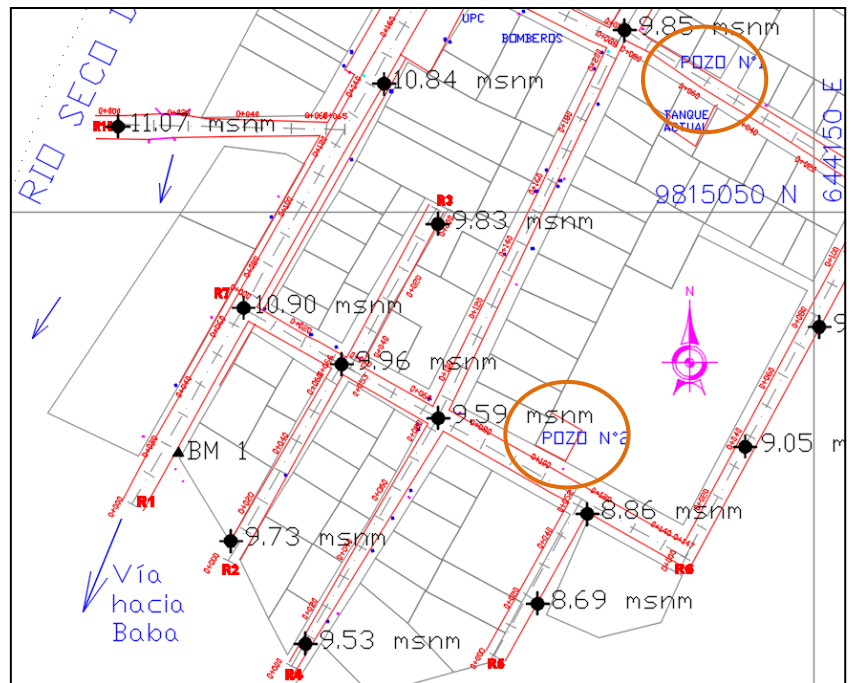
Y = 9814983.98 S

COTA = 9.28 msnm

Profundidad = 90.00m

Caudal = 9.24 l/s

Año de construcción = 2012



**Ilustración 4**



**Foto 27**

El pozo 1 está ubicado dentro de una estructura que funciona como bodega para uso del sistema de agua actual, dentro del pozo se encuentra una bomba sumergida con potencia de 3.0HP instalada a 18.00 metros, las instalaciones tienen fugas y el sistema de encendido es manejado manualmente. En el

actual sitio de implantación del pozo N°01 no existe el espacio suficiente para la implantación de los diferentes elementos que conforman una planta de potabilización (ver foto 28). Por lo cual se decide realizar una conducción hacia el área de implantación de la nueva planta de potabilización (sector del pozo N°2) y utilizar el pozo N°1 como fuente de captación para el sistema de agua potable (los aforos de ambos pozos se presentan en el anexo 17 “Prueba de bombeo” realizada en el mes de diciembre).

***Se aclara que ambos pozos presentan condiciones adecuadas para ser explotados y de acuerdo al caudal de explotación determinado y la distancia existente entre ellos, se pueden explotar de manera alternada; en el futuro si fuera necesario se procedería a realizar el proceso correspondiente para la obtención del permiso para el uso del agua del pozo N°2.***



Foto 28

En la foto 29 se observa el sitio donde se encuentra el pozo N°2 cuya potencia de la bomba también es de 3.0HP y que no presta servicio a la comunidad puesto que el sistema eléctrico de encendido presenta daños además existen varios accesorios dañados o inexistentes en la impulsión que impiden el uso, sin embargo el caudal obtenido del pozo N°01 es suficiente para abastecer la necesidad de consumo de la comunidad; dicha área (donde se encuentra el pozo N°02) es de propiedad municipal y se proyecta la implantación de la planta de potabilización en el mencionado sitio.

#### **4.1.8.2 Caracterización del agua**

La fuente de tipo subterránea se origina cuando el agua pluvial se infiltra a través del subsuelo en cuyos estratos se recogen muchas impurezas y por tanto se mejora la calidad del agua; componentes minerales pueden estar presentes en cantidades considerables.



Foto 29

Luego de realizar el correspondiente análisis físico químico y bacteriológico del agua (ver Anexo 5 “Resultados de laboratorio” y los cuadros 1 y 2), se procede a comparar dichos resultados con lo dispuesto en la norma CO 10.07-602 en el numeral 4 “Disposiciones específicas” según las siguientes tablas:

**PARÁMETROS I**

| PARAMETRO      | UNIDADES | LIMITE DESEABLE | LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
|----------------|----------|-----------------|--------------------------|
| Turbiedad      | NTU      | 5               | 20                       |
| Cloro residual | mg/l     | 0.5             | 0.3 – 1.0                |
| Ph             | U        | 7.0 – 8.5       | 6.5 – 9.5                |

Tabla 13

**PARÁMETROS II**

| PARAMETRO          | UNIDADES   | LIMITE DESEABLE | LIMITE MÁXIMA PERMISIBLE |
|--------------------|------------|-----------------|--------------------------|
| Coliformes totales | NMP/100 ml | Ausencia        | Ausencia                 |
| Color              | Pt-Co      | 5               | 30                       |
| Olor               |            | Ausencia        | Ausencia                 |
| Sabor              |            | Inobjetable     | Inobjetable              |

Tabla 14

**PARÁMETROS III**

| PARÁMETRO                              | UNIDADES               | LIMITE DESEABLE | LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
|--|------------------------|-----------------|--------------------------|
| Dureza total                           | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 120             | 300                      |
| Sólidos totales disueltos              | mg/l                   | 500             | 1000                     |
| Hierro                                 | mg/l                   | 0.2             | 0.8                      |
| Manganeso                              | mg/l                   | 0.05            | 0.3                      |
| Nitratos, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | mg/l                   | 10              | 40                       |
| Sulfatos                               | mg/l                   | 50              | 400                      |
| Fluoruros                              | mg/l                   | Tabla 4.4       | Tabla 4.4                |

**Tabla 15**

**CONCENTRACION DE FLUORUROS (mg/l)**

| PROMEDIO ANUAL DE TEMPERATURA DEL AIRE, °C | LIMITE DESEABLE | LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
|--|-----------------|--------------------------|
| 10.0 – 12.0                                | 1.27 – 1.17     | 1.7                      |
| 12.1 – 14.6                                | 1.17 – 1.06     | 1.5                      |
| 14.7 – 17.6                                | 1.06 – 0.96     | 1.3                      |
| 17.7 – 21.4                                | 0.96 – 0.86     | 1.2                      |
| 21.5 – 26.2                                | 0.86 – 0.76     | 0.8                      |
| 26.3 – 32.6                                | 0.76 – 0.65     | 0.8                      |

**Tabla 16**

**PARAMETROS IV**

| PARÁMETRO           | LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE (ig/l) |
|---------------------|---------------------------------|
| Aldrín              | 0.03                            |
| Dieldrín            | 0.03                            |
| Clordano            | 0.03                            |
| DDT                 | 1.00                            |
| Endrín              | 0.20                            |
| Heptacloroepóxido   | 0.10                            |
| Lindano             | 3.00                            |
| Metoxicloro         | 30.00                           |
| Toxafeno            | 5.00                            |
| Clorofenoxy 2, 4, D | 100.00                          |
| 2, 4, 5 – TP        | 10.00                           |
| 2, 4, 5 – T         | 2.00                            |
| Carbaril            | 100.00                          |
| Diazinón            | 10.00                           |
| Metil Parathión     | 7.00                            |
| Parathión           | 35.00                           |

**Tabla 17**

PARÁMETROS V

| PARAMETRO         | UNIDADES | LIMITE DESEABLE | LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE |
|-------------------|----------|-----------------|--------------------------|
| Arsénico          | mg/l     | 0.00            | 0.05                     |
| Plomo             | mg/l     | 0.00            | 0.05                     |
| Mercurio          | mg/l     | 0.00            | 0.00                     |
| Cromo hexavalente | mg/l     | 0.00            | 0.05                     |
| Cadmio            | mg/l     | 0.00            | 0.005                    |
| Selenio           | mg/l     | 0.00            | 0.01                     |
| Cianuro           | mg/l     | 0.00            | 0.00                     |
| Cloroformo        | mg/l     | 0.00            | 0.20                     |

Tabla 18

| INFORME DE RESULTADOS                        |           |           |           |            |                    |  |
|--|-----------|-----------|-----------|------------|--------------------|--|
| Quito, 04 de junio de 2019                   |           |           |           |            |                    |  |
| DATOS DE CLIENTE                             |           |           |           |            |                    | No.IRS19-188<br>Ref. ST19-79                                   |
| Solicitado por: Hugo Rodríguez               |           |           |           |            |                    | Teléfono: 0992781071   |
| Atención: -                                  |           |           |           |            |                    |  |
| Dirección: Sangolqui                         |           |           |           |            |                    | Provincia Los Ríos Cantón Baba                                 |
| Identificación de la muestra: -              |           |           |           |            |                    | Origen/lugar de muestreo: Guare P1 X=644117.18, Y=9815094.49   |
| Fecha de recolección: 2019-05-22             |           |           |           |            |                    | Tipo de muestra: Agua natural                                  |
| Responsable del muestreo: Cliente            |           |           |           |            |                    | Tipo de envase: Plástico                                       |
|  |           |           |           |            |                    | Llegó refrigerada: Sí  |
|  |           |           |           |            |                    | Se utilizó preservante: No                                     |
| LABORATORIO                                  |           |           |           |            |                    |  |
| Número de ingreso al laboratorio: MS-19- 188 |           |           |           |            |                    |  |
| Fecha de ingreso al Laboratorio: 2019-05-23  |           |           |           |            |                    |  |
| PARAMETRO                                    | UNIDAD    | RESULTADO | ***LÍMITE | ****LÍMITE | FECHA DEL ANÁLISIS | PROCEDIMIENTO  |
| (**) Antimonio                               | mg/L      | <0,1      | 0,02      | -          | 2019-06-03         | EPA 6020 A   |
| (**) Arsénico                                | mg/L      | 0,0075    | 0,01      | 0,1        | 2019-06-03         | EPA 6020 A   |
| (*) Bario                                    | mg/L      | <10       | 0,7       | 1          | 2019-05-28         | HH, Ed 7, 2012, 8015/Espectrofotometría VIS                    |
| (*) Boro                                     | mg/L      | <0,6      | 2,4       | -          | 2019-05-30         | HH, Ed 7, 2012, 8014/Espectrofotometría VIS                    |
| (**) Cadmio                                  | mg/L      | <0,01     | 0,003     | 0,02       | 2019-06-03         | Voltamétrico / Espectrofotométrico / EPA 6020 A                |
| (*) Cianuro total                            | mg/L      | <0,010    | 0,07      | 0,1        | 2019-05-28         | PE-23/SM Ed. 23, 2017 4500 CN-E, Colorimétrico                 |
| (*) Cobre                                    | mg/L      | <0,10     | 2,0       | 2          | 2019-05-27         | PE-32/ HH, Ed 7, 2012, 8506/Espectrofotometría VIS             |
| (*) Color aparente                           | u Pt-Co   | 17        | 15        | -          | 2019-05-28         | PE-24/ SM Ed.23, 2017, 2120 C/ Espectrofotometría VIS          |
| (*) Cromo total                              | mg/L      | <0,03     | 0,05      | -          | 2019-05-30         | PE-52/ SM Ed.23, 2017, 3500 - Cr B/ Espectrofotometría VIS     |
| (*) Flúor soluble                            | mg/L      | 0,39      | 1,5       | 1,5        | 2019-05-28         | PE-50/ HH, Ed 7, 2012, 8029/Espectrofotometría VIS             |
| (**) Mercurio                                | mg/L      | 0,0001    | 0,006     | 0,006      | 2019-06-03         | Voltamétrico / EPA 6020 A                                      |
| (*) Níquel                                   | mg/L      | <0,050    | 0,07      | -          | 2019-05-27         | PE-49/ HH, Ed 7, 2012, 8150/Espectrofotometría VIS             |
| (*) Nitratos (NO <sub>3</sub> )              | mg/L      | <3,3      | 50        | 50,0       | 2019-05-23         | PE-37/ SM Ed.23, 2017, 4500-NO3-B; Espectrofotometría UV       |
| (*) Nitritos (NO <sub>2</sub> )              | mg/L      | <0,06     | 3,0       | 0,2        | 2019-05-23         | PE-21/ SM Ed.23, 2017, 4500 - NO2- B/ Espectrofotometría VIS   |
| (**) Plomo                                   | mg/L      | <0,01     | 0,01      | 0,01       | 2019-06-03         | APHA 3500 - Pb B, Colorimétrico / Voltamétrico / EPA 6020 A    |
| (**) Selenio                                 | mg/L      | 0,0009    | 0,04      | 0,01       | 2019-06-03         | EPA 6020 A   |
| (*) Turbiedad                                | NTU       | 0,89      | 5         | 100,0      | 2019-05-23         | PE-12/ SM Ed.23, 2130 B/ Turbidimetría                         |
| (*) Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )   | mg/L      | 271       | -         | -          | 2019-05-23         | PE-38/SM, Ed 23, 2017, 2320 B/Volumetría                       |
| (*) Cloruros                                 | mg/L      | 68        | -         | -          | 2019-05-27         | PE-39/ SM Ed.23, 2017, 4500 - Cl B/Volumetría                  |
| (*) Coliformes fecales                       | NMP/100mL | <1,1      | <1,1      | 1000       | 2019-05-29         | PE-46/ SM Ed.23, 2017, 9221 B/ Fermentación en Tubos múltiples |
| (*) Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )    | mg/L      | 293       | -         | -          | 2019-05-23         | SM Ed.23, 2017, 4500- CO2 C/ Volumetría                        |
| (*) Dureza total                             | mg/L      | 275       | -         | -          | 2019-05-27         | PE-15/ SM Ed.23, 2017, 2140 C/ Volumetría                      |
| (*) Fosfatos (PO <sub>4</sub> )              | mg/L      | 1,50      | -         | -          | 2019-05-27         | PE-53/ SM Ed.23, 2017, 4500- P C/ Espectrofotometría VIS       |
| (*) Hierro total                             | mg/L      | <0,10     | -         | 1,0        | 2019-05-27         | PE-20/ SM Ed.23, 2017, 3500 - Fe B/ Espectrofotometría VIS     |
| (*) Manganeso                                | mg/L      | 1,58      | -         | -          | 2019-05-28         | PE-29 / HH, Ed 7, 2012, 8029/Espectrofotometría VIS            |
| (*) pH                                       | NA        | 7,00      | -         | 6-9        | 1905-07-11         | PE-02/ SM Ed.23, 2017, 4500 - H+ B/ Electrométrico             |
| (*) Sólidos totales disueltos                | mg/L      | 348       | -         | -          | 2019-05-29         | PE-35/ SM Ed.23, 2017, 2540 C/ Gravimétrico                    |

Cuadro 1

El agua analizada del pozo N°01 presenta parámetros como **coliformes, color, y manganeso** cuyas magnitudes sobrepasan el límite máximo permisible según la norma CO-10.07-602. Refiriéndose a la norma CO-10.07-601 "NORMA PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES" se encuentra que en el numeral 5.2 "Calidad del agua cruda" para que el agua tenga una **calidad física** aceptable para ser potabilizada, el color debe tener un valor máximo de 300 unidades, en cuanto a la **calidad química** se establecen los parámetros indicados en las siguientes tablas:

**TABLA IV.1 Compuestos que afectan la potabilidad**

| SUSTANCIAS                  | CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE, mg/l |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| <b>Sólidos totales</b>      | 1500                                 |
| Hierro                      | 50                                   |
| Manganeso                   | 5                                    |
| Cobre                       | 1,5                                  |
| Zinc                        | 1,5                                  |
| Magnesio + sulfato de sodio | 1000                                 |
| Sulfato de alquibencilo     | 0,5                                  |

**Tabla 19**

**TABLA IV.2 Compuestos peligrosos para la salud**

| SUSTANCIAS      | CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE, mg/l |
|-----------------|--------------------------------------|
| <b>Nitratos</b> | 4,5                                  |
| Fluoruros       | 1,5                                  |

**Tabla 20**

**TABLA IV.3 Compuestos tóxicos indeseables**

| SUSTANCIAS                           | CONCENTRACIÓN MÁXIMA ACEPTABLE, mg/l |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Compuestos fenólicos</b>          | 0,002                                |
| <b>Arsénico</b>                      | 0,05                                 |
| Cadmio                               | 0,01                                 |
| Cromo exavalente                     | 0,05                                 |
| Cianuros                             | 0,2                                  |
| Plomo                                | 0,05                                 |
| Selenio                              | 0,01                                 |
| Radionúclidos (actividad Beta total) | 1 Bq/l                               |

**Tabla 21**

Se observa que las magnitudes de los compuestos analizados se encuentran por debajo de los valores recomendados para categorizar el agua del pozo N°01 como apta para un proceso de potabilización y que exige solo tratamiento de desinfección (tabla 22).

En referencia a la norma CO 10.07-601 en donde se especifican los valores máximos permisibles de varios compuestos que puede contener el agua potable, mismos que se presentan en las tablas 23 y 24.

**TABLA IV.5 Calidad bacteriológica**

| CLASIFICACIÓN  | NMP/100 ml DE BACTERIAS COLIFORMES (*) |
|--|--|
| a) Exige solo tratamiento de desinfección  | 0 – 50                                 |
| b) Exige métodos convencionales de tratamiento   | 50 – 5000                              |
| c) Contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos   | 5000 – 50000                           |
| d) Contaminación muy intensa que hace inaceptable el agua a menos que se recurra a tratamientos especiales. Estas fuentes se utilizarán solo en casos extremos | más de 50000                           |

**Tabla 22**

ESTUDIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE, CANTON BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

| DATOS DE CLIENTE                            |           | No.IRS19-219<br>Ref. ST19-88                                     |           |            |                    |  |
|---|-----------|--|-----------|------------|--------------------|--|
| Solicitado por: Hugo Rodríguez              |           | Teléfono: 0992781071   |           |            |                    |  |
| Atención: -                                 |           | Provincia Los Ríos Cantón Baba                                   |           |            |                    |  |
| Dirección: Sangolqui                        |           | Origen/lugar de muestreo: Guare Pozo 2 X=644076.02, Y=9814982.93 |           |            |                    |  |
| Identificación de la muestra: -             |           | Tipo de muestra: Agua natural                                    |           |            |                    |  |
| Fecha de recolección: 2019-06-02            |           | Tipo de envase: Plástico   |           |            |                    |  |
| Responsable del muestreo: Cliente           |           | Llegó refrigerada: Si  |           |            |                    |  |
|   |           | Se utilizó preservante: No                                       |           |            |                    |  |
| LABORATORIO                                 |           |  |           |            |                    |  |
| Número de ingreso al laboratorio: MS-19-219 |           |  |           |            |                    |  |
| Fecha de ingreso al Laboratorio: 2019-06-03 |           |  |           |            |                    |  |
| PARÁMETRO                                   | UNIDAD    | RESULTADO  | ***LÍMITE | ****LÍMITE | FECHA DEL ANÁLISIS | PROCEDIMIENTO  |
| (**) Antimonio                              | mg/L      | <0,1   | 0,02      | -          | 2019-06-12         | EPA 6020 A   |
| (**) Arsénico                               | mg/L      | 0,0005   | 0,01      | 0,1        | 2019-06-12         | EPA 6020 A   |
| (*) Bario                                   | mg/L      | <10  | 0,7       | 1          | 2019-06-04         | HH, Ed 7, 2012, 8015/Espectrofotometría VIS                    |
| (*) Boro                                    | mg/L      | <0,6   | 2,4       | -          | 2019-06-05         | HH, Ed 7, 2012, 8014/Espectrofotometría VIS                    |
| (**) Cadmio                                 | mg/L      | <0,01  | 0,003     | 0,02       | 2019-06-12         | Voltamétrico / Espectrofotométrico / EPA 6020 A                |
| (*) Cianuro total                           | mg/L      | <0,010   | 0,07      | 0,1        | 2019-06-04         | PE-23/SM Ed. 23, 2017 4500 CN-E, Colorimétrico                 |
| (*) Cobre                                   | mg/L      | <0,10  | 2,0       | 2          | 2019-06-04         | PE-32/ HH, Ed 7, 2012, 8306/Espectrofotometría VIS             |
| (*) Color aparente                          | u Pt-Co   | 84   | 15        | -          | 2019-06-04         | PE-24/ SM Ed 23, 2017, 2120 C/ Espectrofotometría VIS          |
| (*) Cromo total                             | ms/L      | <0,03  | 0,05      | -          | 2019-06-04         | PE-52/ SM Ed 23, 2017, 3500 - Cr B/ Espectrofotometría VIS     |
| (*) Flúor soluble                           | mg/L      | 0,15   | 1,5       | 1,5        | 2019-06-04         | PE-50/ HH, Ed 7, 2012, 8029/Espectrofotometría VIS             |
| (**) Mercurio                               | mg/L      | <0,0001  | 0,006     | 0,006      | 2019-06-12         | Voltamétrico / EPA 6020 A                                      |
| (*) Níquel                                  | ms/L      | <0,050   | 0,07      | -          | 2019-06-04         | PE-49/ HH, Ed 7, 2012, 8150/Espectrofotometría VIS             |
| (*) Nitratos (NO <sub>3</sub> )             | mg/L      | <3,3   | 50        | 50,0       | 2019-06-04         | PE-37/ SM Ed.23, 2017, 4500-NO3-B, Espectrofotometría UV       |
| (*) Nitritos (NO <sub>2</sub> )             | mg/L      | <0,06  | 3,0       | 0,2        | 2019-06-04         | PE-21/ SM Ed.23, 2017, 4500 - NO2- B/ Espectrofotometría VIS   |
| (**) Plomo                                  | mg/L      | <0,01  | 0,01      | 0,01       | 2019-06-12         | APHA 3500 - Pb B, Colorimétrico / Voltamétrico / EPA 6020 A    |
| (**) Selenio                                | mg/L      | <0,0001  | 0,04      | 0,01       | 2019-06-12         | EPA 6020 A   |
| (*) Turbiedad                               | NTU       | 8,87   | 5         | 100,0      | 2019-06-04         | PE-12/ SM Ed.23, 2130 B/ Turbidimetría                         |
| (*) Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )  | mg/L      | 195  | -         | -          | 2019-06-03         | PE-38/SM, Ed 23, 2017, 2320 B/Volumetría                       |
| (*) Cloruros                                | mg/L      | 133  | -         | -          | 2019-06-05         | PE-39/ SM Ed 23, 2017, 4500 - Cl B/Volumetría                  |
| (*) Coliformes fecales                      | NMP/100mL | 5,1  | <1,1      | 1000       | 2019-06-07         | PE-46/ SM Ed.23, 2017, 9221 B/ Fermentación en Tubos múltiples |
| (*) Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )   | mg/L      | 42   | -         | -          | 2019-06-03         | SM Ed.23, 2017, 4500- CO2 C/ Volumetría                        |
| (*) Dureza total                            | mg/L      | 230  | -         | -          | 2019-06-05         | PE-15/ SM Ed 23, 2017, 2340 C/ Volumetría                      |
| (*) Fosfatos (PO <sub>4</sub> )             | mg/L      | 0,85   | -         | -          | 2019-06-04         | PE-53/ SM Ed 23, 2017, 4500- P C/ Espectrofotometría VIS       |
| (*) Hierro total                            | mg/L      | <0,10  | -         | 1,0        | 2019-06-04         | PE-20/ SM Ed.23, 2017, 3500 - Fe B/ Espectrofotometría VIS     |
| (*) Manganeso                               | mg/L      | 0,615  | -         | -          | 2019-06-04         | PE-29 / HH, Ed 7, 2012, 8029/Espectrofotometría VIS            |
| (*) pH                                      | NA        | 6,97   | -         | 6-9        | 2019-06-04         | PE-02/ SM Ed.23, 2017, 4500 - H+ B/ Electrométrico             |
| (*) Sólidos totales disueltos               | mg/L      | 474  | -         | -          | 2019-06-05         | PE-35/ SM Ed.23, 2017, 2540 C/ Gravimétrico                    |

Cuadro 2

TABLA IV.6 Componentes inorgánicos del agua potable

| COMPONENTE                  | LIMITE RECOMENDABLE mg/l | LIMITE PERMISIBLE mg/l |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Arsénico                    | -----                    | 0,05                   |
| Bario                       | -----                    | 1                      |
| Cadmio                      | -----                    | 0,005                  |
| Cianuro                     | -----                    | 0,1                    |
| Cromo                       | -----                    | 0,05                   |
| Dureza (CaCO <sub>3</sub> ) | 150                      | 500                    |
| Fluoruros                   | ver tabla IV. 7          |                        |
| Mercurio                    | -----                    | 0,001                  |
| Níquel                      | -----                    | 0,05                   |
| N-Nitratos                  | -----                    | 10                     |
| N-Nitritos                  | -----                    | 0,1                    |
| Plata                       | -----                    | 0,05                   |
| Plomo                       | -----                    | 0,05                   |
| Selenio                     | -----                    | 0,01                   |
| Sodio                       | 20                       | 115                    |

Tabla 23

TABLA IV.9 **Calidad organoléptica**

| COMPONENTE O CARACTERISTICA              | UNIDAD    | LIMITE RECOMENDABLE | LIMITE PERMISIBLE  |
|--|-----------|---------------------|--|
| Acido sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)     | mg/l      | 0                   | 0,05   |
| Aluminio (Al)                            |           |                     |  |
| Cloruros (Cl <sup>-</sup> )              | mg/l      | 0,2                 | 0,3  |
| Clorofenoles                             | mg/l      | ----                | 250  |
| Cobre (Cu)                               | mg/l      | ----                | 0,002  |
| Color                                    | mg/l      | ----                | 1  |
| Detergentes expresados Como SAAM         | UCV Pt-Co | 5                   | 15   |
| Dureza como CaCO <sub>3</sub>            | mg/l      | ----                | 0,50   |
| Hierro (Fe)                              | mg/l      | 150                 | 500  |
| Manganeso (Mn)                           | mg/l      | 0,3                 | 0,5  |
| Oxígeno disuelto                         | mg/l      | 0,05                | 0,1  |
|  | mg/l      | 6                   | 80% saturación   |
| pH                                       |           |                     | 6,5 – 8,5  |
| Sabor y olor                             | U         | 7 – 8,5             | no objetable   |
| Sulfatos SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) |           | no objetable        | 400  |
| Temperatura                              | mg/l      | 250                 | No exceda de 5 °C de la temperatura ambiental media de la región |
|  | °C        | ----                |  |
| <b>Total de sólidos en</b>               |           |                     | 1000   |
|  |           |                     | 10   |
| Disolución                               |           |                     | 5  |
| Turbiedad                                | mg/l      | 250                 |  |
| Zinc                                     | UNT       | 1                   |  |
|  | mg/l      | 1,5                 |  |

Tabla 24

Se observa que el agua proveniente del pozo N°01 es apta para un proceso de potabilización, además posee varios parámetros cuyas magnitudes deben ser disminuidas como lo son; **coliformes, color, manganeso, bario, dureza, cloruros, dióxido de carbono y sólidos disueltos.**

En función de la literatura especializada, el agua cruda proveniente del pozo N°01 es clasificada como de “Excelente” a “Buena” de acuerdo a la tabla 25.

De acuerdo a las normas CO 10.07-01 en el numeral 4.1.7 se clasifica el agua cruda de la siguiente manera:

**Tipo A:** Aguas subterráneas libres de contaminación, y que satisfacen las normas de calidad para agua potable.

**Tipo B:** Aguas superficiales provenientes de cuencas protegidas, con características físicas y químicas que satisfacen las normas de calidad para agua potable, y con un NMP medio mensual máximo de 50.

**Tipo C:** Aguas subterráneas o superficiales provenientes de cuencas no protegidas, que pueden encuadrarse dentro de las normas de calidad para agua potable mediante un proceso que no exija coagulación.

**Tipo D:** Aguas superficiales provenientes de cuencas no protegidas, y cuyas características exigen coagulación y los procesos necesarios para cumplir con las normas de calidad para agua potable.

**Tipo E: Aguas superficiales provenientes de cuencas no protegidas sujetas a contaminación industrial, y que por tanto exigen métodos especiales de tratamiento para cumplir con las normas de calidad para agua potable.**

En el cuadro 2 se observan los resultados de laboratorio del análisis realizado a una muestra de agua del pozo N°02, de la misma manera al comparar dichos componentes con lo establecido en la norma CO-10.07-602 apartado 4 “Disposiciones específicas” se observa que se encuentran en magnitudes superiores al límite máximo permisible los siguientes compuestos: **coliformes, color, manganeso**; refiriéndose a la norma CO-10.07-601 numeral 5.2, el agua del pozo N°02 cumple con la **calidad física y química** para ser potabilizada, en referencia a la norma CO 10.07-601 (tabla 23 y 24) en donde se indican las magnitudes máximas permisibles en el agua potable, se tiene que en la muestra de agua obtenida del pozo N°02 tiene cantidades mayores a las permisibles de los siguientes componentes: **Bario, Cadmio, color, coliformes, dureza, dióxido de carbono, sólidos disueltos, turbiedad, cloruros y manganeso**. Según los criterios enunciados en la tabla 25, el agua cruda proveniente del pozo N°02 es clasificada como “Excelente” a “Buena”.

De acuerdo a la clasificación indicada en el numeral 4.1.7 de las normas CO 10.07-01 y a los resultados obtenidos en el análisis físico químico y bacteriológico, el agua de ambos pozos se clasifica como “**TIPO C**”.

En el numeral 4.1.8.2 de las normas CO 10.07-01 se mencionan criterios de tratamiento para las aguas tipo “C” como se indica en la tabla 25; para el presente proyecto de acuerdo al nivel de turbiedad del agua en el pozo N°01, se sugiere la filtración lenta como tratamiento probable.

**TABLA VI.1 Tratamientos probables**

| CARACTERÍSTICAS DEL AGUA                           | TRATAMIENTO PROBABLE   |
|--|--|
| Turbiedad media < 10 UNT<br>NMP < 1000 col/100 ml  | Filtración lenta   |
| Turbiedad media < 50 UNT<br>NMP < 1000 col/100 ml  | Filtración lenta con<br>Pretratamiento                           |
| Turbiedad media < 150 UNT<br>NMP < 5000 col/100 ml | Filtración lenta con<br>Sedimentación simple y<br>pretratamiento |

**Tabla 25**

Considerando las recomendaciones dictadas por la literatura especializada sobre los procesos de potabilización como se indica en la **tabla 27**, y lo recomendado en las tablas 22 y 25, se busca eliminar el **coliformes, color, manganeso, bario, dureza, cloruros, dióxido de carbono y sólidos disueltos**, se ha adoptado como procesos de potabilización a la aeración, filtro lento y desinfección mediante cloración.

A cerca de la aireación se menciona en las normas CO 10.07-01 en el numeral 5.5 "Aireación" lo siguiente:

*"La aireación puede ser utilizada en aguas superficiales o en aguas subterráneas, con los siguientes objetivos: oxidación del hierro y del manganeso; separación de gases tales como el bióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y metano; eliminación de sabor y olor; y, adición de oxígeno...."*

La aireación se lleva a cabo para cumplir dos propósitos, transferir oxígeno al agua mejorando sus características físico-químicas y organolépticas como olor, sabor y coloración, igualmente, remover gases como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, So<sub>2</sub> y también es usado para remover químicos carcinogénicos como trialometanos, radón, tricloroetileno, tetracloroetileno, tricloroetano, cloroformo y tolueno.

Una de las formas artificiales de transferir oxígeno al agua es mediante "**columna de percolación**", consiste en la introducción de agua en la parte superior de una columna a través de un distribuidor de agua, desde donde se deja fluir por gravedad sobre un material de relleno (niples, anillos de pvc o rosetas), el material de relleno proporciona una gran superficie de contacto interfacial aire-agua, que da una eficiente remoción de gases como CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S propiciando la oxidación de los minerales. Con la remoción de gases disueltos se incrementa el PH del agua favoreciendo la oxidación del hierro y manganeso al mismo tiempo en conjunto con la filtración se espera una reducción del hierro en el 98% y del 70% para el manganeso.

A cerca de la filtración se menciona en las normas CO 10.07-01 en el numeral 5.9 "Filtración" lo siguiente:

| CLASIFICACION DE AGUAS CRUDAS PARA POTABILIZACION |            |               |                 |                  |
|---|------------|---------------|-----------------|------------------|
| Contaminante o Características                    | Unidad     | Excelente     | Buena           | Deficiente       |
| DBO (5 días) Promedio mensual                     | mg/l       | 0.75 - 1.50   | 1.50 - 2.50     | 22.50            |
| Máximo día  |            | 50 - 100      | 100 - 5.000     | 25,000           |
| Coliformes: Promedio mensual                      | MPN/100 ml | 25% sobre 100 | 22% sobre 5.000 | 25% sobre 20,000 |
| Máximo día  |            |               |                 |                  |
| Oxígeno disuelto:                                 |            |               |                 |                  |
| Promedio  | mg/l       | 40 - 7.5      | 4,0 - 6.5       | 4                |
| Saturación  |            | 75 % o mayor  | 60% o mayor     |                  |
| pH:   |            |               |                 |                  |
| Promedio  | --         | 6.0 - 8.5     | 5.0 - 9.0       | 3.8 - 10.5       |
| Cloruros (máximo)                                 | mg/l       | 50            | 50 - 250        | 250              |
| Fluoruros   | mg/l       | 1.5           | 1.5 - 3.0       | 3.0              |
| Compuestos fenólicos (máximo)                     | mg/l       | insumo        | 0.005           | 0.005            |
| Color   | Unidades   | 0 - 20        | 20 - 150        | 150              |
| Turbiedad   | Unidades   | 0.10          | 10 - 250        | 250              |

Tabla 26

| Parámetro de calidad del agua  | Proceso de tratamiento |                                   |               |                   |                  |             |     |
|--------------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------|------------------|-------------|-----|
|                                | Aeración               | Coagulación y Floculación Química | Sedimentación | Filtración rápida | Filtración lenta | Clorinación |     |
| Contenido de oxígeno disuelto  | +                      | o                                 | o             | -                 | -                | +           | +   |
| Remoción de dióxido de carbono | -                      | o                                 | o             | +                 | ++               | +           | +   |
| Reducción de turbidez*         | o                      | +++                               | +             | +++               | +++              | o           | o   |
| Reducción de color             | o                      | ++                                | +             | +                 | ++               | ++          | ++  |
| Remoción de sabor y color      | ++                     | +                                 | +             | ++                | ++               | +           | +   |
| Remoción de bacterias          | o                      | +                                 | ++            | ++                | +++              | +++         | +++ |
| Remoción de hierro y manganeso | ++                     | +                                 | +             | ++++              | ++++             | o           | o   |
| Remoción de materia orgánica   | +                      | +                                 | ++            | +++               | +++              | +++         | +++ |

+++ etc. = efecto positivo en aumento  
 o = ningún efecto  
 - = efecto negativo

Tabla 27

“La filtración es un proceso físico – químico utilizado para separar impurezas suspendidas y coloidales del agua, mediante su paso a través de un medio granular, siendo el más común la arena. Los

*materiales retenidos pueden ser flóculos, microorganismos y precipitados de calcio, hierro y manganeso, entre otros.”*

Los filtros lentos son ideales para las zonas rurales por cuanto la operación es sencilla, no necesita que el afluente se encuentre floculado, bajo costo de operación, bajo costo de construcción, requiere poca agua para el lavado y retiene el 99.9% de bacterias.

A cerca de los filtros lentos de flujo descendente se menciona en el numeral 5.9.2 lo siguiente:

*“Consisten en un tanque que contiene una capa sobre nadante de agua cruda, un lecho de arena filtrante, un sistema de drenaje para recolección del agua tratada, y un juego de dispositivos para regulación y control del filtro. El proceso de purificación del agua es biológico, y se produce fundamentalmente en una capa de lodo biológico que se forma en la superficie de la arena”*

En el numeral 5.9.2.1 “Filtros lentos convencionales” se mencionan varios criterios de diseño como se indica a continuación:

- a) El lecho filtrante será una capa de 1 m a 1,4 m de arena, apoyada sobre grava, con las características que se indican a continuación:

**TABLA VI.5 Características de la arena**

|                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| Tamaño efectivo             | 0,15 a 0,35 mm     |
| Coefficiente de uniformidad | 1,5 a 2, máximo 3  |
| Dureza                      | 7 (escala de Mohr) |
| Solubilidad al HCl          | < 5 %              |

**TABLA VI.6 Características de la grava**

| CAPA # | DIÁMETRO, mm | ESPEJOR, m |
|--------|--------------|------------|
| 1      | 1 – 1,4      | 0,1        |
| 2      | 4 – 5,6      | 0,1        |
| 3      | 16 – 23      | 0,15       |

- b) La capa de agua sobre nadante tendrá una altura de 1 m a 1,5 m, y se dejará un borde libre de 0,2 m a 0,3 m en la caja del filtro.
- c) La velocidad de filtración deberá ser de 0,1 m/h a 0,2 m/h.
- d) Se usará un mínimo de dos unidades dimensionadas para que cada una pueda trabajar al 65% del caudal total de diseño.
- e) Los sistemas de drenaje podrán estar constituidos por losetas prefabricadas de hormigón, ladrillos y bloques de hormigón poroso, por tubos perforados y por grava gruesa. En caso de utilizarse tuberías con perforaciones, la velocidad del líquido dentro de ellas no excederá 0,3 m/s; el espaciamiento entre laterales será de 1 m a 2 m; el diámetro de los orificios será tal que permita la entrada del caudal correspondiente al caudal de servicio de cada lateral y generalmente oscilará entre 2 mm y 4 mm; el espaciamiento entre los orificios generalmente variará entre 0,1 m y 0,3 m. Las tuberías irán embebidas dentro de una capa de grava de 0,15 m de espesor, con partículas de 25 mm a 50 mm de diámetro. Cuando se utiliza grava como sistema de drenaje, la altura de la capa es alrededor de 0,15 m, formada por partículas de 40 mm a 100 mm de diámetro; el área máxima de lecho filtrante servida por un drenaje de grava será de 25 m<sup>2</sup>.
- f) Sistemas de control. Los filtros lentos pueden operarse a tasa constante o a tasa variable. Para este efecto deberán diseñarse las estructuras de entrada y de salida de modo que permitan operar el filtro en cualquiera de las dos modalidades.
- g) La estructura de entrada se diseñará de modo que se cumplan las siguientes condiciones:
  - Se produzca una distribución uniforme del líquido sobre toda la superficie del filtro.;
  - Se impida la destrucción de la capa biológica;
  - Se pueda drenar rápidamente la capa de agua sobre nadante, cuando se desee hacer la limpieza del filtro;
  - Se pueda interrumpir totalmente la entrada de agua al filtro.
- h) La estructura de salida se diseñará de modo que se cumplan las siguientes condiciones:
  - Se impida la posibilidad de presiones negativas en el lecho filtrante;
  - Se pueda medir el caudal producido por el filtro;
  - Se pueda controlar la tasa de filtración si así se desea;
  - Se pueda cerrar el filtro y drenarlo.
- i) Para facilitar la operación y mantenimiento de la unidad, se preverá la instalación de tuberías de interconexión entre filtros; la construcción de un bordillo perimetral para evitar cortocircuitos; y, el uso de cubiertas en climas rigurosos para evitar el crecimiento de algas.
- j) Estos filtros por lo general se diseñan para mantener el nivel de agua constante.

Como lecho filtrante del filtro se utilizará el mineral conocido como Zeolita, es un material con gran microporosidad en consecuencia produce mejores resultados que la arena, a continuación se detallan algunas características del material:

- Los espesores del lecho son menores que los utilizados con otros materiales al poseer mayor superficie y porosidad.
- Carga superficial negativa
- Silicato de aluminio de alta pureza mayor o igual al 99%
- Absorción superficial hidrófila
- Eficiencia de filtración 3-5 micrones
- Tamaño efectivo 1-2 mm
- Densidad de partícula seca 1.129 gr/ml
- Neutralización de PH
- Eliminación de turbidez
- Mayor tasa de infiltración
- Intercambio de cationes (ablandamiento del agua)
- Facilidad de mantenimiento
- Gránulos microporosos de color tostado claro a casi blanco
- Duración del material mayor a 5 años
- Mayor capacidad de retención de contaminantes al poseer mayor área de superficie.
- Certificación NSF (National Science Foundation, organización que avala productos de consumo humano).
- Certificación WQA (Water Quality Association, asociación especializada en la industria de tratamiento de agua).

La dureza en el agua no tiene efectos negativos para la salud humana, sin embargo causa molestias a nivel de servicio a las personas como manchas en ropa y accesorios sanitarios.

El bario en el agua en magnitudes mayores a las recomendadas tiene efectos en la salud que producen molestias gastrointestinales y en la presión sanguínea; dicho compuesto se elimina mediante el ablandamiento del agua.

Los cloruros contenidos en el agua en magnitudes superiores a las recomendadas pueden causar la corrosión de metales, causar daños en el crecimiento de las plantas, y daños en la salud de las personas.

Conforme a la experiencia en el uso de zeolita como material filtrante se ha observado que se reduce la dureza del agua en aproximadamente el 50%, y en 80% la remoción de cloruros

Cuando el agua es captada a profundidad el hierro y el manganeso se encuentra en estado disuelto con niveles bajos de oxígeno y niveles altos de gas carbónico. El hierro y manganeso al oxidarse se precipita generando un color rojo-oscuro que provoca el rechazo de los consumidores, mancha la ropa, obstruyen tuberías, accesorios y bombas, aumenta la demanda de cloro u otros oxidantes aplicados en la desinfección, igualmente los bajos niveles de oxígeno contribuyen con problemas de olor y sabor en el agua.

Se presenta a continuación las fases de operación de un filtro:

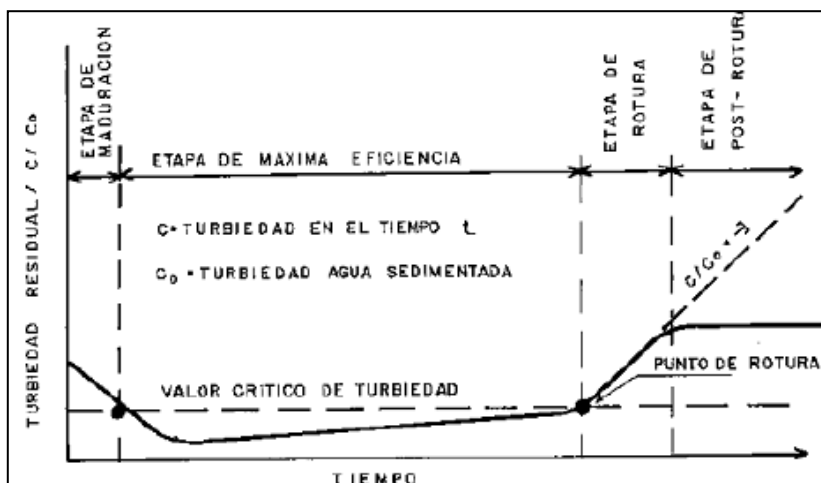


Gráfico 6

Fase 1 Maduración del filtro: Es la fase inicial de operación del filtro, en la cual la turbiedad del afluente es similar a la del efluente en la unidad de filtración, e irá disminuyendo progresivamente con el transcurso de la carrera.

Fase 2 Máxima eficiencia: Es la fase donde se presentan las mayores remociones y los menores valores de turbiedad.

Fase 3 De rotura: Comienza cuando la turbiedad sobrepasa el valor límite preestablecido, y se caracteriza por un incremento en los valores de la turbiedad del efluente.

Fase 4 De post-rotura: Es la fase final y se caracteriza por que los valores de turbiedad del efluente son mayores o iguales a los del afluente.

#### 4.1.8.2.1 Alternativas de diseño

En etapa de Factibilidad se han considerado dos alternativas para el sistema de agua potable del centro urbano de Guare como se presenta a continuación:

### Alternativa 1

El sistema comprende un proceso de potabilización emplazado en el predio donde se ubica el pozo N°2 con dos aireadores de base cuadrada de 0.36 m de lado y 2.90 m de altura conformado por un entramado de tubería pvc conduit de ¾" por tener mayor efectividad para extraer el dióxido de carbono; dos filtros rápidos cilíndricos de diámetro 2.80 m y altura total de 2.60 |m y con zeolita importada como material filtrante ya que representa una mayor facilidad en referencia a la operación y mantenimiento con resultados muy satisfactorios al final del proceso; finalmente se incluye un sistema de cloración mediante solución de hipoclorito de calcio inyectada en el tanque de reserva existente para una eficiente mezcla de la solución; para la impulsión hacia la red se considera un sistema de presión constante; la red de distribución aproximada de 4.40 kilómetros de tubería de diferente diámetro se ha considerado nueva para garantizar hermeticidad u correcta distribución de diámetros.

Se presenta a continuación la tabla 29 en donde se observan de manera preliminar los diferentes costos:

| <b>ALTERNATIVA N°1</b>             |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| <b>ITEM</b>                        | <b>COSTO</b>        |
| RED DE DISTRIBUCION Y COMPLEMENTOS | \$155,447.78        |
| PLANTA DE POTABILIZACIÓN           | \$110,563.93        |
| SISTEMA ELECTRICO                  | \$45,444.54         |
| IMPACTO AMBIENTAL                  | \$2,894.00          |
| MISCELANEOS                        | \$7,165.20          |
| COSTO ANUAL DE ENERGIA ELECTRICA   | \$1,140.00          |
| <b>TOTAL=</b>                      | <b>\$322,655.45</b> |

Tabla 28

### Alternativa 2

El sistema comprende un proceso de potabilización emplazado en el predio donde se ubica el pozo N°2 con dos aireadores de base cuadrada de 0.36 m de lado y 2.90 m de altura conformado por un entramado de tubería pvc conduit de ¾" por tener mayor efectividad para extraer el dióxido de carbono; dos filtros rápidos cilíndricos de diámetro 2.80 m y altura total de 2.60 |m y con zeolita importada como material filtrante ya que representa una mayor facilidad en referencia a la operación y mantenimiento con resultados muy satisfactorios al final del proceso; finalmente se incluye un sistema de cloración mediante solución de hipoclorito de calcio inyectada en el tanque de reserva existente para una eficiente mezcla de la solución; para la impulsión hacia la red se considera la construcción de una torre autosoportante de 16.00 m de altura y tanque elevado de 11.00m3; la red de distribución aproximada de 4.40 kilómetros de tubería de diferente diámetro se ha considerado nueva para garantizar hermeticidad u correcta distribución de diámetros.

Se presenta a continuación la tabla 30 en donde se observan de manera preliminar los diferentes costos:

| ALTERNATIVA N°2                    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| ITEM                               | COSTO               |
| RED DE DISTRIBUCION Y COMPLEMENTOS | \$155,447.78        |
| PLANTA DE POTABILIZACIÓN           | \$152,572.46        |
| SISTEMA ELECTRICO                  | \$45,444.54         |
| IMPACTO AMBIENTAL                  | \$2,894.00          |
| MISCELANEOS                        | \$7,165.20          |
| COSTO ANUAL DE ENERGIA ELECTRICA   | \$1,900.00          |
| <b>TOTAL=</b>                      | <b>\$365,423.98</b> |

Tabla 29

Luego de elaborar las diferentes alternativas, se selecciona como alternativa óptima la número 2 ya que a pesar que el valor económico es mayor, la operación en el aspecto eléctrico es más sencilla, en caso de presentarse un desperfecto el equipo presenta una mayor dificultad para reponerlo además debe ser operado por un técnico calificado, como experiencia real es el caso del pozo N°1; a diferencia de la alternativa 1, los componentes pueden ser adquiridos de manera más sencilla en caso de un daño y de la misma manera la mano de obra puede ser ejecutada por una mayor cantidad de profesionales eléctricos del sector.

#### 4.1.8.3 Captación

La captación se realizará desde el denominado pozo N°01 (ver ilustración 5), la velocidad en la tubería de impulsión se recomienda que se encuentre el rango de 0.6 - 2.0 m/s, se toma el valor de 2.0 m/s luego:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{v * \pi}}$$

Donde:

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

V = velocidad en tubería de impulsión (m/s)

D = diámetro en tubería de impulsión (m)

D = 0.0246 m, **comercialmente el diámetro que más se aproxima es de 29.00 mm por tanto adopta tubería PVC E/C de diámetro exterior 32 mm diámetro interior de 29.00 mm y 1.25 Mpa.**

Con el diámetro escogido la velocidad real será:

$$V_{real} = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$V = 1.44$  m/s que se encuentra dentro del rango recomendado.

Para conocer la potencia necesaria para la bomba sumergida desde el **pozo 1** hacia el aireador hay que determinar la altura dinámica de bombeo que es la suma de la altura estática más las pérdidas de carga ocasionada por fricción y local.

$$H_b = H_s + H_f$$

Donde:

$H_b$  = altura dinámica de bombeo (m)

$H_s$  = altura estática (m)

$H_f$  = pérdidas de carga ( $H_{fl} + H_{fm}$ ) (m)

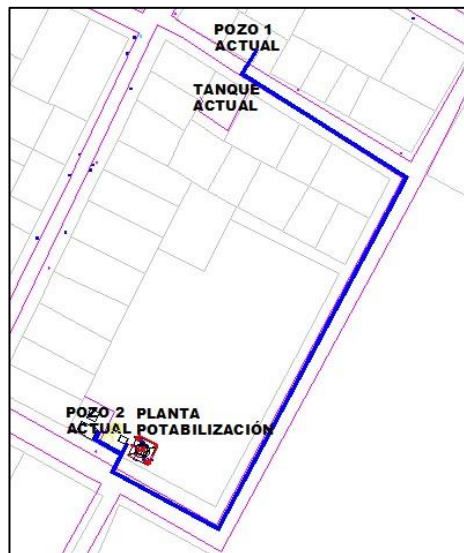


Ilustración 5

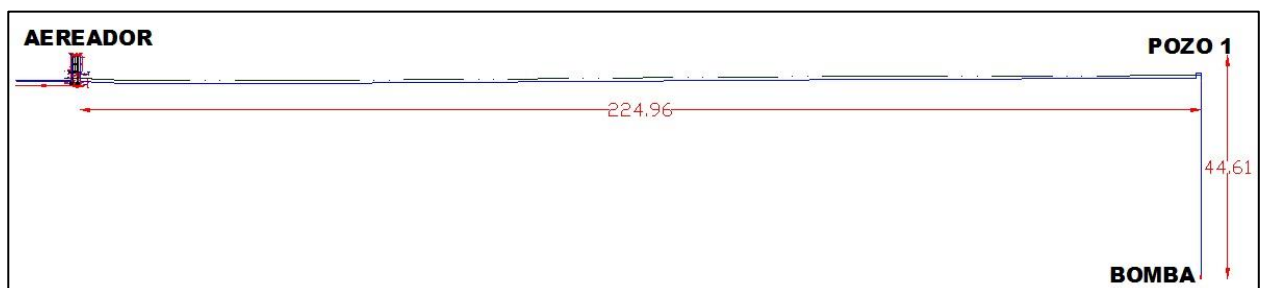


Ilustración 6

Como se observa en la ilustración 6 la altura estática es de 44.61 m.

Despejando de la ecuación de Hazen-Williams para conductos a presión se tiene:

$$H_{fl} = \left( \frac{Q}{0.28 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} * L$$

Donde:

H<sub>fl</sub> = Pérdida de carga por fricción (m)

Q = Caudal de ingreso (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente según el tipo de material (PVC = 140)

D = Diámetro de tubería (m)

L = Longitud del conducto (m)

$$H_{fl} = \left( \frac{0.00092}{0.28 * 140 * 0.029^{2.63}} \right)^{1.85} * 269.57 = 23.61m$$

$$H_{fm} = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde:

H<sub>fm</sub> = Pérdida de carga locales (m)

V = Velocidad en el conducto (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m<sup>2</sup>/s)

K = Coeficiente de pérdida según el accesorio

$$H_{fm} = (28.3) * \frac{1.44^2}{2 * 9.81} = 2.99m$$

$$H_b = 44.61 + (23.61 + 2.99) = 71.21 m$$

Luego aplicando la ecuación aproximada para el cálculo de potencia:

$$P = \frac{Q * H_b}{76 * n}$$

Donde:

P = Potencia (HP)

Q = Caudal a transportar (l/s)

Hb = Altura dinámica de bombeo (m)

n = Eficiencia (%) (se considera el 60% teórica)

$$P = \frac{0.92 * 71.21}{76 * 0.60} = 1.48HP$$

Se adopta por tanto una bomba sumergida monofásica de 1.50HP 60Hz 1.1 kW con sus componentes fabricados en acero inoxidable y el rodete y difusores hechos de polímero (salida de 1 1/4", ver gráfico 7).

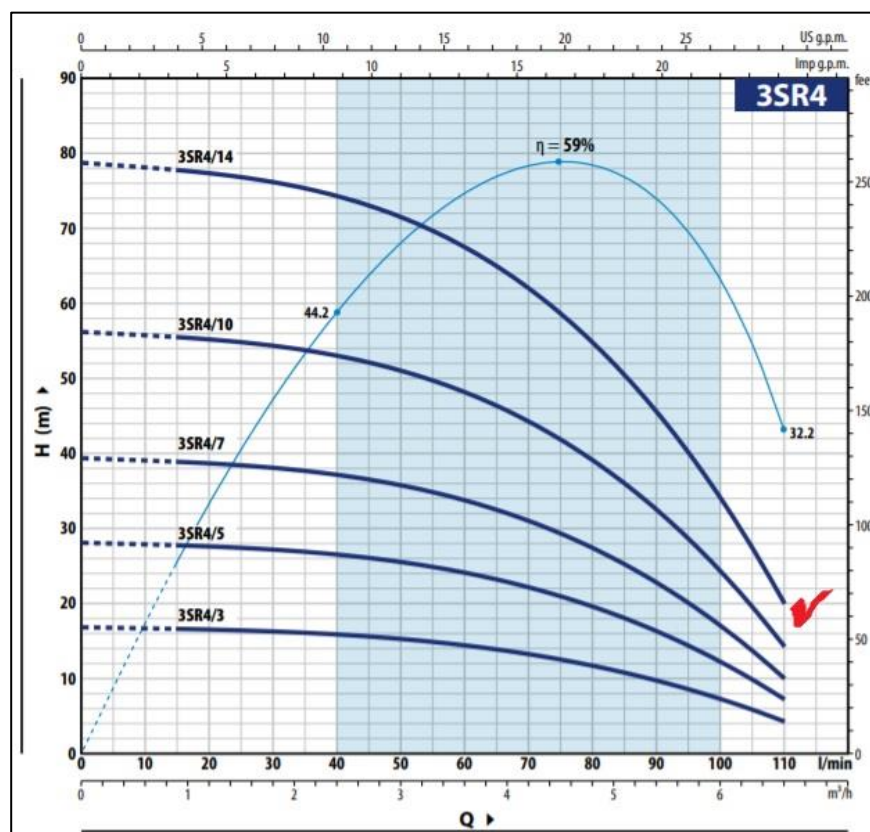


Gráfico 7

Características de la bomba sugerida:

Velocidad predeterminada: 3450 rpm

Altura máxima: 78.00m

Etapas 1

Base: Acero inoxidable

Impulsor: Acero inoxidable

Potencia nominal: 1.5 HP

Eficiencia: 53%

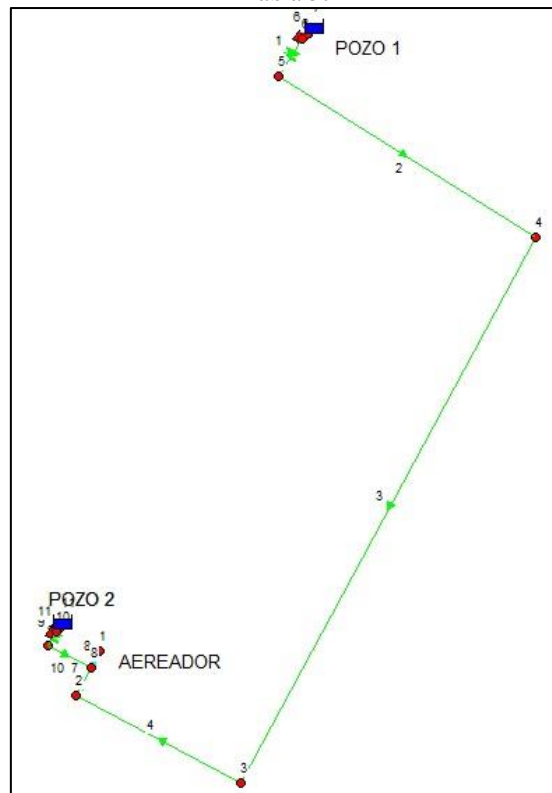
Frecuencia: 60 Hz

Tensión nominal: 220 V

En la tabla 31 e esquema 2 se presenta el diseño para la conducción desde el pozo N°1 hacia el aireador de la planta de potabilización.

| CUADRO RED DE CONDUCCION DESDE POZO 1 HACIA AIREADOR |         |              |               |                        |                        |                    |                       |                       |                                 |              |                 |                |
|--|---------|--------------|---------------|------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| ID Línea   | Nudo    | Longitud (m) | Diámetro (mm) | Presión Estática (mca) | Presión Dinámica (mca) | Sobrepresión (mca) | Presión Trabajo (mca) | Presión Trabajo (MPa) | Presión Trabajo Comercial (MPa) | Caudal (l/s) | Velocidad (m/s) | Perdida (m/km) |
| <b>Tramo</b>   |         |              |               |                        |                        |                    |                       |                       |                                 |              |                 |                |
| Pipe 1   | Junc 6  | 8.44         | 29            | 0                      | 91.87                  | 23.54              | 23.54                 | 0.23                  | 1.25                            | 0.43         | 0.65            | 19.64          |
| Pipe 2   | Junc 5  | 56.63        | 29            | 0                      | 92.3                   | 23.54              | 23.54                 | 0.23                  | 1.25                            | 0.43         | 0.65            | 19.64          |
| Pipe 3   | Junc 4  | 116.4        | 29            | 0                      | 91.25                  | 23.54              | 23.54                 | 0.23                  | 1.25                            | 0.43         | 0.65            | 19.64          |
| Pipe 4   | Junc 3  | 34.9         | 29            | 0                      | 89.89                  | 23.54              | 23.54                 | 0.23                  | 1.25                            | 0.43         | 0.65            | 19.64          |
| Pipe 7   | Junc 2  | 5.91         | 29            | 0                      | 89.17                  | 23.54              | 23.54                 | 0.23                  | 1.25                            | 0.43         | 0.65            | 19.64          |
| Pipe 8   | Junc 8  | 3.53         | 29            | 0                      | 88.72                  | 23.54              | 23.54                 | 0.23                  | 1.25                            | 0.92         | 1.39            | 75.71          |
|  | Junc 1  |              |               | 0                      | 83.17                  | 50.33              | 50.33                 | 0.49                  | 1.25                            |              |                 |                |
| Pipe 9   | Junc 10 | 3.19         | 29            | 0                      | 89.03                  | 26.80              | 26.80                 | 0.26                  | 1.25                            | 0.49         | 0.74            | 24.99          |
| Pipe 10  | Junc 9  | 9            | 29            | 0                      | 88.95                  | 26.80              | 26.80                 | 0.26                  | 1.25                            | 0.49         | 0.74            | 24.99          |
|  | Junc 8  |              |               | 0                      | 88.72                  | 26.80              | 26.80                 | 0.26                  | 1.25                            |              |                 |                |

Tabla 30



Esquema 2

#### 4.1.8.4 Aireador

Como se mencionó anteriormente, el ensayo de laboratorio indica una alta concentración de CO<sub>2</sub> proporcionando al agua una propiedad corrosiva lo cual es perjudicial para componentes metálicos, por tal motivo para remover dicho gas se adicionarán aireadores y lograr bajar la concentración a valores normalizados (5 mg/l).

Un sistema específico para remover CO<sub>2</sub> es el conformado por tuberías de PVC o listones de madera dispuestos en forma de malla como se indica en la lámina de detalles en el anexo de planos; para el cálculo de concentraciones se utiliza la siguiente ecuación (**numeral 5.5.2.7 de las normas CO 10.07-01**):

$$C_f = C_o * 10^{-kH}$$
$$K = 0.6873 - 0.137 \log T_s$$
$$T_s = Q / A_s$$

Donde:

C<sub>f</sub> = Concentración final (mg/l)

C<sub>o</sub> = Concentración inicial (mg/l)

H= Altura del aireador (m)

T<sub>s</sub> = Tasa superficial (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*día)

Q = Caudal para tratamiento (m<sup>3</sup>/día)

A<sub>s</sub> = Área de exposición (m<sup>2</sup>)

**Q = 76.03 m<sup>3</sup>/día**

T<sub>s</sub> = 600 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*día

Despejando A = 0.127 m<sup>2</sup>, Sección cuadrada L = 0.36 m

K = 0.3066

**Co = 293 mg/l**

H = 2.90 m

C<sub>f</sub> = 37.80 mg/l

Determinando la concentración final en un segundo aireador:

Co = 37.80 mg/l

H = 2.90 m

C<sub>f</sub> = 4.88 mg/l

Resulta:

**Dos aireadores de base cuadrada con 0.36m de lado y 2.90m de altura, armado tipo malla con tubería PVC 3/4" y espaciamiento de 3/4", en cada aireador.**

Se calcula la bomba sumergida para elevar el caudal para la potabilización de 0.88 l/s desde el tanque bajo hacia el aireador 2:

Impulsión desde el tanque bajo hacia aireador:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{v * \pi}}$$

Donde:

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

V = velocidad en tubería de impulsión (m/s)

D = diámetro en tubería de impulsión (m)

D = 0.0242 m, **comercialmente el diámetro que más se aproxima es de 29.00 mm por tanto adopta tubería PVC de diámetro exterior 32 mm diámetro interior de 29.00 mm y 1.25 Mpa**

Con el diámetro escogido la velocidad real será:

$$V_{real} = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

V = 1.39 m/s que se encuentra dentro del rango recomendado.

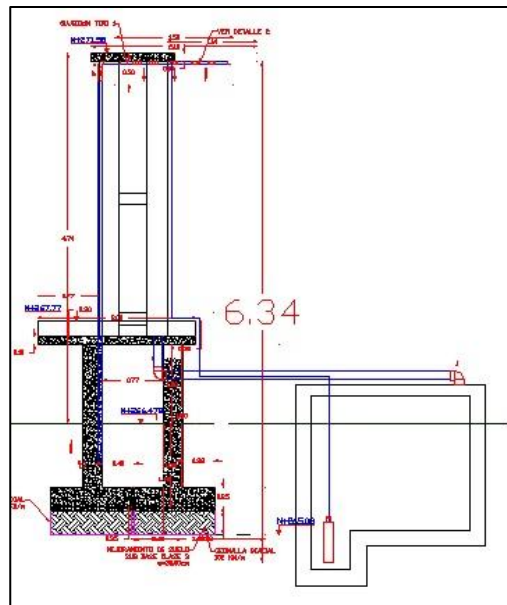
$$H_b = H_s + H_f$$

Donde:

H<sub>b</sub> = altura dinámica de bombeo (m)

H<sub>s</sub> = altura estática (m)

H<sub>f</sub> = pérdidas de carga (H<sub>fl</sub> + H<sub>fm</sub>) (m)



**Ilustración 7**

Como se observa en la ilustración 7 la altura estática es de 6.34m

Despejando de la ecuación de Hazen-Williams para conductos a presión se tiene:

$$H_{fl} = \left( \frac{Q}{0.28 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} * L$$

Donde:

$H_{fl}$  = Perdida de carga por fricción (m)

$Q$  = Caudal de ingreso (m<sup>3</sup>/s)

$C$  = Coeficiente según el tipo de material (PVC = 140)

$D$  = Diámetro de tubería (m)

$L$  = Longitud del conducto (m)

$$H_{fl} = \left( \frac{0.00088}{0.28 * 140 * 0.029^{2.63}} \right)^{1.85} * 7.80 = 0.64m$$

$$H_{fm} = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde:

H<sub>fm</sub> = Pérdida de carga locales (m)

V = Velocidad en el conducto (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m<sup>2</sup>/s)

K = Coeficiente de pérdida según el accesorio

$$H_{fm} = (25.3) * \frac{1.39^2}{2 * 9.81} = 2.49m$$

$$H_b = 6.34 + (0.64 + 2.49) = 9.47 \text{ m}$$

Luego aplicando la ecuación aproximada para el cálculo de potencia:

$$P = \frac{Q * H_b}{76 * n}$$

Donde:

P = Potencia (HP)

Q = Caudal a transportar (l/s)

H<sub>b</sub> = Altura dinámica de bombeo (m)

n = Eficiencia (%) (se considera el 60% teórica)

$$P = \frac{0.88 * 9.47}{76 * 0.60} = 0.19HP$$

**Se adopta por tanto una bomba sumergida monofásica de 0.50HP 60Hz 0.37 kW con sus componentes fabricados en acero inoxidable y el rodete y difusores hechos de polímero (salida de 1 1/4").**

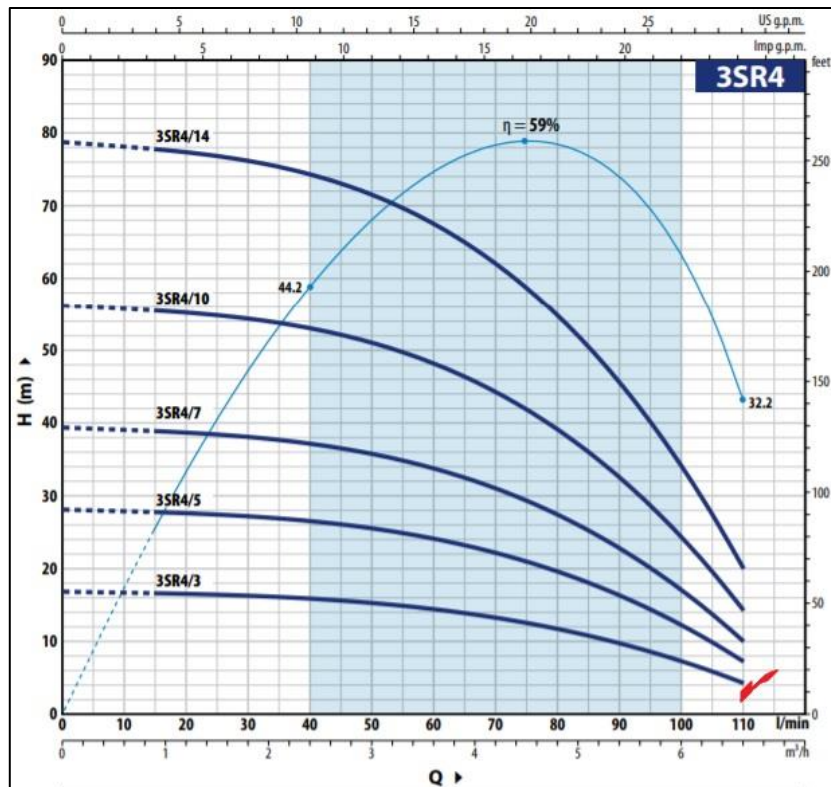


Gráfico 8

Características de la bomba sugerida:

Velocidad predeterminada: 3450 rpm  
 Altura máxima: 16.00m  
 Etapas 1  
 Base: Acero inoxidable  
 Impulsor: Acero inoxidable  
 Potencia nominal: 0.5 HP  
 Eficiencia: 53%  
 Frecuencia: 60 Hz  
 Tensión nominal: 220 V

Luego se determina la bomba para elevar el agua desde el tanque bajo hacia el repartidor de caudales:

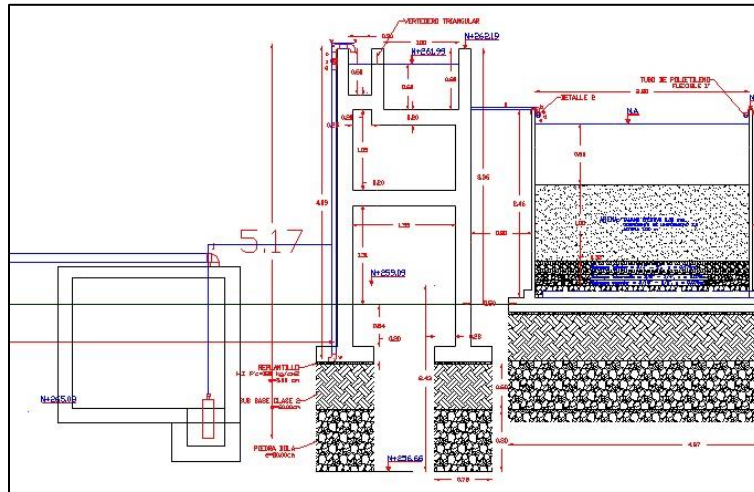
$$H_b = H_s + H_f$$

Donde:

H<sub>b</sub> = altura dinámica de bombeo (m)

H<sub>s</sub> = altura estática (m)

H<sub>f</sub> = pérdidas de carga (H<sub>f1</sub> + H<sub>f2</sub>) (m)



**Ilustración 8**

Como se observa en la ilustración 8 la altura estática es de 5.17m

Despejando de la ecuación de Hazen-Williams para conductos a presión se tiene:

$$H_{fl} = \left( \frac{Q}{0.28 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} * L$$

Donde:

$H_{fl}$  = Pérdida de carga por fricción (m)

$Q$  = Caudal de ingreso (m<sup>3</sup>/s)

$C$  = Coeficiente según el tipo de material (PVC = 140)

$D$  = Diámetro de tubería (m)

$L$  = Longitud del conducto (m)

$$H_{fl} = \left( \frac{0.00088}{0.28 * 140 * 0.029^{2.63}} \right)^{1.85} * 6.50 = 0.54m$$

$$H_{fm} = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde:

$H_{fm}$  = Pérdida de carga locales (m)

$V$  = Velocidad en el conducto (m/s)

$g$  = Aceleración de la gravedad ( $m^2/s$ )

$K$  = Coeficiente de pérdida según el accesorio

$$H_{fm} = (14.3) * \frac{1.39^2}{2 * 9.81} = 1.41m$$

$$H_b = 5.17 + (0.54 + 1.41) = 7.12 \text{ m}$$

Luego aplicando la ecuación aproximada para el cálculo de potencia:

$$P = \frac{Q * H_b}{76 * n}$$

Donde:

$P$  = Potencia (HP)

$Q$  = Caudal a transportar (l/s)

$H_b$  = Altura dinámica de bombeo (m)

$n$  = Eficiencia (%) (se considera el 60% teórica)

$$P = \frac{0.88 * 7.12}{76 * 0.60} = 0.14HP$$

**Se adopta por tanto una bomba sumergida monofásica de 0.50HP 60Hz 0.37 kW con sus componentes fabricados en acero inoxidable y el rodete y difusores hechos de polímero (salida de 1 1/4").**

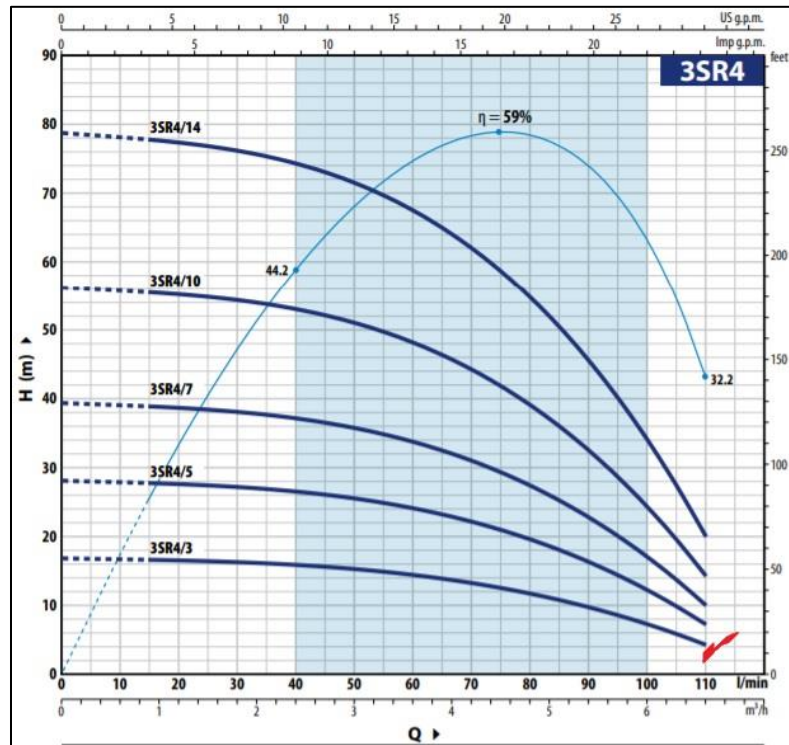


Gráfico 9

Características de la bomba sugerida:

- Velocidad predeterminada: 3450 rpm
- Altura máxima: 16.00m
- Etapas 1
- Base: Acero inoxidable
- Impulsor: Acero inoxidable
- Potencia nominal: 0.5 HP
- Eficiencia: 53%
- Frecuencia: 60 Hz
- Tensión nominal: 220 V

#### 4.1.8.5 Vertedero y tanque repartidor de caudales

Luego del paso del líquido por los aireadores llega a un tanque repartidor donde se encuentra un vertedero triangular para aforar el caudal y luego se reparte hacia los dos filtros lentos.

El vertedero de pared delgada y triangular a 90° emplea la ecuación desarrollada por la Universidad Católica de Chile para caudales en vertederos triangulares y se tiene:

$$Q = \frac{8}{15} * \sqrt{2 * g} * \tan(45^\circ) \mu * h^{5/2}$$

Donde:

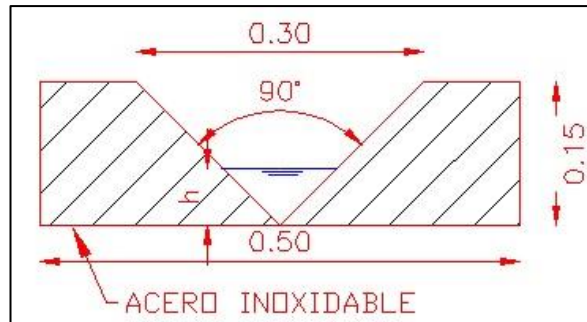
Q = Caudal a aforar (m<sup>3</sup>/s)

h = Nivel entre el vértice del vertedero y el nivel libre (m)

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

μ = Valor según la altura "h"

Se presentan los valores de la altura "h" (ver ilustración 9) y el correspondiente valor de caudal:



**Ilustración 9**

| h<br>m | Q<br>l/s |
|--------|----------|
| 0.05   | 0.79     |
| 0.052  | 0.87     |
| 0.06   | 1.25     |
| 0.07   | 1.84     |
| 0.08   | 2.54     |
| 0.09   | 3.41     |
| 0.1    | 4.43     |
| 0.11   | 5.59     |
| 0.111  | 5.72     |
| 0.12   | 6.93     |

**Tabla 31**

Se observa que para una altura "h" de 5.2 cm (ver tabla 32) se obtiene el valor de caudal que procesa la planta al final del período de diseño.

Posteriormente de aforar el flujo, el agua llega hacia cada uno de los filtros lentos mediante dos tuberías PVC independientes con las siguientes dimensiones:

$$Q = A * V$$

Donde:

Q = Caudal de ingreso (m<sup>3</sup>/s)

V = velocidad en tubería (0.6 a 2.0 m/s)

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{5.98e-4}{1.5} = 3.99e-4 m^2$$

Despejando el diámetro de la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{A * 4}{\pi}}$$

D = 22.53 mm se adopta por razones comerciales **22.00mm con diámetro exterior de 25mm PVC E/C 1.60 Mpa.**

Luego:

Área real = 0.00038 m<sup>2</sup>

Velocidad real = 1.57m/s

**El agua ingresará al filtro lento mediante tubería de polietileno flexible con diámetro de 1” instalada en el perímetro del filtro y con perforaciones de 0.5 centímetros con separaciones de 46.00 centímetros (19 perforaciones).**

#### **4.1.8.6 Filtro lento de Zeolita (NORMA CO 10.07-601 LITERAL 5.9.2.1)**

El sistema de filtro lento o también conocido como filtro biológico por la alta eficiencia en la remoción de bacterias y que tiene gran aplicación en el área rural, consiste en dirigir el flujo a tratar a través de un medio poroso en donde se retiene gran cantidad de impurezas.

En la parte superior del filtro a través de una tubería el agua ingresa hacia una capa sobrenadante cuyo nivel va en aumento hasta llegar al nivel de rebose momento en el cual es necesario proceder con el lavado de la capa de zeolita, este procedimiento se lo efectuará aproximadamente cada 3 meses.

Después de la capa sobrenadante se encuentra un lecho de zeolita o capa filtrante en donde ocurre la remoción de patógenos, en cuya zona las paredes del tanque serán ásperas evitando de esta manera cortocircuitos del flujo.

Debajo de la capa filtrante y como soporte existe un estrato de grava y finalmente el sistema de drenaje conformado por tuberías perforadas.

La tasa de filtración se encuentra en el rango de 2-8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*día, se aplicará el valor de 8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>\*día para el presente proyecto; atendiendo a recomendaciones de la Senagua en donde se indica que se

instalarán mínimo dos filtros y que cada uno tenga la capacidad de trabajar al 65% del caudal de diseño, se tendría:

$$Q_{\text{diseño}} = 0.88 \text{ l/s } 76.03 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_{65\%} = 49.42 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_{\text{mayorado}} = 98.84 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$T_s = \frac{Q}{A}$$

Donde:

$T_s$  = tasa de filtración ( $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$ )

$Q$  = caudal de ingreso ( $\text{m}^3/\text{día}$ )

$A$  = área superficial de filtro ( $\text{m}^2$ )

Despejando el área se tendría un total de 12.36  $\text{m}^2$  dispuesta para dos filtros a instalar se tiene un área por filtro de 6.18  $\text{m}^2$ .

Se adopta un tanque de ferrocemento de 2.80 m de diámetro y con capacidad de 14.00  $\text{m}^3$ .

La altura de la capa sobrenadante se recomienda establecerla de 0.80m, la profundidad del medio filtrante se encuentra dentro del rango 1.0 a 1.4m (se escogerá 1.0m como espesor del medio filtrante) y para el presente caso se dispondrá una capa de drenaje con espesor de 0.325m.

El lecho filtrante tendrá un diámetro efectivo de 0.15 – 0.35mm, coeficiente de uniformidad de 1.5 a 3.

La capa de grava ubicada debajo y como medio de soporte para la Zeolita se colocará en tres subcapas con la granulometría y espesor indicado a continuación:

$$\text{Subcapa superior} = 3/16'' - 3/8'', e = 0.075\text{m}$$

$$\text{Subcapa intermedia} = 3/8'' - 3/4'', e = 0.075\text{m}$$

$$\text{Subcapa inferior} = 3/4'' - 2'', e = 0.175\text{m}$$

Finalmente se calculan las pérdidas de carga en el lecho filtrante, grava y drenaje; para el medio poroso se utiliza la siguiente ecuación:

$$H_f = f * \frac{L * \lambda}{g} * v * \frac{(1 - P_o)^2}{P_o^3} * \left( \frac{6}{C_e * D} \right)^2$$

Donde:

$$f = 5$$

L = altura del lecho (cm)

g = aceleración de la gravedad (981 cm/s<sup>2</sup>)

$\lambda$  = viscosidad cinemática (0.0131 cm<sup>2</sup>/s a 10°C)

Po = Porosidad

Ce = Coeficiente de esfericidad

D = Diámetro (cm)

v = velocidad de filtración (0.0028 cm/s)

Porosidad:

Zeolita = 0.355

Grava = 0.400

Esfericidad:

Zeolita = 0.95

Grava = 0.82

Diámetro:

Zeolita = 0.035 cm

Grava subcapa superior = 0.71 cm

Grava subcapa intermedia = 1.43 cm

Grava subcapa inferior = 3.49 cm

Reemplazando:

Hf zeolita = 5.66 cm

Hf grava superior = 0.000837 cm

Hf grava intermedia = 0.000206495 cm

Hf grava inferior = 0.000080893 cm

Para calcular el diámetro de la tubería de efluente se considera la velocidad de máximo 0.3 m/s como recomienda las normas de Secretaria del agua en el numeral 5.9.2.1 literal "e" entonces:

$$A = Q / V$$

Q = Caudal de salida del filtro (m<sup>3</sup>/s)

V = Velocidad del flujo al interior de la tubería (m/s)

$$A = 5.98 \text{ e}^{-4} / 0.3$$

$$A = 0.00199 \text{ m}^2, D = 50.38 \text{ mm}$$

**Se adopta diámetro comercial para tubería principal: 50mm diámetro interno 47.00mm 0.80 Mpa PVC E/C.**

$$A_{\text{real}} = 0.00173 \text{ m}^2, V_{\text{real}} = 0.35 \text{ m/s}$$

Para las tres tuberías laterales el caudal se distribuye de forma equivalente teniendo un diámetro de 28.44 mm.

**Se adopta diámetro comercial para tubería secundaria: 32mm diámetro interno 29.00mm 1.25 Mpa PVC E/C.**

$$A_{\text{real}} = 0.0006605 \text{ m}^2, V_{\text{real}} = 0.29 \text{ m/s}$$

En los tres ramales laterales para el drenaje en donde el caudal de cada uno sería  $1.907 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ .

A = área del orificio ( $\text{m}^2$ ) ( $0.000012566 \text{ m}^2$ , orificio de 4mm de diámetro)

$$Q = 0.000012566 * 0.3 \text{ (en cada orificio)}$$

$$Q = 0.0000037698 \text{ m}^3/\text{s}$$

Número de orificios:

$$1.9066 \times 10^{-4} / 3.769 \times 10^{-6} = 50 \text{ unidades}$$

**Se colocarán 50 orificios de diámetro 4mm con espaciamiento de 4 cm en cada uno de los tres ramales laterales.**

Luego con la ecuación de Torricelli para orificios:

$$H_{fo} = \frac{Q_o^2}{C_d^2 * A_o^2 * 2 * g} = 0.01086 \text{ m}$$

Donde:

$H_{fo}$  = pérdida de carga en orificio (m)

$Q_o = 0.0000037698 \text{ m}^3/\text{s}$

$A_o = 0.00001256 \text{ m}^2$  (4mm)

$$C_d = 0.65$$

$$H_f \text{ total} = 5.66 + 0.00083766 + 0.0002064 + 0.000080893 + 1.086 = 6.75 \text{ cm}$$

Para calcular las pérdidas por fricción en la tubería de salida de cada filtro y que dirige el flujo hacia el vertedero de salida se utiliza la ecuación de Hazen-Williams en donde se tiene:

$$H_{fl} = \left( \frac{Q}{0.28 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} * L$$

Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C = Constante por material (para PVC=140)

D = Diámetro del conducto (m)

H<sub>fl</sub> = Pérdida de carga por fricción (m)

L = Longitud de tubería (m)

$$H_{fl} = \left( \frac{5.719e-4}{0.28 * 140 * 0.047^{2.63}} \right)^{1.85} * 2.72 = 0.01$$

Para el cálculo de pérdidas localizadas se utiliza la siguiente expresión:

$$H_{fm} = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde:

H<sub>fm</sub> = Pérdida de carga locales (m)

V = Velocidad en el conducto (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m<sup>2</sup>/s)

K = Coeficiente de pérdida según el accesorio

$$H_{fm} = (1.3) * \frac{0.30^2}{2 * 9.81} = 0.0059m$$

La pérdida total es:

$$H_{ft} = 0.083 \text{ m.}$$

Por tanto, resultan dos filtros con las dimensiones siguientes:

**Diámetro = 2.80 m**

**Altura Capa sobrenadante = 0.80 m**

**Altura medio filtrante = 1.00 m,**

**Altura capa de drenaje = 0.48 m**

**Borde libre = 0.30 m,**

**Altura total = 2.58 m**

#### 4.1.8.7 Tanque de reserva

Como ya se determinó, el volumen de reserva resulta en 28.00 m<sup>3</sup>, sin embargo, existen en el área de la planta dos cisternas con las dimensiones siguientes:

Cisterna 1 = 3.12 x 5.1 x 2.0 = 31.82 m<sup>3</sup>, 27.05 m<sup>3</sup> útiles

Cisterna 2 = 2.8 x 2.76 x 1.62 = 12.52 m<sup>3</sup>, 10.2 m<sup>3</sup> útiles

**Total de reserva = 37.25 m<sup>3</sup>.**

Las cisternas se encuentran en buen estado estructural por tal motivo serán utilizadas en el presente proyecto.

Se colocará una electrobomba centrífuga de eje horizontal en la casa de operación para impulsar el agua hasta el tanque elevado cuya torre tiene una altura de 16.00 m, para lo cual se determina el diámetro de la tubería de succión con una velocidad de 1.0 m/s.

Según las variaciones de consumo consideradas en horas de máximo consumo se llega a utilizar alrededor de 6.88 m<sup>3</sup> de agua por hora, entonces se implantará una bomba que satisfaga el caudal de:

$$Q = 6.88 / 3600 = 0.00192 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

Donde:

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

Q = Caudal a succionar (m<sup>3</sup>/s)

V = Velocidad en el conducto (m/s)

$$A = \frac{0.00192}{1.0} = 0.00192 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{A * 4}{\pi}} = 0.0493m = 49.31mm$$

Se escoge **por tanto por razones comerciales una tubería PVC E/C con diámetro interior de 47.00 mm y exterior de 50 mm de 0.80 Mpa.**

$$Areal = \frac{\pi * D^2}{4} = 0.001734m^2$$

$$Vreal = \frac{Q}{A} = \frac{0.00192}{0.001734} = 1.10m / s$$

La velocidad en la tubería de impulsión hacia el tanque elevado de 11.00 m3 se recomienda que se encuentre en el rango de 0.6 - 2.0 m/s, se toma el valor de 2.0 m/s luego:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{v * \pi}}$$

Donde:

Q = caudal de ingreso (m3/s)

V = velocidad en tubería de impulsión (m/s)

D = diámetro en tubería de impulsión (m)

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00192}{2 * \pi}} = 0.0348m = 34.87mm$$

**Comercialmente el diámetro que más se aproxima es de 36.20 mm por tanto se adopta tubería PVC E/C de diámetro exterior 40 mm diámetro interior de 36.20 mm y 1.25 Mpa.**

Con el diámetro escogido la velocidad real será:

$$Vreal = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

V = 1.86 m/s que se encuentra dentro del rango recomendado.

Para determinar la altura de sumersión mínima necesaria se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = 0.2V^2 + 0.2$$

Donde:

S = Sumersión (m)

V = velocidad en la succión (m/s)

$$S = 0.2(1.1^2) + 0.2 = 0.44m$$

**Se adopta la sumergencia mínima de 0.50m.**

Para conocer la altura máxima de aspiración de la bomba superficial, se emplea la siguiente ecuación simplificada a partir de la ecuación de la energía:

$$h_{\max} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - hf - \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

h<sub>max</sub>= Altura de aspiración máxima (m)

P<sub>a</sub> = Presión atmosférica (m)

P<sub>v</sub> = Presión de vapor (m)

H<sub>f</sub> = Pérdidas de carga (m)

V<sup>2</sup>/2g = Altura de aspiración requerida (NPSHr) (m)

La bomba a utilizarse será con eje de motor fabricado en acero inoxidable y rodete fabricado en latón con una frecuencia de 3450 rpm.

La altura de aspiración requerida NPSHr dada por el fabricante es de 1.30m.

Se considera una presión atmosférica (P<sub>a</sub>) de 759.81 mmhg y presión de vapor de agua (P<sub>v</sub>) a temperatura de 10°C de 9.2123 mmHg.

$$\frac{P_a}{\gamma} = (759.81 * 10.33) / 760 = 10.33m$$

$$\frac{P_v}{\gamma} = (9.2123 * 10.33) / 760 = 0.125m$$

Se calcula las pérdidas por fricción en la tubería de succión con la ecuación de Hazen-Williams en donde se tiene:

$$H_{fl} = \left( \frac{Q}{0.28 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} * L$$

Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C = Constante por material (para PVC=140)

D = Diámetro del conducto (m)

H<sub>fl</sub> = Pérdida de carga por fricción (m)

L = Longitud de tubería (m)

$$H_{fl} = \left( \frac{0.00192}{0.28 * 140 * 0.047^{2.63}} \right)^{1.85} * (3.70 + h_{\max}) = 0.113 + 0.030h_{\max}$$

Para el cálculo de pérdidas localizadas se utiliza la siguiente expresión:

$$H_{fm} = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde:

H<sub>fm</sub> = Pérdida de carga locales (m)

V = Velocidad en el conducto (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m<sup>2</sup>/s)

K = Coeficiente de pérdida según el accesorio

$$H_{fm} = (18.5) * \frac{1.10^2}{2 * 9.81} = 1.14m$$

Reemplazando:

$$h_{\max} = 10.33 - 0.125 - 0.113 - 0.030h_{\max} - 1.14 - 0.062$$

$$h_{\max} = 8.63m$$

La altura de aspiración disponible NPSH<sub>d</sub> se determina de la siguiente expresión:

$$NPSHd = \frac{Pa}{\gamma} - \frac{Pv}{\gamma} - H_{ss} - H_{fs}$$

Donde:

NPSHd= Altura de aspiración disponible (m)

Pa = Presión atmosférica (m)

Pv = Presión de vapor (m)

Hss = Altura estática de succión (m)

Hfs = Pérdida de carga en la succión (m)

$$NPSHd = 10.33 - 0.125 - 2.53 - (0.186 + 1.14) = 6.35m$$

$$NPSHd > NPSHr$$

El NPSHd es mayor al NPSHr por tanto se evita la cavitación en los rodetes de la bomba.

**Se instalarán las bombas a una altura de 0.30 m desde el nivel de suelo.**

Para conocer la potencia necesaria para la bomba hay que determinar la altura dinámica de bombeo que en este caso es la suma de la altura estática de succión e impulsión más las pérdidas de carga ocasionadas por fricción y accesorios.

$$Hb = H_{ss} + H_{si} + H_f$$

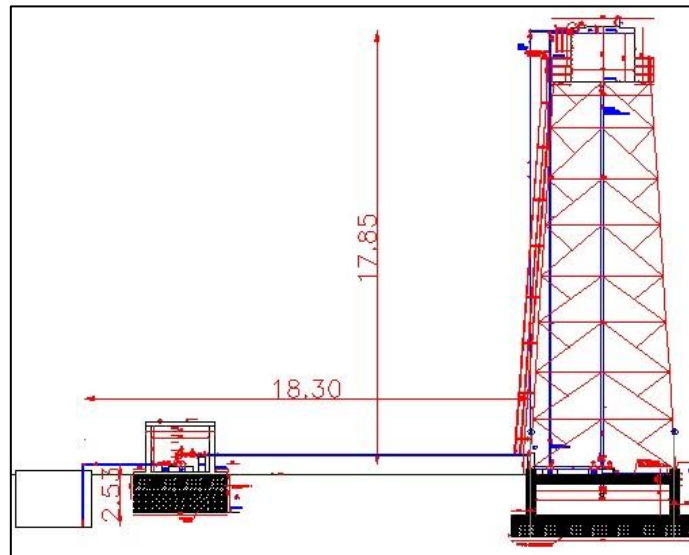
Donde:

Hb = altura dinámica de bombeo (m)

Hss = altura estática de succión (m)

Hsi = altura estática de impulsión (m)

Hf = perdidas de carga (Hfl + Hfm) (m)



**Ilustración 10**

Como se observa en la ilustración 10 la altura estática de succión es de 2.53 m y la de impulsión es de 17.85 m

Para el cálculo de pérdidas de carga por fricción se despeja de la ecuación de Hazen-Williams para conductos a presión y se tiene:

$$H_{fl} = \left( \frac{Q}{0.28 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85} * L$$

Donde:

H<sub>fl</sub> = Pérdida de carga por fricción (m)

Q = Caudal de ingreso (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente según el tipo de material (PVC = 140)

D = Diámetro de tubería (m)

L = Longitud del conducto (m)

Para succión:

$$H_{fl} = \left( \frac{0.00192}{0.28 * 140 * 0.047^{2.63}} \right)^{1.85} * 6.1 = 0.186m$$

Para impulsión:

$$H_{fl} = \left( \frac{0.00191}{0.28 * 140 * 0.0362^{2.63}} \right)^{1.85} * 33.7 = 3.65m$$

Para pérdidas localizadas:

$$H_{fm} = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde:

H<sub>fm</sub> = Pérdida de carga locales (m)

V = Velocidad en el conducto (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m<sup>2</sup>/s)

K = Coeficiente de pérdida según el accesorio

Para succión:

$$H_{fm} = (18.5) * \frac{1.10^2}{2 * 9.81} = 1.14m$$

Para impulsión:

$$H_{fm} = (29.44) * \frac{1.86^2}{2 * 9.81} = 5.19m$$

Se aumentan 9.65 m de pérdida causada por el medidor de 1" para contabilizar el volumen de agua que ingresa al tanque elevado.

Reemplazando:

$$H_b = 2.53 + 17.85 + 0.186 + 3.65 + 1.14 + 5.19 = 30.55m$$

Luego aplicando la ecuación aproximada para el cálculo de potencia:

$$P = \frac{Q * H_b}{76 * n}$$

Donde:

P = Potencia (HP)

Q = Caudal a transportar (l/s)

H<sub>b</sub> = Altura dinámica de bombeo (m)

n = Eficiencia (%) (se considera el 60% teórica)

$$P = \frac{1.92 * 30.55}{76 * 0.60} = 1.28HP$$

Se adopta por razones comerciales dos electrobombas centrífugas de eje horizontal monofásicas se recomienda que tengan una potencia de 2.0 HP 1.5 kW con ejes de motor de acero inoxidable; y que cumplan las condiciones de caudal y altura dinámica (ver gráfico 10).

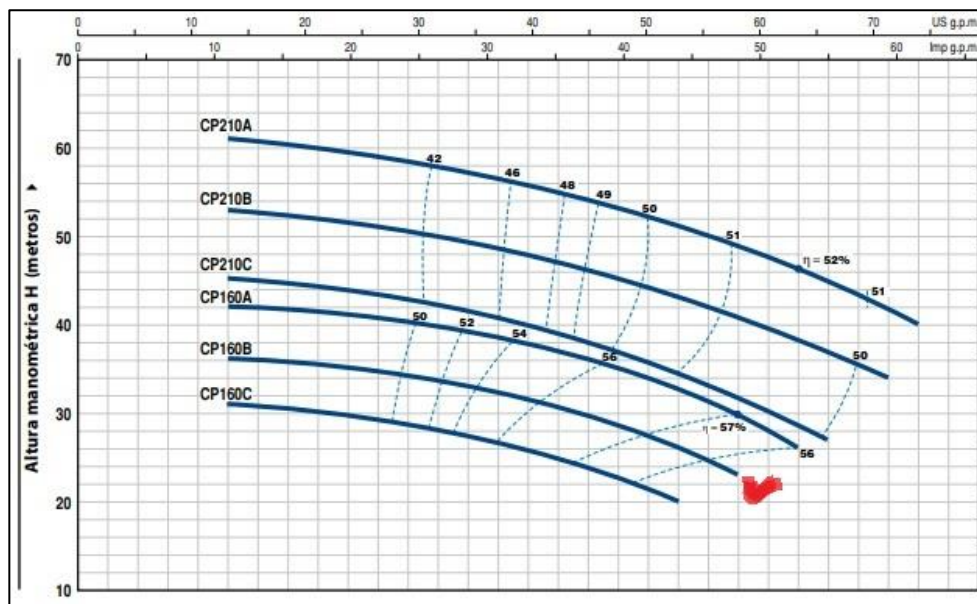


Gráfico 10

#### 4.1.8.8 Desinfección

En las normas CO 10.07-01 en el numeral 5.10 “Desinfección” se menciona: “*el objetivo de la desinfección del agua es destruir los organismos patógenos causantes de enfermedades, tales como bacterias, protozoarios, virus y nematodos. Todo sistema de abastecimiento de agua para consumo humano debe ser desinfectado adecuadamente*”

El aspecto fundamental del agua para consumo humano es que debe estar libre de microorganismos capaces de transmitir enfermedades, en el presente proyecto se utilizará la desinfección química debido a los volúmenes utilizados y al tipo de agua obtenida luego del filtro.

En el numeral 5.10.1.1 “Hipocloradores”, se menciona en el literal “c”:

*“En plantas pequeñas el hipoclorito de calcio o sodio se dosifica en pequeños tanques prefabricados que disponen de un sistema muy simple de orificio calibrado con carga constante, que puede regularse manualmente. Una o dos veces al día se prepara a mano la solución, de acuerdo a la dosis de cloro adoptada y al caudal de la planta. El volumen del tanque de solución se determina en función de la capacidad de la planta, la dosis de cloro aceptada y la concentración de la solución, y debe tener una capacidad mínima para 12 horas de operación. Se recomienda utilizar dosificadores tipo IEOS”.*

Además, en el literal “f” del numeral 5.10.1.2 de las normas CO 10.07.01 se indica lo siguiente:

*“Un criterio usualmente utilizado es agregar suficiente cantidad de cloro al agua como para conseguir que en cualquier punto de la red de distribución se encuentre un residual de 0.1 mg/l a 0.5 mg/l...”*

Según como se mencionó anteriormente para el número de coliformes obtenidos se procederá a realizar la desinfección del agua mediante la aplicación de hipoclorito de calcio (cloro granulado) ya que los patógenos son destruidos con rapidez, es fácil de adquirir y su costo es moderado; para cuyo propósito se instalarán los respectivos equipos dentro de la edificación dispuesta según se muestra en los correspondientes planos.

Se determinan los valores para el sistema de cloración:

Se adopta un recipiente de PVC para contener la solución madre de hipoclorito de calcio en un volumen de 260 litros útiles, entonces:

Según las variaciones de consumo adoptadas, se esperaría al final del período de diseño un consumo diario (24 horas) de aproximadamente 78m<sup>3</sup>.

$$P = \frac{V * C}{10 * Cl\%}$$

Donde:

P = Peso de hipoclorito de calcio por día (gr)

V = Volumen de agua a tratar (l)

C = Concentración (1.5 mg/l)

Cl% = Concentración del cloro granulado (70%)

$$P = \frac{78000 * 1.5}{10 * 70} = 167.14 \text{ gr.}$$

Con la cantidad en peso de hipoclorito de calcio se disuelve en 100 litros de agua obteniéndose una solución de cloro al 0.111% (1114.27 p.p.m).

$$V_{\min} = \frac{Cl\% * 10 * P}{Cm}$$

Donde:

Vmin = Volumen de agua mínimo para la disolución (l)

P = Peso de hipoclorito de calcio por día (gr)

Cm = Concentración máxima de la solución madre (mg/l)

Cl% = Concentración del cloro granulado (70%)

$$V_{\min} = \frac{70 * 10 * 167.14}{1114.27} = 105.00 \text{ litros}$$

La dosificación se realizará mediante bomba para lo cual se determina el caudal de inyección de la solución clorada:

$$Q_s = \frac{6 * Q * C}{Cm}$$

Donde:

Qs = Caudal de inyección de solución clorada (ml/min)

Q = Caudal de ingreso a la reserva (l/s)

C = Concentración (1.5 mg/l)

Cm = Concentración de la solución madre (%)

$$Q_s = \frac{6 * 0.88 * 1.5}{0.111} = 71.35 \text{ ml / min}$$

**En consecuencia, se prepara una solución de hipoclorito de calcio con 167.14 gr de cloro granulado al 70% disuelto en 105 litros de agua para la cloración durante 24 horas a los valores estimados de consumo al final del período de diseño.**

#### 4.1.8.9 Tanque elevado

Con la instalación de un tanque elevado se busca elevar el nivel de la línea estática a máximo 40.00 mca y la línea dinámica a máximo 30.00 mca para que la presión en los puntos requeridos sea de mínimo 7.00 mca.

Además, se compensan las variaciones de los consumos que se producen durante el día, es decir se almacena el agua que no se ocupa cuando el caudal consumido es menor que el suministro y lo aporta cuando el consumo aumenta en las horas de máximo consumo.

Al no existir un registro de consumo de agua se ha estimado un cuadro de consumo (ver gráfico 11) durante las 24 horas del día en donde se observa un consumo máximo horario de 1.92 l/s y un consumo medio futuro de 0.64 l/s, y a partir del caudal que puede suministrar la planta que es de 0.88 l/s se genera el volumen del tanque elevado; así del gráfico 12 obtenido a partir de las variaciones de consumo diario y del caudal suministrado por la planta de potabilización en donde al trazar líneas paralelas tanto arriba como debajo de la curva de suministro se obtiene gráficamente el volumen de reserva que es la suma del déficit más el exceso de volumen el mismo que resulta en 10.7 m<sup>3</sup> por tanto se adopta un volumen de **11.0 m<sup>3</sup> para el tanque elevado**.



Gráfico 11

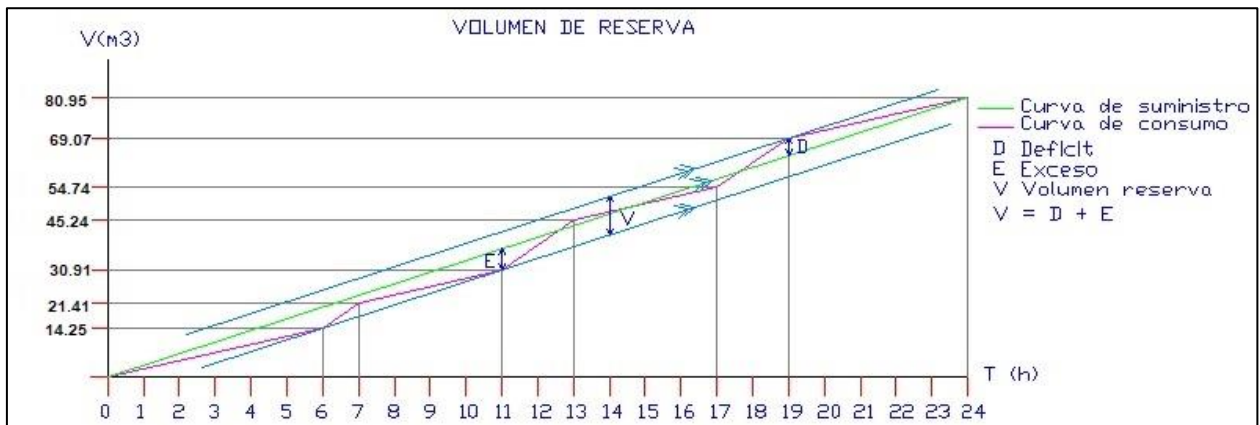


Gráfico 12

Por razones estructurales tanques con capacidad inferior a 50.0 m<sup>3</sup> se adopta la forma cilíndrica cuya tapa y fondo serán planos estará ubicado sobre una torre metálica auto soportante de 16.0 metros de altura cuyo diseño se presenta en el anexo 6.

La tubería de ingreso como ya se mencionó queda definida por la impulsión desde el tanque de reserva que será de 40.00 mm de diámetro exterior PVC E/C 1.25 Mpa.

La tubería de salida será la definida por la red de distribución que para el caso presente será de 63mm de diámetro exterior y 59.00 mm de diámetro interior PVC con 0.80 Mpa. La misma que servirá también para limpieza del tanque.

Se ubicará también una tubería de rebose que será del mismo diámetro que la tubería de entrada y que será conectada al desagüe.

La ventilación se dispondrá de un tubo en "U" invertida de diámetro mínimo 50 mm separada del techo una distancia de mínimo 0.30m cuya entrada se protegerá con malla mosquitera

Al interior del tanque se instalará para medir el nivel de agua regla plástica graduada.

El borde libre entre el nivel máximo y el techo del tanque será de mínimo 0.20m; el fondo y las paredes del tanque deben ser impermeabilizados mediante pintura de recubrimiento especial.

La boca de visita será de 0.60x0.60 metros ubicada en la tapa del tanque y en el lado donde se ubique la tubería de entrada, será de sellado hermético para evitar cualquier medio de contaminación.

Para el acceso a la boca de visita se instalará una escalera tipo marinera con jaula de protección y en la parte inferior externa del tanque se colocará una baranda protectora para la zona de caminería.

Dentro de los accesorios se instalará una válvula de compuerta en la tubería de ingreso al tanque, otra válvula de compuerta en la tubería de salida hacia la red de distribución.

#### 4.1.8.10 Red de distribución

Para conducir el agua hacia las **108 conexiones domiciliarias** se disponen de tuberías y accesorios a manera de redes o mallas las mismas que son de tipo cerrada y abierta.

El diseño de redes ha sido elaborado mediante un paquete computacional, el cual emplea el método de Hardy Cross, en donde se emplea la fórmula de Hazen-Williams:

$$Q = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times J^{0.54}$$

Dónde:

Q=Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C=Coeficiente que depende de la rugosidad del tubo (PVC=140)

D=Diámetro interior del tubo (m)

J=Pérdidas de carga por unidad de longitud del conducto (m/m)

De allí, se efectúan iteraciones sucesivas hasta que la sumatoria de pérdidas de carga de los conductos que llegan a un nudo son cero.

Cuando la condición de cierre se cumple, la red estará equilibrada hidráulicamente y los caudales obtenidos serán reales.

Posterior a este proceso, se deben verificar las presiones en cada uno de los nudos, teniendo en cuenta las presiones mínima y máxima de servicio de acuerdo a la normativa adoptada.

De acuerdo a la "Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural" (Norma CO 10.7-602-Revisión) emitida por la Secretaria del Agua, las presiones máximas y mínimas en las redes de agua potable son las siguientes:

**Presión estática máxima = 4 kg/cm<sup>2</sup> = 40 m.c.a.**

**Presión dinámica máxima = 3 kg/cm<sup>2</sup> = 30 m.c.a.**

**Presión dinámica mínima = 0.7 kg/cm<sup>2</sup> = 7 m.c.a.**

Y el diámetro nominal mínimo de los conductos de la red será 19mm (3/4").

Con el fin de obtener los caudales en diferentes puntos de la red, se ha estimado un área de servicio, la cual se ha dividido en sectores para discretizar la distribución de caudales dentro de la red. Adicional, se ha calculado densidades por áreas considerando los hogares presentes dentro las mismas. Con estos dos criterios se distribuyen los caudales dentro de las redes como sigue:

| <b>AREAS DE APOORTE POR CADA NUDO</b> |                             |                  |                    |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|
| <b>NUDOS</b>                          | <b>AREA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>AREA (Ha)</b> | <b>DESCRIPCION</b> |
| 1                                     | 10491.07                    | 1.049            | A1                 |
| 2                                     | 8290.55                     | 0.829            | A2                 |
| 3                                     | 5172.46                     | 0.517            | A3                 |
| 4                                     | 1926.77                     | 0.193            | A4                 |
| 5                                     | 3464.6                      | 0.346            | A5                 |
| 6                                     | 3374.39                     | 0.337            | A6                 |
| 7                                     | 5155.14                     | 0.516            | A7                 |
| 8                                     | 3525.5                      | 0.353            | A8                 |
| 9                                     | 3583.1                      | 0.358            | A9                 |
| 10                                    | 4902.29                     | 0.490            | A10                |
| 11                                    | 1958.33                     | 0.196            | A11                |
| 12                                    | 3007.87                     | 0.301            | A12                |
| 13                                    | 3246.38                     | 0.325            | A13                |
| 14                                    | 4468.76                     | 0.447            | A14                |
| 15                                    | 4075.3                      | 0.408            | A15                |

|    |            |        |     |
|----|------------|--------|-----|
| 16 | 3707.85    | 0.371  | A16 |
| 17 | 5224.62    | 0.522  | A17 |
| 18 | 14681.5    | 1.468  | A18 |
| 19 | 14833.09   | 1.483  | A19 |
| 20 | 33346.54   | 3.335  | A20 |
| 21 | 32305.02   | 3.231  | A21 |
| 22 | 37786.23   | 3.779  | A22 |
| 23 | 5008.87    | 0.501  | A23 |
| 24 | 4841.89    | 0.484  | A24 |
| 25 | 4017.71    | 0.402  | A25 |
| 26 | 4890.39    | 0.489  | A26 |
| 27 | 1199.88    | 0.120  | A27 |
| 28 | 2638.71    | 0.264  | A28 |
| 29 | 1883.24    | 0.188  | A29 |
| 30 | 2566.02    | 0.257  | A30 |
| 31 | 2847.34    | 0.285  | A31 |
| 32 | 3138.63    | 0.314  | A32 |
| 33 | 2704.92    | 0.270  | A33 |
| 34 | 1464.97    | 0.146  | A34 |
|    | 245729.930 | 24.574 |     |

Tabla 32

| CAUDAL MAXIMO HORARIO             |             |                         |               |
|-----------------------------------|-------------|-------------------------|---------------|
| CAUDALES REQUERIDOS POR CADA NUDO |             |                         |               |
| NUDO                              | ÁREA (Htas) | POBLACIÓN FUTURA (Hbts) | QMH (Lts/seg) |
| 1                                 | 1.049       | 20                      | 0.08          |
| 2                                 | 0.829       | 16                      | 0.07          |
| 3                                 | 0.517       | 10                      | 0.04          |
| 4                                 | 0.193       | 4                       | 0.02          |
| 5                                 | 0.346       | 6                       | 0.03          |
| 6                                 | 0.337       | 6                       | 0.03          |
| 7                                 | 0.516       | 10                      | 0.04          |
| 8                                 | 0.353       | 7                       | 0.03          |
| 9                                 | 0.358       | 7                       | 0.03          |
| 10                                | 0.490       | 9                       | 0.04          |
| 11                                | 0.196       | 4                       | 0.02          |
| 12                                | 0.301       | 6                       | 0.02          |
| 13                                | 0.325       | 6                       | 0.03          |
| 14                                | 0.447       | 8                       | 0.03          |
| 15                                | 0.408       | 8                       | 0.03          |
| 16                                | 0.371       | 7                       | 0.03          |
| 17                                | 0.522       | 10                      | 0.04          |
| 18                                | 1.468       | 28                      | 0.12          |
| 19                                | 1.483       | 28                      | 0.12          |
| 20                                | 3.335       | 63                      | 0.26          |
| 21                                | 3.231       | 61                      | 0.25          |
| 22                                | 3.779       | 71                      | 0.30          |
| 23                                | 0.501       | 9                       | 0.04          |
| 24                                | 0.484       | 9                       | 0.04          |
| 25                                | 0.402       | 8                       | 0.03          |
| 26                                | 0.489       | 9                       | 0.04          |

|              |              |            |             |
|--------------|--------------|------------|-------------|
| 27           | 0.120        | 2          | 0.01        |
| 28           | 0.264        | 5          | 0.02        |
| 29           | 0.188        | 4          | 0.01        |
| 30           | 0.257        | 5          | 0.02        |
| 31           | 0.285        | 5          | 0.02        |
| 32           | 0.314        | 6          | 0.02        |
| 33           | 0.270        | 5          | 0.02        |
| 34           | 0.146        | 3          | 0.01        |
| <b>TOTAL</b> | <b>24.57</b> | <b>462</b> | <b>1.92</b> |

**Tabla 33**

La profundidad mínima a la que se enterrarán las tuberías en la red de distribución debe ser de 1.0 m, medido desde la rasante hasta la cota externa superior de la tubería. En algunos casos puede reducirse hasta 0.60 metros, teniendo en cuenta la existencia de tráfico vehicular, la profundidad máxima es normalmente de 1.50 metros hasta la cota externa superior de la tubería.

En el anexo 7 se observa la información de ingreso para cada tramo de la red de distribución y los resultados que aporta el programa como son presiones, velocidades, caudales y pérdidas.

También se considera el efecto del golpe de ariete que se produce por el movimiento oscilatorio del agua al interior de la tubería a manera de un resorte dando lugar a depresiones y sobrepresiones, esto es debido al cambio brusco del flujo ya sea por el cierre repentino de una válvula o detención de una bomba.

Durante este fenómeno oscilatorio del líquido se produce una velocidad llamada celeridad que se determina según la expresión de Allievi:

$$a = \frac{1480}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} * \frac{Di}{e}}}$$

Donde:

a = Celeridad (m/s)

K = Modulo de elasticidad del agua (2.2x10<sup>8</sup> kg/m<sup>2</sup>)

E = Módulo de elasticidad del PVC (2.6x10<sup>8</sup> kg/m<sup>2</sup>)

Di = Diámetro interno (m)

e = Espesor de la pared del tubo (m)

La sobrepresión está dada por:

$$P = \frac{a * V}{g}$$

Donde:

P = Sobrepresión (mca)  
a = Celeridad (m/s)  
g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)  
v = Velocidad en conducto (m/s)

#### **4.1.8.11 Estructuras complementarias**

En el trayecto de la instalación de la red de distribución se instalarán también estructuras necesarias para el funcionamiento del sistema que son:

##### *Válvula de compuerta*

Para sectorizar la red de distribución ya sea para reparaciones o limpieza se ubicarán válvulas de compuerta de igual diámetro al de la conducción donde estén ubicadas.

##### *Válvula de aire*

En los puntos más altos de la red se acumula el aire contenido en el agua provocando reducción en el área para el paso del flujo por tanto pérdidas y llegando a impedir el paso del agua, por tanto se ubicarán en los puntos indicados en las láminas respectivas válvulas de aire.

##### *Válvula de purga*

Al realizar limpieza de la red o reparaciones se necesitan puntos de purga para lo cual se instalarán en los puntos más bajos de la red válvulas de desagüe.

##### *Estructuras para cruce de la red*

Cuando en el trazado de la red existan puntos donde es necesario vencer depresiones o cruzar accidentes geográficos se emplearán estructuras especiales o si las distancias son cortas se empleará tubería de hierro galvanizado como recubrimiento de la tubería PVC y anclajes de hormigón simple en los extremos.

##### *Bocas de fuego*

Al ser una zona con menos de 10.000 habitantes se instalarán cada 300 metros aproximadamente bocas de fuego de diámetro 50mm para contrarrestar incendios.

##### *Conexiones domiciliarias*

Como complemento indispensable del sistema proyectado deberán realizarse las instalaciones de acometidas domiciliarias para cada uno de los predios, cada conexión domiciliaria irá provista de su respectiva toma de incorporación, tubería de PVC -R y el correspondiente medidor domiciliario que

permitirá a los administradores del Agua Potable efectuar el cobro de las tarifas de agua de acuerdo al consumo.

#### **4.1.9 TRABAJOS COMPLEMENTARIOS**

Como herramienta para el desarrollo del presente estudio se realizaron los siguientes trabajos:

##### **Topografía**

- Levantamiento topográfico de calles.
- Nivelación de ejes.

Una vez concluido el trabajo de campo, se procesaron los datos obtenidos para luego realizar los planos del proyecto que se pueden observar en el anexo 8 tanto los puntos como fotos del levantamiento.

##### **Presupuesto, APU, fórmula polinómica, y análisis financiero**

En el anexo 9 se incluye el correspondiente presupuesto, análisis de precios unitarios (APU) con un costo indirecto de 20%, fórmula polinómica.

##### **Cronograma de trabajos**

Conforme a las propuestas presentadas y al presupuesto se presenta el cronograma de trabajos estimado, para más detalle remitirse al anexo 10.

##### **Especificaciones técnicas de construcción**

Según cada rubro presente en el presupuesto se ha desarrollado las correspondientes especificaciones técnicas para tener un completo conocimiento de los materiales a utilizar su correcta disposición, los equipos necesarios y la forma en que serán cuantificados y remunerados al constructor, para mas detalles referirse al anexo 11.

##### **Manual de operación y mantenimiento**

Para complementar a los estudios y tanto arrancar como operar cada uno de los diferentes componentes del sistema, se elaboró un manual de operación y mantenimiento que se puede observar en el anexo 12.

## **Estudio de suelos**

Referirse al Anexo 13.

## **Estudio de eléctrico**

Referirse al Anexo 14.

## **4.2 Viabilidad Económica y Financiera**

Ver anexo 15

## **4.3 Análisis de Sostenibilidad**

### **4.3.1 Sostenibilidad económica - financiera**

Para que el proyecto tenga sostenibilidad, se plantea que la comunidad sea responsable de la operación y mantenimiento a través del cobro de tarifas diferencias por medio de la creación de la Junta de Agua. Esto debe ser expuesto y analizado con la población con el objetivo de crear un equipo responsable y cumplan a cabalidad estas obligaciones que se estarían adquiriendo.

### **4.3.2 Análisis de impacto ambiental y de riesgos**

Ver anexo 16

### **4.3.3 Sostenibilidad social: equidad género, participación ciudadana**

El Proyecto será socialmente sostenible, en vista de que la comunidad tiene el conocimiento de la implementación de esta inversión. Los beneficios del proyecto repercuten en un bienestar de la población en el mejoramiento de la calidad de vida y de salud, por lo que se espera el crecimiento positivo de la comunidad, inclusive en la situación económica de las familias, esto es la inclusión de género y la participación ciudadana.

## **Conclusiones y Recomendaciones:**

El proyecto tanto financiera como económicamente es rentable. Sin embargo, cabe aclarar lo siguiente:

- En la evaluación financiera se evidenció que: Se requiere que luego de la inversión exista un rubro que sea denominado como subsidio o donación para que de esta manera, a más de los ingresos recibidos por el cobro de tarifa, se puedan cubrir gastos generados en amortización del capital. Sin embargo este cálculo no se consideró ni gastos administrativos ni financieros, pues se prevé que el financiamiento será con recursos no reembolsables.
  - Se debe realizar la creación de una Junta de Agua, pues evidencia la necesidad de contar con administración adecuada tanto el cobro por tarifa como para los costos de operación y mantenimiento.
  - Se debe realizar un estudio para establecer la tarifa adecuada para el cobro del servicio.

- En la evaluación económica se establecieron algunos parámetros que son justificados de acuerdo a la encuesta realizada en la comunidad (ingresos, costos de operación y mantenimiento, etc.).
- Tasa de descuento considerada fue del 12%, pues es tasa referencial que se utiliza para la evaluación de proyectos sociales.

## 5. PRESUPUESTO

### PRESUPUESTO REFERENCIAL

| Nro | DESCRIPCION   | UNIDAD    | CANTIDAD | P.UNITARIO      | TOTAL              |
|-----|---|-----------|----------|-----------------|--------------------|
|     | <b>SISTEMA DE AGUA POTABLE DE GUARE</b>   |           |          |                 |                    |
|     | <b>RED DE DISTRIBUCION</b>  |           |          |                 | <b>\$50,877.68</b> |
| 1   | REPLANTEO Y NIVELACION PARA REDES   | m         | 4,418.89 | \$0.9500        | \$4,197.95         |
| 2   | ROTURA DE PAVIMENTO   | m2        | 48.00    | \$3.6700        | \$176.16           |
| 3   | ROTURA Y REPOSICION DE ACERAS H.S. f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> e=7cm | m2        | 365.00   | \$19.2200       | \$7,015.30         |
| 4   | RETIRO DE ADOQUIN Y READOQUINADO  | m2        | 810.50   | \$6.0000        | \$4,863.00         |
| 5   | EXCAVACION DE ZANJAS A MAQUINA EN TIERRA H=0.00-2.00M                           | m3        | 2,750.93 | \$2.5900        | \$7,124.91         |
| 6   | RASANTEO DE ZANJA A MANO  | m2        | 2,750.93 | \$0.9400        | \$2,585.87         |
| 7   | CAMA DE ARENA e = 10cm  | <b>m2</b> | 711.66   | \$2.3300        | \$1,658.17         |
| 8   | RELLENO COMPACTADO (MAT. EXCAVACION)  | m3        | 1,981.77 | \$5.4400        | \$10,780.83        |
| 9   | DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN  | m3-km     | 3,630.80 | \$0.2500        | \$907.70           |
| 10  | REPOSICION DE ASFALTO   | m3        | 7.20     | \$140.7000      | \$1,013.04         |
| 11  | TUBERIA PVC E/C 32mm 1.25MPa  | m         | 1,665.35 | <b>\$1.6200</b> | \$2,697.87         |
| 12  | TUBERIA PVC 40MM E/C 1.00MPa  | m         | 1,878.67 | \$1.9800        | \$3,719.77         |
| 13  | TUBERIA PVC E/C 50mm 0.80MPa  | m         | 962.13   | \$2.6400        | \$2,540.02         |
| 14  | TUBERIA PVC E/C 63mm 0.80MPa  | m         | 148.74   | \$3.7300        | \$554.80           |
| 15  | Estructura de anclaje a puente  | m         | 7.00     | \$148.9000      | \$1,042.30         |
|     | <b>ACCESORIOS DE PVC PARA REDES</b>   |           |          |                 | <b>\$603.37</b>    |
| 16  | TAPON PVC H E/C 40mm  | u         | 10.00    | \$4.8400        | \$48.40            |
| 17  | TAPON PVC H E/C 50mm  | u         | 1.00     | \$7.2200        | \$7.22             |
| 18  | TEE PVC P 50MM E/C  | u         | 6.00     | \$18.3700       | \$110.22           |
| 19  | REDUCTOR LARGO E/C 50-40mm  | u         | 6.00     | \$4.2500        | \$25.50            |
| 20  | CRUZ PVC P 50MM E/C   | u         | 2.00     | \$9.3100        | \$18.62            |
| 21  | REDUCTOR LARGO E/C 50-32mm  | u         | 1.00     | \$10.1300       | \$10.13            |
| 22  | CRUZ PVC P 63MM E/C   | u         | 5.00     | \$13.2800       | \$66.40            |
| 23  | REDUCTOR LARGO E/C 63-40mm  | u         | 11.00    | \$4.6900        | \$51.59            |
| 24  | REDUCTOR LARGO E/C 63-50mm  | u         | 11.00    | \$6.1600        | \$67.76            |
| 25  | CODO PVC-P E/C D = 50MM 90º (MAT/TRANS/INST)                                    | u         | 2.00     | \$3.3200        | \$6.64             |
| 26  | CODO PVC-P E/C D = 40MM 45º (MAT/TRANS/INST)                                    | u         | 2.00     | \$4.6500        | \$9.30             |
| 27  | TAPON PVC H E/C 32mm  | u         | 1.00     | \$3.7500        | \$3.75             |
| 28  | TEE PVC P 63MM E/C  | u         | 8.00     | \$22.2300       | \$177.84           |
|     | <b>BOCAS DE FUEGO</b>   |           |          |                 | <b>\$1,635.21</b>  |
| 29  | BOCA DE FUEGO 40mm (MAT/TRANS/INST)   | u         | 3.00     | \$308.0800      | \$924.24           |
| 30  | BOCA DE FUEGO 63mm (MAT/TRANS/INST)   | u         | 3.00     | \$236.9900      | \$710.97           |
|     | <b>VALVULAS</b>   |           |          |                 | <b>\$1,045.33</b>  |

ESTUDIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE, CANTON BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

|    |  |    |           |              |                    |
|----|--|----|-----------|--------------|--------------------|
| 31 | VALVULA DE COMPUERTA DE RED DE 40MM  | u  | 2.00      | \$115.4300   | \$230.86           |
| 32 | VALVULA DE COMPUERTA DE RED DE 50MM  | u  | 3.00      | \$122.6000   | \$367.80           |
| 33 | VALVULA DE COMPUERTA DE RED DE 63MM  | u  | 3.00      | \$148.8900   | \$446.67           |
|    | <b>CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>  |    |           |              | <b>\$30,033.53</b> |
| 34 | EXCAVACION MANUAL EN TIERRA H= 0-2.00M   | m3 | 696.00    | \$7.8700     | \$5,477.52         |
| 35 | RASANTEO DE ZANJA A MANO   | m2 | 696.00    | \$0.9400     | \$654.24           |
| 36 | CAMA DE ARENA  | m3 | 180.96    | \$23.2400    | \$4,205.51         |
| 37 | RELLENO COMPACTADO (MAT. EXCAVACION)   | m3 | 515.04    | \$5.4400     | \$2,801.82         |
| 38 | TUBERIA PVC E/C 20MM 2.00MPa   | m  | 1,080.00  | \$1.0600     | \$1,144.80         |
| 39 | ACOMETIDA DOMICILIARIA SERVICIO PVC 1/2"   | u  | 108.00    | \$145.8300   | \$15,749.64        |
|    | <b>PLANTA DE POTABILIZACIÓN</b>  |    |           |              | <b>\$25,237.41</b> |
| 40 | Suministro e instalación de zeolita D=1mm, tamaño efectivo 1.0 mm, coeficiente de uniformidad similar a 1.5, y dureza de 7 en la escala de Mohr, densidad 1830 kg/m3 | kg | 22,535.97 | \$0.6800     | \$15,324.46        |
| 41 | GRAVA 2"   | m3 | 5.90      | \$29.1000    | \$171.69           |
| 42 | Sistema de cloración   | u  | 1.00      | \$1,436.7100 | \$1,436.71         |
| 43 | TAPA METALICA PARA BOCA DE VISITA  | u  | 4.00      | \$163.5900   | \$654.36           |
| 44 | Sujeción   | u  | 22.00     | \$15.0900    | \$331.98           |
| 45 | ESTRIBOS DE ACERO PARA ESCALERA EN CISTERNAS (PROVISION Y MONTAJE)   | u  | 33.00     | \$3.9100     | \$129.03           |
| 46 | BLOQUE DE SOPORTE  | u  | 6.00      | \$120.4500   | \$722.70           |
| 47 | <b>Limpieza interior y pintura exterior de tanque reserva 580m3</b>  | u  | 1.00      | \$6,320.6500 | \$6,320.65         |
| 48 | Union de cisternas mediante tubería 110mm  | u  | 1.00      | \$14.9100    | \$14.91            |
| 49 | CAJA DE REVISION 100*100 CM H.A.   | u  | 1.00      | \$130.9200   | \$130.92           |
|    | <b>LISTA DE ACCESORIOS POZO 2</b>  |    |           |              | <b>\$4,711.04</b>  |
| 50 | EXCAVACION DE ZANJAS A MAQUINA EN TIERRA H=0.00-2.00M  | m3 | 143.00    | \$2.5900     | \$370.37           |
| 51 | RASANTEO DE ZANJA A MANO   | m2 | 143.00    | \$0.9400     | \$134.42           |
| 52 | CAMA DE ARENA e = 10cm   | m2 | 14.30     | \$2.3300     | \$33.32            |
| 53 | RELLENO COMPACTADO (MAT. EXCAVACION)   | m3 | 120.00    | \$5.4400     | \$652.80           |
| 54 | Bomba sumergida monofásica 1.5HP - 60Hz  | u  | 1.00      | \$1,693.6300 | \$1,693.63         |
| 55 | Adaptador M PVC C/R E/C 40mm - 1 1/4"  | u  | 1.00      | \$9.9900     | \$9.99             |
| 56 | REDUCTOR LARGO E/C 40-32mm PVC   | u  | 1.00      | \$6.7800     | \$6.78             |
| 57 | TUBERIA PVC E/C 32mm 1.25MPa   | m  | 283.00    | \$1.6200     | \$458.46           |
| 58 | Adaptador M PVC C/R E/C 32mm - 1"  | u  | 9.00      | \$10.8100    | \$97.29            |
| 59 | UNIVERSAL PVC 1"   | u  | 3.00      | \$3.2500     | \$9.75             |
| 60 | CODO PVC-P E/C D = 32MM 90º (MAT/TRANS/INST)   | u  | 10.00     | \$3.7700     | \$37.70            |
| 61 | TEE PVC P 32MM E/C   | u  | 1.00      | \$3.9500     | \$3.95             |
| 62 | VALVULA DE COMPUERTA BR 1"   | u  | 2.00      | \$31.4300    | \$62.86            |
| 63 | NEPLO PVC 1" X 15 CM   | u  | 1.00      | \$2.3200     | \$2.32             |
| 64 | CABLE ACERO INOXIDABLE mín 2kN D=1/4" (MAT/TRANS/INST)   | m  | 41.00     | \$21.2300    | \$870.43           |
| 65 | Tapa acero 6"  | u  | 1.00      | \$30.8900    | \$30.89            |
| 66 | GRILLETE 1/4" ALTA RESISTENCIA (MAT/TRANS/INST)  | u  | 6.00      | \$7.2000     | \$43.20            |
| 67 | GUARDACABLE DIAM.=1/4"   | u  | 2.00      | \$18.1000    | \$36.20            |
| 68 | NEPLO H.G. 1" X 15 CM  | u  | 1.00      | \$6.2500     | \$6.25             |
| 69 | TAPON H HG 1"  | u  | 1.00      | \$1.6700     | \$1.67             |
| 70 | VALVULA CHECK Br R 1" (MAT/TRAN/INST)  | u  | 1.00      | \$25.0500    | \$25.05            |
| 71 | MEDIDOR DE AGUA CALIBRADO 1"   | u  | 1.00      | \$123.7100   | \$123.71           |

ESTUDIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE, CANTON BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

|     |   |       |        |                  |                    |
|-----|---|-------|--------|------------------|--------------------|
|     | <b>PRELIMINARES TANQUE ELEVADO EXISTENTE</b>                            |       |        |                  | <b>\$3,889.05</b>  |
| 72  | Derrrocamiento de torre existente                                       | u     | 1.00   | \$3,889.050<br>0 | \$3,889.05         |
|     | <b>TANQUE RECEPTOR</b>  |       |        |                  | <b>\$108.75</b>    |
| 73  | REPLANTEO Y NIVELACION  | m2    | 2.41   | \$0.9600         | \$2.31             |
| 74  | EXCAVACION DE CIMIENTACIÓN  | m3    | 4.81   | \$7.8700         | \$37.85            |
| 75  | RELLENO COMPACTADO SUB-BASE CLASE 2                                     | m3    | 2.40   | \$22.9300        | \$55.03            |
| 76  | RELLENO COMPACTADO SUELO NATURAL  | m3    | 1.80   | \$5.4400         | \$9.79             |
| 77  | DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN                                      | m3-km | 15.05  | \$0.2500         | \$3.76             |
|     | <b>ESTRUCTURA (Hormigón Armado)</b>                                     |       |        |                  | <b>\$1,496.95</b>  |
| 78  | HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f'c=180 kg/cm2                              | m3    | 0.12   | \$152.1800       | \$18.26            |
| 79  | HORMIGON SIMPLE LOSA DE CIMIENTACIÓN f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)    | m3    | 0.60   | \$268.3200       | \$160.99           |
| 80  | HORMIGON SIMPLE EN MUROS Y PEDESTALES f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)   | m3    | 0.66   | \$292.8300       | \$193.27           |
| 81  | HORMIGON SIMPLE TANQUE ELEVADO f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)          | m3    | 1.04   | \$306.5200       | \$318.78           |
| 82  | ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2  | kg    | 336.04 | \$2.2500         | \$756.09           |
| 83  | MALLA ELECTROSOLDADA 6.10   | m2    | 4.40   | \$6.9600         | \$30.62            |
| 84  | ALISADO E IMPERMEABILIZADO INTERIOR DE TANQUE CON ENDURECEDOR DE CUARZO | m2    | 2.58   | \$7.3400         | \$18.94            |
|     | <b>ACCESORIOS TANQUE RECEPTOR</b>                                       |       |        |                  | <b>\$161.30</b>    |
| 85  | CODO PVC-P E/C D = 110MM 90º (MAT/TRANS/INST)                           | u     | 3.00   | \$13.7000        | \$41.10            |
| 86  | TUBERIA PVC E/C 110mm 0.63MPa   | m     | 4.00   | \$8.1000         | \$32.40            |
| 87  | Vertedero triangular 90º acero galvanizado e=1.4mm 50 x 25cm            | u     | 1.00   | \$87.8000        | \$87.80            |
|     | <b>TANQUE REPARTIDOR</b>  |       |        |                  | <b>\$176.23</b>    |
| 88  | REPLANTEO Y NIVELACION  | m2    | 4.47   | \$0.9600         | \$4.29             |
| 89  | EXCAVACION DE CIMIENTACIÓN  | m3    | 8.93   | \$7.8700         | \$70.28            |
| 90  | RELLENO COMPACTADO SUB-BASE CLASE 2                                     | m3    | 3.50   | \$22.9300        | \$80.26            |
| 91  | RELLENO COMPACTADO SUELO NATURAL  | m3    | 2.65   | \$5.4400         | \$14.42            |
| 92  | DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN                                      | m3-km | 27.90  | \$0.2505         | \$6.99             |
|     | <b>ESTRUCTURA (Hormigón Armado)</b>                                     |       |        |                  | <b>\$2,074.88</b>  |
| 93  | HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f'c=180 kg/cm2                              | m3    | 0.22   | \$152.1800       | \$33.48            |
| 94  | HORMIGON SIMPLE LOSA DE CIMIENTACIÓN f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)    | m3    | 1.12   | \$268.3200       | \$300.52           |
| 95  | HORMIGON SIMPLE EN MUROS Y PEDESTALES f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)   | m3    | 0.92   | \$292.8300       | \$269.40           |
| 96  | HORMIGON SIMPLE TANQUE ELEVADO f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)          | m3    | 1.72   | \$306.5200       | \$527.21           |
| 97  | ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2  | kg    | 383.62 | \$2.2500         | \$863.15           |
| 98  | MALLA ELECTROSOLDADA 6.10   | m2    | 4.40   | \$6.9600         | \$30.62            |
| 99  | ALISADO E IMPERMEABILIZADO INTERIOR DE TANQUE CON ENDURECEDOR DE CUARZO | m2    | 6.88   | \$7.3400         | \$50.50            |
|     | <b>ACCESORIOS TANQUE REPARTIDOR</b>                                     |       |        |                  | <b>\$123.96</b>    |
| 100 | CODO PVC-P E/C D = 32MM 90º (MAT/TRANS/INST)                            | u     | 3.00   | \$3.7700         | \$11.31            |
| 101 | TUBERIA PVC E/C 32mm 1.25MPa  | m     | 5.50   | \$1.6200         | \$8.91             |
| 102 | CODO PVC-P E/C D = 25MM 45º (MAT/TRANS/INST)                            | u     | 2.00   | \$2.8400         | \$5.68             |
| 103 | TUBERIA PVC E/C 25mm 1.6MPa   | m     | 4.00   | \$1.1700         | \$4.68             |
| 104 | Vertedero triangular 90º acero galvanizado e=1.4mm                      | u     | 1.00   | \$87.8000        | \$87.80            |
| 105 | CODO PVC-P E/C D = 25MM 90º (MAT/TRANS/INST)                            | u     | 2.00   | \$2.7900         | \$5.58             |
|     | <b>CIMENTACION PARA 2 TANQUES DE FILTRO</b>                             |       |        |                  | <b>\$665.80</b>    |
| 106 | REPLANTEO Y NIVELACION  | m2    | 19.24  | \$0.9600         | \$18.47            |
| 107 | EXCAVACION DE CIMIENTACIÓN  | m3    | 20.20  | \$7.8700         | \$158.97           |
| 108 | RELLENO COMPACTADO SUB-BASE CLASE 2                                     | m3    | 19.20  | \$22.9300        | \$440.26           |
| 109 | DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN                                      | m3-km | 192.40 | \$0.2500         | \$48.10            |
|     | <b>ESTRUCTURA (Hormigón Armado)</b>                                     |       |        |                  | <b>\$11,345.72</b> |

ESTUDIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE, CANTON BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

|                                     |  |       |        |            |                   |
|-------------------------------------|--|-------|--------|------------|-------------------|
| 110                                 | HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f'c=180 kg/cm2   | m3    | 0.96   | \$152.1800 | \$146.09          |
| 111                                 | HORMIGON SIMPLE LOSA DE CIMENTACIÓN f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)                    | m3    | 3.85   | \$268.3200 | \$1,033.03        |
| 112                                 | HORMIGON EN VIGA CIRCULAR DE CIMENTACION f'c=280 Kg/cm2 (INCLUYE ENCOFRADOS LADO-LADO) | m3    | 1.66   | \$268.3200 | \$445.41          |
| 113                                 | Enlucido E=5cm, resistencia 210 kg/cm2 con impermeabilizante                           | m3    | 1.20   | \$119.1400 | \$142.97          |
| 114                                 | ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2   | kg    | 586.86 | \$2.2500   | \$1,320.44        |
| 115                                 | ALISADO DE LOSAS CON ENDURECEDOR DE CUARZO   | m2    | 19.24  | \$7.3400   | \$141.22          |
| 116                                 | Chaflan 10x10 cm de Hormigón f'c = 180 kg/cm2 con impermeabilizante                    | m3    | 49.26  | \$148.0000 | \$7,290.48        |
| 117                                 | MALLA ELECTROSOLDADA 3.5:15  | m2    | 51.00  | \$2.7000   | \$137.70          |
| 118                                 | Malla hexagonal 5/8 "  | m2    | 115.50 | \$5.9600   | \$688.38          |
| <b>ACCESORIOS FILTROS LENTOS</b>    |  |       |        |            | <b>\$1,830.12</b> |
| 119                                 | TUBERIA POLIETILENO (manguera negra) 1" (PROVISION E INSTALACION)                      | m     | 18.00  | \$1.8300   | \$32.94           |
| 120                                 | TEE FLEX 1" (PROVISION E INSTALACION)  | u     | 2.00   | \$1.3500   | \$2.70            |
| 121                                 | NEPLO FLEX 1" (PROVISION E INSTALACION)  | u     | 2.00   | \$1.3100   | \$2.62            |
| 122                                 | ADAPTADOR PVC H E/C 32 mm - 1"   | u     | 2.00   | \$8.1100   | \$16.22           |
| 123                                 | ADAPTADOR LARGO E/C 32 mm - 25mm   | u     | 2.00   | \$7.4900   | \$14.98           |
| 124                                 | TUBERIA PVC E/C 50mm 0.80MPa   | m     | 14.00  | \$2.6400   | \$36.96           |
| 125                                 | CRUZ PVC P 50MM E/C  | u     | 6.00   | \$9.3100   | \$55.86           |
| 126                                 | REDUCTOR LARGO E/C 50-32mm   | u     | 12.00  | \$10.1300  | \$121.56          |
| 127                                 | TUBERIA PVC E/C 32mm 1.25MPa   | m     | 12.00  | \$1.6200   | \$19.44           |
| 128                                 | TAPON PVC H E/C 32mm   | u     | 12.00  | \$3.7500   | \$45.00           |
| 129                                 | CODO PVC-P E/C D = 50MM 90° (MAT/TRANS/INST)   | u     | 4.00   | \$3.3200   | \$13.28           |
| 130                                 | CODO PVC-P E/C D = 50MM 45° (MAT/TRANS/INST)   | u     | 1.00   | \$3.8400   | \$3.84            |
| 131                                 | Adaptador M PVC E/C 50mm - 1 1/2"  | u     | 4.00   | \$11.4100  | \$45.64           |
| 132                                 | UNIVERSAL PVC 1 1/2"   | u     | 2.00   | \$38.2400  | \$76.48           |
| 133                                 | VALVULA COMPUERTA BR R 1 1/2"  | u     | 2.00   | \$29.2900  | \$58.58           |
| 134                                 | NEPLO PVC 1 1/2" X 15 CM   | u     | 2.00   | \$6.8000   | \$13.60           |
| 135                                 | ADAPTADOR LARGO PVC E/C 63 mm - 50mm   | u     | 2.00   | \$9.1900   | \$18.38           |
| 136                                 | CODO PVC-P E/C D = 63MM 45° (MAT/TRANS/INST)   | u     | 2.00   | \$4.2800   | \$8.56            |
| 137                                 | TUBERIA PVC E/C 63mm 0.80MPa   | m     | 13.50  | \$3.7300   | \$50.36           |
| 138                                 | ADAPTADOR PVC M E/C 63 MM. - 2"  | u     | 4.00   | \$9.3000   | \$37.20           |
| 139                                 | UNIVERSAL PVC 2"   | u     | 4.00   | \$10.2800  | \$41.12           |
| 140                                 | VALVULA MARIPOSA BR R 2"   | u     | 4.00   | \$157.7100 | \$630.84          |
| 141                                 | NEPLO PVC 2" X 15 CM   | u     | 4.00   | \$8.1600   | \$32.64           |
| 142                                 | CODO PVC-P E/C D = 63MM 90° (MAT/TRANS/INST)   | u     | 2.00   | \$9.3900   | \$18.78           |
| 143                                 | TEE PVC P 63MM E/C   | u     | 1.00   | \$22.2300  | \$22.23           |
| 144                                 | CODO PVC-P E/C D = 110MM 90° (MAT/TRANS/INST)  | u     | 7.00   | \$13.7000  | \$95.90           |
| 145                                 | TEE PVC P 110MM E/C  | u     | 1.00   | \$51.9300  | \$51.93           |
| 146                                 | Adaptador M PVC C/R E/C 110mm - 2"   | u     | 4.00   | \$12.9700  | \$51.88           |
| 147                                 | TUBERIA PVC E/C 110mm 0.63MPa  | m     | 26.00  | \$8.1000   | \$210.60          |
| <b>AIREADORES</b>                   |  |       |        |            | <b>\$176.93</b>   |
| 148                                 | REPLANTEO Y NIVELACION   | m2    | 5.51   | \$0.9600   | \$5.29            |
| 149                                 | EXCAVACION DE CIMIENTACIÓN   | m3    | 11.02  | \$7.8700   | \$86.73           |
| 150                                 | RELLENO COMPACTADO SUB-BASE CLASE 2  | m3    | 2.80   | \$22.9300  | \$64.20           |
| 151                                 | RELLENO COMPACTADO SUELO NATURAL   | m3    | 2.10   | \$5.4400   | \$11.42           |
| 152                                 | DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN   | m3-km | 37.15  | \$0.2500   | \$9.29            |
| <b>ESTRUCTURA (Hormigón Armado)</b> |  |       |        |            | <b>\$5,777.77</b> |
| 153                                 | HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f'c=180 kg/cm2   | m3    | 0.28   | \$152.1800 | \$42.61           |

ESTUDIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE, CANTON BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

|     |   |       |          |            |                   |
|-----|---|-------|----------|------------|-------------------|
| 154 | HORMIGON SIMPLE LOSA DE CIMENTACIÓN f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)     | m3    | 1.36     | \$268.3200 | \$364.92          |
| 155 | HORMIGON SIMPLE COLUMNAS f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)                | m3    | 3.82     | \$275.0500 | \$1,050.69        |
| 156 | HORMIGON SIMPLE LOSA f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)                    | m3    | 2.66     | \$306.5200 | \$815.34          |
| 157 | HORMIGON SIMPLE VIGAS SUPERIORES f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)        | m3    | 0.70     | \$303.4400 | \$212.41          |
| 158 | ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2  | kg    | 1,419.70 | \$2.2500   | \$3,194.33        |
| 159 | ALISADO DE LOSAS CON ENDURECEDOR DE CUARZO                              | m2    | 13.28    | \$7.3400   | \$97.48           |
|     | <b>ACCESORIOS AIREADOR</b>  |       |          |            | <b>\$1,660.98</b> |
| 160 | TUBERIA PVC E/C 32mm 1.25MPa  | m     | 19.00    | \$1.6200   | \$30.78           |
| 161 | CODO PVC-P E/C D = 32MM 90º (MAT/TRANS/INST)                            | u     | 16.00    | \$3.7700   | \$60.32           |
| 162 | Adaptador M PVC C/R E/C 32mm - 1"                                       | u     | 4.00     | \$10.8100  | \$43.24           |
| 163 | UNIVERSAL PVC 1"  | u     | 2.00     | \$3.2500   | \$6.50            |
| 164 | CRUZ PVC P 32MM E/C   | u     | 20.00    | \$8.6100   | \$172.20          |
| 165 | TEE PVC P 32MM E/C  | u     | 22.00    | \$3.9500   | \$86.90           |
| 166 | CODO PVC-P E/C D = 110MM 90º (MAT/TRANS/INST)                           | u     | 2.00     | \$13.7000  | \$27.40           |
| 167 | TUBERIA PVC - CONDUIT PESADO 3/4"                                       | m     | 619.92   | \$1.9900   | \$1,233.64        |
|     | <b>TANQUE BAJO 12m3</b>   |       |          |            | <b>\$6,334.62</b> |
| 168 | REPLANTEO Y NIVELACION  | m2    | 11.04    | \$0.9600   | \$10.60           |
| 169 | EXCAVACION DE CIMIENTACIÓN  | m3    | 26.50    | \$7.8700   | \$208.56          |
| 170 | RELLENO COMPACTADO SUB-BASE CLASE 2                                     | m3    | 5.50     | \$22.9300  | \$126.12          |
| 171 | DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN                                      | m3-km | 150.00   | \$0.2500   | \$37.50           |
| 172 | HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f'c=180 kg/cm2                              | m3    | 0.55     | \$152.1800 | \$83.70           |
| 173 | HORMIGON SIMPLE LOSA FONDO TANQUE f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)       | m3    | 2.76     | \$268.3200 | \$740.56          |
| 174 | HORMIGON EN LOSAS DE TAPA f'c=280 Kg/cm2 (INCLUYE ENCOFRADOS)           | m3    | 2.21     | \$303.4400 | \$670.60          |
| 175 | HORMIGON SIMPLE PAREDES TANQUE F'C=210 KG/CM2                           | m3    | 5.29     | \$191.4000 | \$1,012.51        |
| 176 | ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2  | kg    | 1,386.17 | \$2.2500   | \$3,118.88        |
| 177 | ALISADO E IMPERMEABILIZADO INTERIOR DE TANQUE CON ENDURECEDOR DE CUARZO | m2    | 44.36    | \$7.3400   | \$325.60          |
|     | <b>ACCESORIOS CISTERNA 12m3</b>   |       |          |            | <b>\$2,177.35</b> |
| 178 | CODO PVC-P E/C D = 110MM 90º (MAT/TRANS/INST)                           | u     | 2.00     | \$13.7000  | \$27.40           |
| 179 | TUBERIA PVC E/C 110mm 0.63MPa   | m     | 6.50     | \$8.1000   | \$52.65           |
| 180 | TUBERIA PVC E/C 50mm 0.80MPa  | m     | 2.00     | \$2.6400   | \$5.28            |
| 181 | CODO PVC-P E/C D = 50MM 90º (MAT/TRANS/INST)                            | u     | 4.00     | \$3.3200   | \$13.28           |
| 182 | Bomba sumergida monofásica 0.5HP - 60Hz                                 | u     | 2.00     | \$961.6300 | \$1,923.26        |
| 183 | TUBERIA PVC E/C 32mm 1.25MPa  | m     | 6.00     | \$1.6200   | \$9.72            |
| 184 | Adaptador M PVC C/R E/C 40mm - 1 1/4"                                   | u     | 2.00     | \$9.9900   | \$19.98           |
| 185 | REDUCTOR LARGO E/C 40-32mm PVC  | u     | 2.00     | \$6.7800   | \$13.56           |
| 186 | CODO PVC-P E/C D = 32MM 90º (MAT/TRANS/INST)                            | u     | 2.00     | \$3.7700   | \$7.54            |
| 187 | Adaptador M PVC C/R E/C 32mm - 1"                                       | u     | 4.00     | \$10.8100  | \$43.24           |
| 188 | VALVULA MARIPOSA BR R 1"  | u     | 2.00     | \$25.1500  | \$50.30           |
| 189 | UNIVERSAL PVC 1"  | u     | 2.00     | \$3.2500   | \$6.50            |
| 190 | NEPLO PVC 1" X 15 CM  | u     | 2.00     | \$2.3200   | \$4.64            |
|     | <b>CUARTO DE MAQUINAS</b>   |       |          |            | <b>\$406.01</b>   |
| 191 | REPLANTEO Y NIVELACION  | m2    | 14.44    | \$0.9600   | \$13.86           |
| 192 | EXCAVACION DE CIMIENTACIÓN  | m3    | 5.78     | \$7.8700   | \$45.49           |
| 193 | RELLENO COMPACTADO SUB-BASE CLASE 2                                     | m3    | 15.00    | \$22.9300  | \$343.95          |
| 194 | DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN                                      | m3-km | 10.85    | \$0.2500   | \$2.71            |
|     | <b>ESTRUCTURA (Hormigón Armado)</b>                                     |       |          |            | <b>\$3,518.15</b> |
| 195 | HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f'c=180 kg/cm2                              | m3    | 0.72     | \$152.1800 | \$109.57          |

ESTUDIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE, CANTON BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

|     |   |       |        |              |                    |
|-----|---|-------|--------|--------------|--------------------|
| 196 | HORMIGON SIMPLE LOSA DE CIMENTACIÓN f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO) | m3    | 2.89   | \$268.3200   | \$775.44           |
| 197 | HORMIGON SIMPLE COLUMNAS f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)            | m3    | 0.35   | \$275.0500   | \$96.27            |
| 198 | HORMIGON SIMPLE VIGAS SUPERIORES f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)    | m3    | 0.34   | \$303.4400   | \$103.17           |
| 199 | HORMIGON EN LOSAS DE CUBIERTA f'c=280 Kg/cm2 (INCLUYE ENCOFRADOS)   | m3    | 1.18   | \$303.4400   | \$358.06           |
| 200 | MALLA ELECTROSOLDADA 4x15 (R-84)                                    | m2    | 22.28  | \$4.5400     | \$101.15           |
| 201 | ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2                                    | kg    | 808.39 | \$2.2500     | \$1,818.88         |
| 202 | ALISADO DE LOSAS CON ENDURECEDOR DE CUARZO                          | m2    | 21.20  | \$7.3400     | \$155.61           |
|     | <b>ACCESORIOS CASA DE MÁQUINAS</b>                                  |       |        |              | <b>\$3,316.19</b>  |
| 203 | TUBERIA PVC E/C 50mm 0.80MPa  | m     | 8.00   | \$2.6400     | \$21.12            |
| 204 | VALVULA DE PIE BR R 1 1/2" (MAT/TRAN/INST)                          | u     | 1.00   | \$88.2700    | \$88.27            |
| 205 | Adaptador M PVC E/C 50mm - 1 1/2"                                   | u     | 5.00   | \$11.4100    | \$57.05            |
| 206 | CODO PVC-P E/C D = 50MM 90º (MAT/TRANS/INST)                        | u     | 3.00   | \$3.3200     | \$9.96             |
| 207 | CODO PVC-P E/C D = 50MM 45º (MAT/TRANS/INST)                        | u     | 1.00   | \$3.8400     | \$3.84             |
| 208 | UNIVERSAL PVC 1 1/2"  | u     | 3.00   | \$38.2400    | \$114.72           |
| 209 | TEE PVC P 50MM E/C  | u     | 1.00   | \$18.3700    | \$18.37            |
| 210 | VALVULA CHECK Br R 1 1/2" (MAT/TRAN/INST)                           | u     | 2.00   | \$76.3100    | \$152.62           |
| 211 | NEPLO PVC 1 1/2" X 15 CM  | u     | 4.00   | \$6.8000     | \$27.20            |
| 212 | Bomba centrífuga monofásica 2.0 HP - 1.5 kw                         | u     | 2.00   | \$373.6300   | \$747.26           |
| 213 | ADAPTADOR PVC H E/C 32 mm - 1"                                      | u     | 8.00   | \$8.1100     | \$64.88            |
| 214 | TEE PVC P 32MM E/C  | u     | 5.00   | \$3.9500     | \$19.75            |
| 215 | TAPON H PVC 1"  | u     | 2.00   | \$2.7800     | \$5.56             |
| 216 | TUBERIA PVC E/C 32mm 1.25MPa  | m     | 2.00   | \$1.6200     | \$3.24             |
| 217 | ADAPTADOR PVC H E/C 32 mm - 1"                                      | u     | 4.00   | \$8.1100     | \$32.44            |
| 218 | BUSHING H.G. 1" - 1/2"  | u     | 2.00   | \$9.5700     | \$19.14            |
| 219 | BUSHING H.G. 1/2" - 1/4"  | u     | 2.00   | \$9.6500     | \$19.30            |
| 220 | MANOMETRO DE PRESION 0-250 PSI (MAT/TRANSP/INST)                    | u     | 2.00   | \$32.1000    | \$64.20            |
| 221 | VALVULA CHECK Br R 1" (MAT/TRAN/INST)                               | u     | 2.00   | \$25.0500    | \$50.10            |
| 222 | VALVULA COMPUERTA BR R NPT 1"                                       | u     | 2.00   | \$31.4300    | \$62.86            |
| 223 | UNIVERSAL PVC 1"  | u     | 2.00   | \$3.2500     | \$6.50             |
| 224 | NEPLO PVC 1" X 15 CM  | u     | 4.00   | \$2.3200     | \$9.28             |
| 225 | CODO PVC-P E/C D = 32MM 90º (MAT/TRANS/INST)                        | u     | 2.00   | \$3.7700     | \$7.54             |
| 226 | MEDIDOR DE AGUA CALIBRADO 1"  | u     | 1.00   | \$123.7100   | \$123.71           |
| 227 | REDUCTOR LARGO E/C 40-32mm PVC                                      | u     | 1.00   | \$6.7800     | \$6.78             |
| 228 | CODO PVC-P E/C D = 40MM 90º (MAT/TRANS/INST)                        | u     | 2.00   | \$4.5800     | \$9.16             |
| 229 | TANQUE PVC uso pesado 250 lt  | u     | 1.00   | \$74.5100    | \$74.51            |
| 230 | Bomba dosificadora cloro regulable inc. kit                         | u     | 1.00   | \$1,496.8300 | \$1,496.83         |
|     | <b>TORRE H=16m</b>  |       |        |              | <b>\$2,270.13</b>  |
| 231 | REPLANTEO Y NIVELACION  | m2    | 56.25  | \$0.9600     | \$54.00            |
| 232 | EXCAVACION DE CIMENTACIÓN   | m3    | 123.75 | \$7.8700     | \$973.91           |
| 233 | RELLENO COMPACTADO SUB-BASE CLASE 2                                 | m3    | 28.20  | \$22.9300    | \$646.63           |
| 234 | RELLENO COMPACTADO SUELO NATURAL                                    | m3    | 98.50  | \$5.4400     | \$535.84           |
| 235 | DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN                                  | m3-km | 239.00 | \$0.2500     | \$59.75            |
|     | <b>ESTRUCTURA (Hormigón Armado)</b>                                 |       |        |              | <b>\$25,827.90</b> |
| 236 | HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f'c=180 kg/cm2                          | m3    | 2.81   | \$152.1800   | \$427.63           |
| 237 | HORMIGON SIMPLE LOSA DE CIMENTACIÓN f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO) | m3    | 14.06  | \$268.3200   | \$3,772.58         |
| 238 | HORMIGON SIMPLE COLUMNAS f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)            | m3    | 0.70   | \$275.0500   | \$192.54           |
| 239 | HORMIGON SIMPLE VIGAS SUPERIORES f'c=280 kg/cm2 (INC. ENCOFRADO)    | m3    | 1.34   | \$303.4400   | \$406.61           |

ESTUDIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE, CANTON BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

|     |   |    |          |               |                    |
|-----|---|----|----------|---------------|--------------------|
| 240 | ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>   | kg | 894.86   | \$2.2500      | \$2,013.44         |
| 241 | ACERO ESTRUCTURAL A36   | kg | 3,497.75 | \$5.2100      | \$18,223.28        |
| 242 | Unión torre autosoportante-cimentación  | u  | 4.00     | \$197.9600    | \$791.84           |
|     | <b>ACCESORIOS TANQUE ELEVADO</b>  |    |          |               | <b>\$13,516.50</b> |
| 243 | TUBERIA PVC E/C 40mm 1.25MPa  | m  | 44.50    | \$2.4900      | \$110.81           |
| 244 | CODO PVC-P E/C D = 40MM 90° (MAT/TRANS/INST)  | u  | 3.00     | \$4.5800      | \$13.74            |
| 245 | TEE PVC P 40MM E/C  | u  | 1.00     | \$4.2700      | \$4.27             |
| 246 | Adaptador M PVC C/R E/C 40mm - 1 1/4"   | u  | 2.00     | \$9.9900      | \$19.98            |
| 247 | UNIVERSAL PVC 1 1/4"  | u  | 1.00     | \$6.1500      | \$6.15             |
| 248 | VALVULA COMPUERTA BR R 1 1/4"   | u  | 1.00     | \$41.2900     | \$41.29            |
| 249 | NEPLO PVC 1 1/4" X 15 CM  | u  | 1.00     | \$5.1500      | \$5.15             |
| 250 | ADAPTADOR LARGO PVC E/C 63 mm - 40mm  | u  | 1.00     | \$8.9500      | \$8.95             |
| 251 | TUBERIA PVC E/C 63mm 0.80MPa  | m  | 68.50    | \$3.7300      | \$255.51           |
| 252 | CODO PVC-P E/C D = 63MM 90° (MAT/TRANS/INST)  | u  | 9.00     | \$9.3900      | \$84.51            |
| 253 | Adaptador M PVC E/C 63mm - 2"   | u  | 8.00     | \$10.4900     | \$83.92            |
| 254 | UNIVERSAL PVC 2"  | u  | 4.00     | \$10.2800     | \$41.12            |
| 255 | VALVULA MARIPOSA BR R 2"  | u  | 5.00     | \$157.7100    | \$788.55           |
| 256 | NEPLO PVC 2" X 15 CM  | u  | 4.00     | \$8.1600      | \$32.64            |
| 257 | Brida PVC E/C 63mm  | u  | 2.00     | \$11.7200     | \$23.44            |
| 258 | TEE PVC P 63MM E/C  | u  | 4.00     | \$22.2300     | \$88.92            |
| 259 | REDUCTOR LARGO E/C 63-40mm  | u  | 4.00     | \$4.6900      | \$18.76            |
| 260 | Codo HG 90° d=50mm R  | u  | 2.00     | \$9.5800      | \$19.16            |
| 261 | TUBERIA HG 2" (PROVISION E INSTALACION)   | m  | 1.00     | \$13.0100     | \$13.01            |
| 262 | Acceso hacia tanque elevado en acero ASTM 283 grado C e=3/16" 20"   | u  | 1.00     | \$163.5900    | \$163.59           |
| 263 | Techo de tanque en acero grado C ASTM 283 e=3/16"   | kg | 198.74   | \$6.2700      | \$1,246.10         |
| 264 | Cuerpo de tanque en acero grado C ASTM 283 e=3/16"  | kg | 688.12   | \$6.2700      | \$4,314.51         |
| 265 | Tubo redondo HG 2"  | m  | 13.20    | \$13.0100     | \$171.73           |
| 266 | Escalera marinera tubo HG redondo 1"/ platina 25x3  | u  | 1.00     | \$1,464.3700  | \$1,464.37         |
| 267 | Fondo de tanque en acero grado C ASTM 283 e=1/4"  | kg | 265.00   | \$6.2700      | \$1,661.55         |
| 268 | Camineria en acero grado C ASTM 283 e=1/4"  | kg | 426.50   | \$6.2700      | \$2,674.16         |
| 269 | Junta de expansión 2" x 150   | u  | 6.00     | \$15.0500     | \$90.30            |
| 270 | Brida PVC E/C 63mm  | u  | 6.00     | \$11.7200     | \$70.32            |
|     | <b>ACCESORIOS CISTERNA EXISTENTE</b>  |    |          |               | <b>\$42.86</b>     |
| 271 | TUBERIA PVC E/C 50mm 0.80MPa  | m  | 2.00     | \$2.6400      | \$5.28             |
| 272 | CODO PVC-P E/C D = 50MM 90° (MAT/TRANS/INST)  | u  | 4.00     | \$3.3200      | \$13.28            |
| 273 | TUBERIA PVC E/C 110mm 0.63MPa   | m  | 3.00     | \$8.1000      | \$24.30            |
|     | <b>SISTEMA ELECTRICO</b>  |    |          |               |                    |
|     | <b>SISTEMA DE BAJA TENSION</b>  |    |          |               |                    |
|     | <b>SISTEMA DE GENERACION</b>  |    |          |               | <b>\$20,640.00</b> |
| 274 | PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE GENERADOR DE EMERGENCIA TRIFASICO 50 KVA, INCLUYE TTA Y CABINA INSONORA, CALENTADOR DE CAMISAS Y MANTENEDOR AUTOMATICO DE BATERIAS | u  | 1.00     | \$20,640.0000 | \$20,640.00        |
|     | <b>SISTEMA DE TABLEROS Y PROTECCIONES</b>   |    |          |               | <b>\$3,193.71</b>  |
| 275 | PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE TABLERO AUTOSOPORTANTE PARA TDP BARRAS DE CU (80X60X30)CM  | u  | 1.00     | \$280.9600    | \$280.96           |
| 276 | TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA   | u  | 1.00     | \$1,166.5100  | \$1,166.51         |
| 277 | PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE BARRAS DE CU PARA 250 A (1/4 X 1X1 /2)"  | u  | 1.00     | \$1,320.9200  | \$1,320.92         |

ESTUDIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA PARROQUIAL DE GUARE, CANTON BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS

|     |  |              |        |                  |                     |
|-----|--|--------------|--------|------------------|---------------------|
| 278 | Provisión e Instalación de Breaker Tipo Caja Moldeada 2P-30 A  | u            | 1.00   | \$46.1200        | \$46.12             |
| 279 | PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE BREAKER TIPO CAJA MOLDEADA 3P-20 A  | u            | 4.00   | \$94.8000        | \$379.20            |
|     | <b>ALIMENTADORES</b>   |              |        |                  | <b>\$5,100.00</b>   |
| 280 | PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE ALIMENTADOR THHN FLEX (3X6+1X6+1X10)AWG   | m            | 240.00 | \$14.0300        | \$3,367.20          |
| 281 | PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE ALIMENTADOR THHN FLEX (3X8+1X8+1X10)AWG   | m            | 120.00 | \$11.4900        | \$1,378.80          |
| 282 | PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE ALIMENTADOR THHN FLEX (3X10+1X12)AWG  | m            | 60.00  | \$5.9000         | \$354.00            |
|     | <b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y PARARAYOS</b>  |              |        |                  | <b>\$1,572.00</b>   |
| 283 | MALLA DE PUESTA A TIERRA CON 6 VARILLAS Y CONDUCTOR #1/0 AWG, CON 2 MTS ENTRE VARILLAS, INCLUYE POZO DE REVISIÓN, 75 MTS DE CONDUCTOR #1/0 DESNUDO | u            | 1.00   | \$1,572.000<br>0 | \$1,572.00          |
|     | <b>VARIOS</b>  |              |        |                  | <b>\$5,892.90</b>   |
| 284 | PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE POZO DE REVISIÓN 60X60X120 CM CON TAPA DE HORMIGÓN, MARCO Y CONTRAMARCO DE HIERRO                                       | u            | 10.00  | \$158.4000       | \$1,584.00          |
| 285 | PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC DE 4 " DE DIAMETRO INCLUYE ACCESORIOS   | u            | 115.00 | \$16.0200        | \$1,842.30          |
| 286 | GUARDA MOTOR   | u            | 4.00   | \$132.0000       | \$528.00            |
| 287 | CONTACTORES  | u            | 4.00   | \$105.4500       | \$421.80            |
| 288 | TERMICOS   | u            | 4.00   | \$133.0500       | \$532.20            |
| 289 | CAJA DOBLE FONDO   | u            | 4.00   | \$180.0000       | \$720.00            |
| 290 | SELECTOR   | u            | 4.00   | \$48.4500        | \$193.80            |
| 291 | LUCES LED ROJO, VERDE  | u            | 1.00   | \$70.8000        | \$70.80             |
|     | <b>MISCELANEOS</b>   |              |        |                  | <b>\$7,978.17</b>   |
| 292 | EXCAVACION MANUAL EN TIERRA H= 0-2.00M   | m3           | 6.00   | \$7.8700         | \$47.22             |
| 293 | CERRAMIENTO DE MALLA 50/10 250CM H=280CM HORMIGON CICLOPEO Y TUBOS H.G. 1 1/2"   | m            | 50.00  | \$142.6200       | \$7,131.00          |
| 294 | PUERTA DE INGRESO CON MALLA 50/10 250CM ANCHO 2.30M  | u            | 1.00   | \$636.7500       | \$636.75            |
| 295 | PINTURA ESMALTE EN TUBERÍA EXTERIOR  | m2           | 40.00  | \$4.0800         | \$163.20            |
|     | <b>MITIGACION IMPACTO AMBIENTAL</b>  |              |        |                  | <b>\$4,236.62</b>   |
| 296 | Señalización de seguridad tipo pedestal 0,60*0,60*1,80 PELIGRO - PARE  | u            | 5.00   | \$98.5300        | \$492.65            |
| 297 | Señalización tipo caballete 1,20*0,60m <b>DESVÍO - HOMBRES TRABAJANDO</b>  | u            | 5.00   | \$188.6600       | \$943.30            |
| 298 | Conos reflectivos para trabajo de vía (h=0,70-0,90 m)  | u            | 6.00   | \$20.6500        | \$123.90            |
| 299 | Parante de PVC h=1,20 m con base de hormigón y cinta reflectiva  | u            | 25.00  | \$8.5300         | \$213.25            |
| 300 | Paso peatonal de madera para zanja, L= 2m x A= 1m, pasamano lateral h= 1m  | u            | 4.00   | \$46.2700        | \$185.08            |
| 301 | Tanque protector vial de polietileno (h=1,00 m; d=0,60 m)  | u            | 4.00   | \$75.0100        | \$300.04            |
| 302 | Medición ruido ambiente (hora)   | u            | 2.00   | \$52.8000        | \$105.60            |
| 303 | Agua para control de polvo   | M3           | 200.00 | \$3.7200         | \$744.00            |
| 304 | Rótulos ambientales permanentes h=1,80mx 0,80m x 0,60m   | u            | 2.00   | \$132.9400       | \$265.88            |
| 305 | Forestación con árboles nativos h 1,5 - 2m; incluye tierra vegetal   | u            | 100.00 | \$5.9100         | \$591.00            |
| 306 | Análisis de la calidad de agua para consumo humano (NTE INEN 1108)   | u            | 2.00   | \$135.9600       | \$271.92            |
|     |  | <b>TOTAL</b> |        |                  | <b>\$249,655.13</b> |

SON : DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CINCO CON 13/100 DOLARES

## 6. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN

### 6.1 Estrategia operativa

La entidad responsable directa del proyecto será el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Baba, el diseño del proyecto se desarrolló mediante consultoría, la ejecución estará bajo la responsabilidad de la Dirección de Obras Públicas cuyas principales funciones serán la administración y fiscalización del proyecto mientras que el proceso contractual se realizará a través de la Unidad de Compras Públicas.

## **6.2 Arreglos institucionales**

El proyecto será ejecutado por el Gobierno Municipal del cantón Baba.

## **6.3 Cronograma valorado por componentes y actividad**

Referirse al anexo 10

## **6.4 Origen de los insumos**

Referirse al anexo 9

# **7. ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN**

## **7.1 Monitoreo de la ejecución**

El Gobierno Municipal, cuenta con la Dirección de Obras Públicas que se encarga de realizar el seguimiento, fiscalización y monitoreo que demanda su ejecución y supervisada en conjunto con el departamento Financiero, con sus profesionales, de conformidad con los planos, especificaciones técnicas y legales, lo que garantizará su viabilidad dentro del horizonte de vida útil prevista para el proyecto.

## **7.2 Evaluación de resultados e impactos**

**Evaluación de resultados.-** El Gobierno Municipal aplicará una encuesta anual en la que se levantará información sobre la situación general de los servicios en cada parroquia en los que se incluirá obviamente el servicio de saneamiento, con ello se verifica el avance y progreso en la aplicación del Plan de Desarrollo Cantonal, como resultado de todos los proyectos ejecutados diferenciando las diferentes áreas temáticas atendidas por dichos proyectos.

**Evaluación de impactos.-** El gobierno municipal después de tres años realizará un levantamiento de información de fuente secundaria y fuente primaria para medir los impactos de proyecto, con lo que se tomara las decisiones para implementar medidas que fortalezcan el proceso de otorgamiento de beneficios provenientes del proyecto.

### **7.3 Actualización de Línea de Base**

Una vez que el GADMB obtenga el financiamiento y se vaya a ejecutar el proyecto, la institución, de ser necesario deberá actualizar la línea base.

## **8. ANEXOS (Certificaciones)**

Ing. Hugo Rodríguez D.  
**Consultor**