



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE, EN LA MEJORA DE LA CONDICIÓN  
SANITARIA DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO  
POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE  
TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y REGION PIURA -  
2022.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. GIANMARCO ANTONIO ZETA SANTOS**  
**ORCID: 0000-0002-0250-8540**

**ASESOR:**

**Mg. GONZALO MIGUEL LEON DE LOS RIOS**  
**ORCID: 0000-0002-1666-830X**

**PIURA – PERÚ**

**2022**

## **Título**

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, en la mejora de la condición sanitaria de la población del Centro Poblado Señor de los Milagros, Distrito de Tambogrande, Provincia y Región Piura – 2022.

## **Equipo de trabajo**

### **Autor**

Bach. Gianmarco Antonio Zeta Santos

ORCID: 0000-0002-0250-8540

Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, Bachiller en  
ingeniería, Chimbote, Perú.

### **Asesor**

Mg. Gonzalo Miguel León de los Ríos

ORCID: 0000-0002-1666-830X

Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, Facultad de  
Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Chimbote,  
Perú.

### **Jurado**

Mg. Johanna del Carmen Sotelo Urbano

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Mg. Saúl Heysen Lázaro Díaz

ORCID: 0000-0002-7569-9106

Mg. Delva Flor Bada Alayo

ORCID: 0000-0002-8238-679X

**Jurado evaluador de tesis y asesor**

Mg. Johanna del Carmen Sotelo Urbano  
**Presidente**

Mg. Saúl Heysen Lázaro Díaz  
**Miembro de jurado**

Mg. Delva Flor Bada Alayo  
**Miembro de jurado**

Mg. Gonzalo Miguel León de los Ríos  
**Asesor**

## **4.- Agradecimiento y/o dedicatoria**

### **4.1. Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad ULADECH– Filial Piura. A la escuela de ingeniería civil y en ella a los distinguidos docentes quien con su profesionalismo y entusiasmo nos guiaron con sus conocimientos para convertirnos en personas de bien para la sociedad.

Agradecer a mi familia, a mis padres y hermanos. A mis padres, que siempre me han apoyado a mi lado, desde que empecé a estudiar esta hermosa carrera como es Ingeniería Civil, brindándome sabios consejos, no solo vividos a causa de mis estudios, sino como consecuencia de la vida. A mis hermanos, por sus palabras de aliento constante, durante toda la carrera y a mis amigos los cuales han estado conmigo a pesar de las dificultades, los amigos son los que a menudo te ayudan de una u otra forma.

A mi asesor, Mgtr. Gonzalo Miguel León de los Ríos, quien con su experiencia ha sido la ayuda idónea, durante este proceso que ha llevado a realizar esta tesis, me ha brindado el tiempo necesario para que este anhelo llegue a ser felizmente culminada.

A todas las personas que de una u otra forma me han ayudado para que este proyecto se culmine satisfactoriamente.

## **4.2. Dedicatoria**

Esta tesis quiero dedicarla principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años.

A mi padre por su apoyo incondicional, por estar siempre presente apoyándome moralmente a lo largo de esta gran etapa en mi vida

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que este proyecto se realice con éxito, en especial a aquellos que me abrieron sus puertas y compartieron sus experiencias y conocimientos.

## 5.- Resumen y abstract

### 5.1. Resumen

De acuerdo a los lineamientos de investigación la presente tesis con **metodología** de tipo descriptiva, nivel cualitativo, diseño no experimental y corte transversal, el **objetivo general** es diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, para la mejora de la condición sanitaria de la población en el Centro Poblado Señor de los Milagros, Distrito Tambogrande, Provincia Piura, Región Piura. La técnica fue la observación directa y los instrumentos de evaluación aplicados fueron las encuestas, protocolos y fichas técnicas. El diseño compete un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad sin tratamiento (SGST) en un periodo de 20 años según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento alcanzando como **resultado** conducir el caudal requerido con un almacenamiento de agua de 5 m<sup>3</sup>. La fuente es un canal del cual el agua fluye de forma horizontal, de ladera y concentrado. Se consideró la tasa de crecimiento anual por departamento de 1995 al 2007, la población futura según el diseño de 20 años al año 2042, luego se obtiene el consumo promedio diario anual resultado del cálculo de la dotación y la población futura, por la línea de aducción el caudal promedio horario de 0.225 l/seg. La red se diseñó con líneas que garantizan el destino del suministro de agua en cantidad y calidad requerida para 216 habitantes considerada la clase 5 de tubería de PVC con el C=150. La **conclusión** del diseño atribuirá la solución al problema formulado cumpliendo las normas y reglamentos establecidos actualmente.

**Palabras Claves:** Diseño de sistema de agua potable, Red de captación, reservorio, Red de distribución.

## 5.2. - Abstract

According to the research guidelines, this thesis with descriptive methodology, qualitative level, non-experimental design and cross section, general objective to design the drinking water supply system, to determine the incidence of the sanitary condition of the population in the Señor de los Milagros Town Center, Tambogrande District, Piura Province, Piura Region. The technique was direct observation and the evaluation instruments applied were surveys, protocols and technical sheets. The design involves a drinking water supply system by gravity without treatment (SGST) in a period of 20 years according to the Ministry of Housing, Construction and Sanitation<sup>1</sup>, achieving as a result driving the required flow with a water storage of 5 m<sup>3</sup>. The source is a channel from which the water flows horizontally, sloped and concentrated. The annual growth rate by department from 1995 to 2007<sup>2</sup> was considered, the future population according to the design of 20 years to the year 2042, then the annual average daily consumption is obtained as a result of the calculation of the endowment and the future population, by the line of adduction the maximum hourly flow of 0.225 l/sec. The network was designed with lines that guarantee the destination of the water supply in quantity and quality required for 216 inhabitants, considering class 5 of PVC pipe with C=150. The conclusion of the design will attribute the solution to the formulated problem complying with the norms and regulations currently established.

Keywords: Drinking water system design, catchment network, reservoir, distribution network.

## **6.- Contenido**

|  |            |
|--|------------|
| <b>1.-Titulo .....</b>   | <b>ii</b>  |
| <b>2.- Equipo de trabajo.....</b>                                      | <b>iii</b> |
| <b>3.- Jurado evaluador. ....</b>                                      | <b>iv</b>  |
| <b>4.- Agradecimiento y/o dedicatoria .....</b>                        | <b>v</b>   |
| <b>5.- Resumen y abstract .....</b>                                    | <b>vii</b> |
| <b>6.- Contenido .....</b>   | <b>xi</b>  |
| <b>7.- Índice de gráficos, tablas y cuadros .....</b>                  | <b>xii</b> |
| <b>I.- Introducción .....</b>  | <b>1</b>   |
| <b>II.- Revisión de la literatura .....</b>                            | <b>5</b>   |
| 2.1.- Antecedentes .....   | 5          |
| 2.2.- Bases teóricas .....   | 14         |
| <b>III.- Hipótesis .....</b>   | <b>35</b>  |
| <b>IV.- Metodología .....</b>  | <b>35</b>  |
| 4.1. Diseño de la investigación.....                                   | 35         |
| 4.2. Tipo de la investigación.....                                     | 36         |
| 4.3. Nivel de la investigación .....                                   | 36         |
| 4.4. Población y muestra .....   | 37         |
| 4.5. Definición y operacionalización de variables e indicaciones ..... | 38         |
| 4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....             | 39         |
| 4.7. Plan de análisis .....  | 39         |
| 4.8 Matriz de consistencia .....                                       | 40         |
| 4.9. Los principios éticos.....  | 41         |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>V.- Resultados .....</b>   | <b>42</b> |
| 5.1.- Resultados .....  | 42        |
| 5.2.- Análisis de resultados.....                                   | 50        |
| <b>VI.- Conclusiones .....</b>                                      | <b>52</b> |
| <b>Recomendaciones.....</b>   | <b>53</b> |
| <b>Bibliografía.....</b>  | <b>54</b> |
| <b>Anexos.....</b>  | <b>57</b> |
| Anexo N°1: Normas legales .....                                     | 58        |
| Anexo N°2: Documento de zonificación .....                          | 71        |
| Anexo N°3: Instrumentos de recolección de datos .....               | 73        |
| Anexo N°4: Consentimiento informado .....                           | 74        |
| Anexo N°5: Informe técnico de estudio de suelo .....                | 77        |
| Anexo N°6: Panel fotográfico.....                                   | 96        |
| Anexo N°7: Análisis físico, químico y microbiológico del agua ..... | 99        |
| Anexo N°8: Cálculos .....   | 100       |
| Anexo N°9: Planos.....  | 133       |

## **7.- Índice de gráficos, tablas y cuadros e imágenes**

### **Índice de Gráficos**

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1: Resultados en porcentaje respecto a la cantidad de agua.....     | 46 |
| Gráfico 2: Resultados en porcentaje respecto a la calidad de agua.....      | 47 |
| Gráfico 3: Resultados en porcentaje respecto a la cobertura de agua .....   | 48 |
| Gráfico 4: Resultados en porcentaje respecto a la continuidad de agua ..... | 49 |

### **Índice de Tablas**

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Periodo de diseño:.....             | 31 |
| Tabla 2: Dotación de Agua.....               | 33 |
| Tabla 3: Dotación en centros educativos..... | 34 |

### **Índice de Cuadros**

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1: Algoritmo para la selección del sistema.....            | 27 |
| Cuadro 2: Definición y operación de variables e indicadores.....  | 38 |
| Cuadro 3: Matriz de consistencia.....                             | 40 |
| Cuadro 4: Tipo de sistema de abastecimiento de agua potable ..... | 42 |
| Cuadro 5: Características de la cámara de captación.....          | 43 |
| Cuadro 6: Características de la línea de conducción .....         | 44 |
| Cuadro 7: Características del reservorio .....                    | 44 |
| Cuadro 8: Instrumento de recolección de datos .....               | 45 |

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 9: Encuesta sobre cantidad de agua potable .....     | 46 |
| Cuadro 10: Encuesta sobre calidad de agua potable .....     | 47 |
| Cuadro 11: Encuesta sobre cobertura de agua potable .....   | 48 |
| Cuadro 12: Encuesta sobre continuidad de agua potable ..... | 49 |

## **Índice de Imágenes**

|  |    |
|--|----|
| Imagen 1: Ciclo hidrológico del agua .....   | 14 |
| Imagen 2: Nivel freático en aguas subterráneas.....                                | 15 |
| Imagen 3: Zonas saturadas y no saturadas en acuífero .....                         | 16 |
| Imagen 4: Línea de impulsión.....  | 30 |
| Imagen 5: Reservorio apoyado .....   | 31 |
| Imagen 6: Línea de aducción .....  | 32 |
| Imagen 7: Coeficientes para las pérdidas de carga .....                            | 33 |
| Imagen 8: Toma de prueba del agua .....  | 96 |
| Imagen 9: Coordinaciones con las autoridades de la comunidad .....                 | 96 |
| Imagen 10: Levantamiento topográfico- Tramo 1 .....                                | 97 |
| Imagen 11: Levantamiento topográfico- Tramo 2 .....                                | 97 |
| Imagen 12: Gestión con las autoridades de la comunidad de Señor de los Milagros .. | 98 |

## **I.- Introducción**

La presente investigación consistió en el “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, en la mejora de la condición sanitaria de la población del Centro Poblado Señor de los Milagros, Distrito Tambogrande, Provincia y Región Piura - 2022”. Por lo que se planteó el estudio como acción del conocimiento de la falta de agua potable que tiene el centro poblado mostrándose como una zona vulnerable, se encuentran ubicado en el Distrito Tambogrande, Provincia y Region Piura. Se encuentra entre las coordenadas: latitud sur 4° 54' 51.4", longitud oeste de 80° 25' 0.9" una altitud de 61 m.s.n.m. La fuente ubicada en el sector norte de la comunidad a 68 m.s.n.m. Se resolvió realizar el proyecto de investigación en este ámbito, cuya línea es: Saneamiento; para lo cual el **problema** a estudiar fue: ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Centro Poblado Señor de los Milagros, Distrito Tambogrande, Provincia y Región Piura 2022; mejorará la condición sanitaria de la población? Se planteó un **objetivo general**: Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para su mejora en la condición sanitaria del Centro Poblado Señor de los Milagros, Distrito Tambogrande, Provincia y Región Piura. Se redujo y determinó como **objetivos específicos** los siguientes: Proponer el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro Poblado Señor de los Milagros, distrito Tambogrande, provincia y región Piura - 2022. Elaborar el diseño las redes de línea de conducción, reservorio y redes distribución del sistema de agua potable. Obtener la condición sanitaria de la población del centro poblado Señor de los Milagros, Distrito de Tambogrande, Provincia y región Piura - 2022

La **justificación** de la investigación fue que; la solución a la falta de agua potable

seharía efectiva con el diseño del sistema de agua potable en el Centro Poblado Señor de los Milagros, Distrito de Tambogrande, Provincia y región Piura y eviten así la propagación de enfermedades gastrointestinales entre otras patologías comunes de la zona y logren tener una buena calidad de vida. De acuerdo a la investigación la **metodología** aplicada fue de tipo descriptiva, de nivel cualitativa, el diseño no experimental y de corte transversal. El **espacio** en el cual se desarrolló el proyecto de investigación estuvo ubicado en el Centro Poblado Señor de los Milagros, Distrito Tambogrande, provincia y región Piura, cuyo límite **temporal** comprendió desde el mes de Diciembre del 2022 a Febrero del 2023. El **universo** fue el sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado Señor de los Milagros, Provincia y región Piura - 2022 y la **muestra** fue la cámara de captación, línea de conducción, reservorio de almacenamiento, línea de aducción y la red de distribución del centro poblado. La **técnica** fue observación directa de tal forma permitió recolectar datos durante las inspecciones de campo y como instrumentos de evaluación se consideró las encuestas, protocolos y fichas técnicas como **resultado** la fuente es un manantial del cual el agua fluye de forma horizontal, de ladera y concentrado, conducir por la línea de aducción el caudal máximo horario de 0.420 l/seg desde el reservorio de almacenamiento de agua con volumen de 10 m<sup>3</sup>. La red se diseñó con líneas que garantizan el destino del suministro de agua en cantidad y calidad requerida para 216 habitantes considerada la clase 5 de tubería de PVC con el C=150. La **conclusión** del diseño atribuirá la solución al problema formulado cumpliendo las normas y reglamentos establecidos actualmente.

## **II.- Revisión de la literatura**

### **2.1.- Antecedentes**

#### **2.1.1.- Antecedentes internacionales**

- a) Diseño de sistemas de pozos para la captación de agua subterránea :  
caso de estudio la Mojana – Colombia.

Ibañez, J. y Sandoval, C. (2015) <sup>(1)</sup>

El objetivo de este trabajo es realizar el diseño de un pozo para la extracción de agua subterránea tomando como base el acuífero Morroa de la eco – región de la Mojana, por tal motivo se definen los lineamientos y las características básicas del método de diseño.

La metodología en este estudio fue valorar las cotas piezométricas aplicando un análisis estadístico de dispersión en las bases de datos de piezometría, posteriormente se proyectan las cotas piezométricas sobre una base cartográfica trazando las condiciones de contorno de cada acuífero. Este sistema no solo mejora el conocimiento del estado de las aguas subterráneas, sino también permite caracterizar el estado cuantitativo de las aguas subterráneas además el mapa suministra información útil para realizar cálculos de tasas de flujo subterráneo.

El autor llegó a la conclusión que para hacer un diseño preliminar un pozo para la captación de agua subterránea teniendo como base los estudios y sondeos realizados en el acuífero del Morroa, de acuerdo con la geología y las unidades hidrogeológicas presentes en la zona se recomendó un pozo de 70m de profundidad, un diámetro de 10 pulgadas y un entubado en 6 pulgadas, el uso del pozo será

agropecuario o para la irrigación de cultivos, todo esto en base a los análisis realizados en las tablas de comparación de los parámetros bacteriológicos contenidos en el agua subterránea del acuífero Morroa.

- b) Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia, Canton Vinces, Provincia de los Rios – Ecuador.

Larraga B. (2016) <sup>(2)</sup>

El objetivo de este estudio es elaborar un estudio completo para el diseño del sistema de agua potable de la localidad de Augusto Valencia. La metodología en este estudio fue elegir la fuente de abastecimiento subterránea porque se la puede explotar en forma económica, técnica y eficaz, ya que según un estudio de prospección geofísica realizado por la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (S.S.A.) del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda determina que existe agua en el subsuelo de la localidad en estudio; por esto el proyecto se vuelve económico debido a que no necesita una tubería de conducción larga ni tratamiento complejo del agua lo que se debería realizar al utilizar una fuente superficial.

El sistema de agua potable para la localidad de Augusto Valencia será ampliado y mejorado, para lo que se aprovecharán las aguas subterráneas por medio de la perforación de un pozo profundo.

El autor llegó a la conclusión que en este estudio se han aprovechado de la mejor manera los recursos existentes en esta zona como es el caso de las aguas subterráneas que existen bajo este predio, lo que es apropiado por el bajo número de habitantes a servir. Con esto se ha

evitado la construcción de una larga y costosa tubería de conducción para trasladar el agua desde el río Vinces, además de una completa planta de tratamiento.

El sistema hidrológico presente en la zona, en especial el constituido por el río Vinces que es muy activo especialmente en el invierno, produce una recarga constante y aceptable para los acuíferos existentes, además se presentan pequeños cursos intermitentes de agua en el invierno y muchos empozamientos, constituyendo entornos que garantizan que el pozo que se construirá en la localidad de Augusto Valencia entregará el caudal requerido para cubrir las necesidades de esta población.

La limpieza y mantenimiento del pozo será recomendable efectuar cada dos años, pero sin la utilización de ácidos fuertes para evitar daños en los tamices. Este procedimiento es necesario para prolongar la vida útil de esta obra.

- c) Elaboración de una propuesta de agua para la comunidad sector Barillas, Aldea San Rafael y edificio del rastro municipal, para el casco urbano de Mazatenango, Suchitepequez – Ecuador.

Moreno, M. (2014) <sup>(3)</sup>

El fin de este estudio es diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael y edificio del rastro municipal para el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.

El autor llegó a la conclusión que para llevar a cabo el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se tomaron en cuenta diversos factores para determinar la forma adecuada y que diera los resultados óptimos para transportar el vital líquido desde la fuente hasta la comunidad, por lo cual se optó por realizar un sistema mixto por bombeo y gravedad, debido a factores como la topografía del lugar y el tipo fuente que era necesaria para abastecer como también la calidad del vital líquido. La forma más adecuada de distribuir el vital líquido fue por medio de ramales abiertos para abastecer a toda la comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo.

- d) Impactación de agua congregación “El Palmar” en el municipio de Papantla de Olarte, Veracruz de Ignacio de la Llave – México.

Martinez C. (2017) <sup>(4)</sup>

Diseñar el sistema hidráulico de la comunidad rural El Palmar en el Municipio de Papantla de Olarte, Veracruz de Ignacio de la Llave.

Se llegó a la conclusión con el fin de obtener el volumen necesario para abastecer a la comunidad se recomendó realizar un pozo a 50 m de profundidad y diámetro de 12” intentando atravesar la mayor cantidad de estratos permeables que cedan agua.

El modelo de bomba sumergible KSB UPD 152-6 representa la mejor opción para el bombeo puesto que en funcionamiento con el gasto de 3 l/s

cuenta con una carga hidráulica de 70 m, superando así los 64 m de carga necesarios para el bombeo.

Situándose el pozo profundo a la entrada de la comunidad, el agua solo requerirá una desinfección como tratamiento, el cual se realizaría con pastillas de hipoclorito de calcio.

### **2.1.1 Antecedentes nacionales**

- a) Diseño acuífero de implementación bordada del caserío de Rancheria ex cooperativa Carlos Mariátegui, distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque – Lambayeque – Perú.

Pasapera K. (2018)<sup>(5)</sup>

Uno de los principales objetivos de toda población es la adquisición de un agua de calidad para el consumo humano. En todo establecimiento de asentamiento humano se busca como primer establecimiento el diseño de un sistema de agua potable para fuente de vida de los pobladores y mejorar la calidad de vida de los pobladores.

La metodología en este estudio realizado, se trata de una investigación aplicada para dar alternativas de solución para brindar pautas para el diseño de un sistema de agua potable para zonas rurales. La tesis muestra una investigación descriptiva, en campo se describe los parámetros y estado actual del sistema actual de servicio de agua, de acuerdo a los estudios básicos de ingeniería, y se describe procedimientos de modelamiento hidráulico. Según su énfasis de naturaleza se clasifica como Cuantitativa, ya que cuantifica las variables del análisis y diseño

hidráulico. El diseño de investigación fue no experimental, porque se estudió y se analizó el problema sin recurrir a laboratorio y de corte transversal porque fue analizado en el periodo de dos meses, octubre - noviembre 2018. La metodología que se utilizó para el desarrollo adecuado de la investigación con fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados fue: Recopilación de información previa que nos inclina hacia la búsqueda y ordenamiento de datos existentes que ayudó a cumplir los objetivos de la investigación, se desarrolló en campo la recopilación de datos para el dimensionamiento, se realizaron los estudios técnicos necesario para poder lograr el diseño del sistema de agua potable para al final plasmar el diseño final proyectado para el sistema.

El coautor consigna como objetivo final que para evaluar con diferentes métodos el área del proyecto de la presente tesis se realizó los estudios de topografía en todo el terreno del proyecto que nos permite ver las cotas y pendientes del mismo, así mismo se realizó estudio de suelos para analizar los diferentes estratos del terreno del proyecto de la tesis, también nos determinó que el nivel freático se encuentra a 2.50m de profundidad. Esto nos ayuda a determinar cómo se disponen las líneas de distribución y la pendiente la longitud total de la red de distribución que es de 960.30m. Así mismo, se realizó análisis de prospección donde se obtuvo que en la coordenada 626,186 – 9'258,112; es el mejor lugar para realizar la perforación del pozo y dotar de agua potable al Caserío de Ranchería Ex Cooperativa Carlos Mariátegui, y de acuerdo al estudio se recomendó una

perforación del pozo de 10 m de profundidad, su estructura debe tener un Caising de 3m de diámetro interior y 4m de diámetro exterior.

- b) Diseño del sistema de agua potable para mejorar las condiciones de vida en la localidad de Mamonaqhua, Cuñumbuqui, San Martín – Perú.

Casique L. y Herrera C. (2018) <sup>(6)</sup>

El objetivo del estudio fue diseñar el sistema de agua potable para mejorar las condiciones de vida del distrito de Cuñumbuqui, San Martín para así evitar enfermedades que afecten a la salud de los pobladores del distrito de Cuñumbuqui.

La metodología en este estudio se fundamentó como su control es mínimo se presentó una investigación pre – experimental, ya que es un análisis de una sola medición.

Finalmente se llegó a la conclusión que, en el cálculo hidráulico, se adquirió el sustento de redes de distribución la cual tenemos una longitud total de tubería de 4,265.68ml, también se obtuvo el sustento de línea de aducción con una longitud total de tubería de 178.69ml. Consiguiente a estos resultados se realizó el diseño del sistema de agua potable, tomando como fuente el agua subterránea.

- c) Diseño de abastecimiento de agua potable mediante el uso de aguas subterráneas en el asentamiento humano Villa los Andes, Campoy – Lima – Peru.

Diaz L. (2018) <sup>(7)</sup>

Esta tesis de investigación titulada: Diseño de abastecimiento de agua potable mediante el uso de aguas subterráneas en el asentamiento humano Villa los Andes, Campoy – 2018, tiene como objetivo, el diseño de este sistema para poder plantear una solución.

La metodología en este estudio fue de tipo descriptivo pues se logró conseguir datos e información con el instrumento en campo, ficha técnica; con el uso del instrumento se logró obtener información para el diseño del sistema, logrando procesar los datos obtenidos mediante el uso de fórmulas detalladas en los reglamentos, brindando así una alternativa de solución al problema que tiene actualmente el asentamiento humano, que es la falta del servicio de agua potable.

El autor llegó a la conclusión que el sistema inicia por la evaluación del pozo, luego el diseño de la línea de impulsión, el diseño de un reservorio, posteriormente el diseño de la línea de aducción y la red de distribución que plantea 120 conexiones domiciliarias. Por esta razón se evaluó y diseño todos los componentes que conformaba el desarrollo de esta investigación teniendo presente la utilización del Reglamento Nacional de Edificaciones, la Norma Técnica de Sedapal, además se tomó información del pozo existente, se enfocó a una propuesta de solución al problema, por último, el diseño de abastecimiento de agua potable del Asentamiento Humano Villa los Andes tiene inconvenientes por los desniveles y genera dividirla en 2 zonas depresión.

### 2.1.2 Antecedentes locales

- a) Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago, distrito de Chalaco, Morropón – Piura.

Machado A. (2018) <sup>(8)</sup>

Esta tesis contempla una solución técnica para la problemática que atraviesa el Centro Poblado de Santiago, esta consiste en el diseño de la red de abastecimiento de agua potable utilizando el método del sistema abierto de gravedad. Se utilizó este método por la razón de que las viviendas se encuentran de manera dispersas unas de otras.

El área de estudio consta de 69 lotes incluidos ambientes estatales, en la cual se diseñó una red de conducción de 604.60 metros lineales, una red de aducción de 475.4 metros lineales y una red de distribución de 732.94 metros lineales. Además de esto se diseñó una captación para un caudal de 0.8 lts/s, cámaras rompe presión tipo – 07 y válvulas de purga de barro y aire. Para verificar si el diseño es correcto se simuló en el software WaterCad permitiendo comparar resultados siendo estos muy semejantes.

Por último, se plantea unas conclusiones que permitirán poder tener una concepción general de la propuesta técnica de la presente tesis.

- b) Proyecto de diseño del sistema de agua potable en el caserío Vega Honda, Provincia de Morropón, departamento de Piura, Perú.

Municipalidad provincial de Chulucanas (2011) <sup>(9)</sup>

El presente estudio logrará poner en funcionamiento el servicio de saneamiento de agua potable.

El objetivo del presente Expediente Técnico consiste en la construcción de un pozo tubular, construcción de caseta de bombeo, construcción de línea de conducción, construcción de tanque apoyado de 2.5 m<sup>3</sup>, redes de distribución y construcción de 4 piletas públicas.

Conclusiones:

- Se construyó para abastecer a la población un tanque elevado con fuste de estructura metálica con capacidad para un volumen de 2500 lts. Con su sistema de aducción de 1,081.00 ml, con tubería PVC Ø 1", con una línea de impulsión al tanque elevado PVC C-10, que va desde la caseta de bombeo hasta el tanque elevado, con Redes de distribución, construcción de piletas, construcción de letrinas y conexiones domiciliarias de 1,081.00 ml de tubería PVC Ø 1", 1 1/2", 3/4" y 1,629.00 ml de redes de distribución C-7.5 de Ø 1", 1/2" y 3/4"; con principio 04 piletas distribuidas a lo largo de los sitios más alejados del caserío.

- c) Diseño del servicio de agua potable en el caserío pueblo nuevo, Distrito de Buenos Aires, Provincia de Morropón, Región Piura.

Palomino M. (2019) <sup>(10)</sup>

La meta en esta tesis es diseñar el servicio de agua potable en el Caserío Pueblo Nuevo, distrito de Buenos Aires, provincia de Morropón- Piura.

La metodología usada en esta indagación es descriptiva, analítica, no experimental y propone un diseño del sistema de agua potable apoyado en el uso del software de modelamiento Wáter Cad, considerando además la norma RM-192 2018 como guía para efectuar y complementar las bases del diseño de agua potable.

Del diseño se desprendieron los siguientes datos importantes, la fuente del manantial el naranjo tiene un caudal de 2.36lt/seg, la población de diseño es de 946 habitantes, el consumo máximo anual es de 1.06lt/s.

Y se llegó a las siguientes conclusiones, las tuberías del diseño son de PVC SAP Clase 10 y los diámetros de la línea de conducción tiene una longitud de 82.78m con un  $\varnothing$  1 1/2" (43.4 mm), y las redes de distribución tiene una longitud de 1998m de  $\varnothing$  3/4" (22.9 mm), la velocidad máxima es de 1.29 m/s y la velocidad mínima es de 0.34 m/s además El reservorio dimensionado es de material de concreto armado, rectangular con una capacidad de almacenamiento de 30 m<sup>3</sup> y se encuentra en la Cota 161 m.s.n.m y tiene las siguientes dimensiones 3m x 5m x 2m. Y la presión máxima calculada en el diseño es de 26.75 m.c.a y se encuentra en el nodo J-19 y la presión menor es de 5.31.m.c.a, ubicado en el nodo J-6.

## 2.2.- Bases teóricas

### 2.2.1.- Ciclo Hidrológico del agua.

Ordoñez Gálvez, J (2011) <sup>11</sup>, manifiesta que:

El agua que transita continuamente entre los diferentes depósitos de la atmósfera, genera un ciclo. Este ciclo, se produce a través de los procesos de evaporación, condensación, precipitación, sedimentación, la escorrentía, el flujo de la infiltración, la sublimación, la transpiración, la fusión y las aguas subterráneas e involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento).

Imagen 1: Ciclo hidrológico del agua.



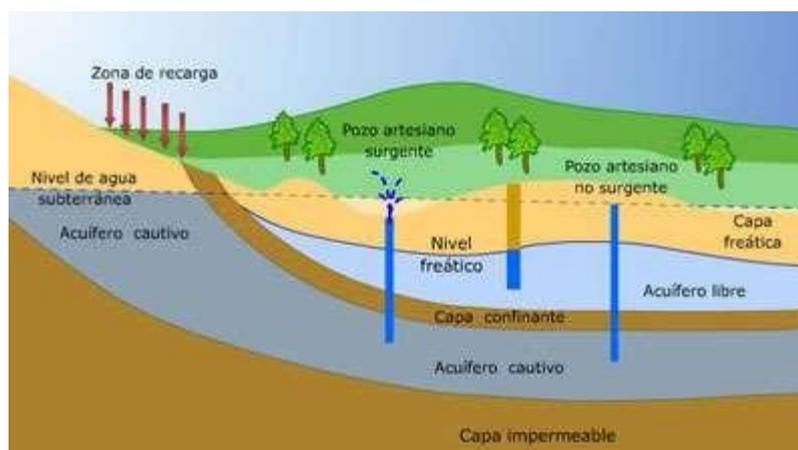
Fuente: *Ciclo del agua / Edilio Quintero, Ecología agrícola.*

### 2.2.2.- Aguas subterráneas.

López Geta, J, Fornés Azcoiti, J. (2009) <sup>12</sup>, deducen que:

Cuando definimos el significado del agua podemos establecer una correlación de varios elementos conectados entre si para generar un producto repetitivo de varias ramas. En concreto, es aquella situada bajo el nivel freático y que está saturando completamente los poros y fisuras del terreno. Esta agua fluye a la superficie de forma natural a través de manantiales, áreas de rezume, cauces fluviales, o bien directamente al mar. Puede también dirigirse artificialmente a pozos, galerías y otros tipos de captaciones. Se renueva de modo constante por la Naturaleza, merced a la recarga. Esta recarga procede principalmente de las precipitaciones, pero también puede producirse a partir de escorrentía superficial y cursos superficiales de agua.(sobre todo en climas áridos), de acuíferos próximos o de retornos de ciertos usos (destacan los retornos de los regadíos).

Imagen 2: Nivel freático en aguas subterráneas



*Fuente: Las aguas subterráneas: Un recurso natural del subsuelo / Juan Antonio López, Instituto Geológico y Minero de España, 2009.*

### 2.2.3.- Acuífero.

El acuífero se define como una o más capas subterráneas de roca u otros estratos geológicos, que tienen suficiente porosidad y permeabilidad para permitir un flujo significativo de agua subterránea o la extracción de cantidades significativas de agua subterránea.

Imagen 3: Zonas saturadas y no saturadas en acuífero



Fuente: Medio ambiente y tecnología (Guía ambiental de la UPC) (1998)

### 2.2.4. Norma Técnica De Diseño: “Opciones Tecnológicas Para Sistemas De Saneamiento En El Ámbito Rural.

- Objetivos: Este tipo norma tiene como objeto definir las opciones técnicas para los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural del Perú.
- Aplicación: La actual norma va a ser de aplicación obligatoria en los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, concretamente en lugares rurales de hasta 2,000 habitantes.
- Definiciones básicas: En la presente norma se debe considerar algunas definiciones básicas:
  1. Agente biológico patógeno: Aquel elemento que va producir

enfermedad o daño biológico de un huésped, sea humano, animal o vegetal.

2. **Ámbito rural del Perú:** Centros poblados que se encuentren entre los dos mil (2000) habitantes, ubicados en territorios del país donde los propios habitantes han construido su sociedad en base a la oferta de los recursos de que disponen, bajo un sentido territorial de pertenencia.
3. **Caudal máximo diario:** Caudal que tiene agua del día de máximo consumo en el año.
4. **Caudal máximo horario:** Caudal que tiene agua de la hora máximo consumo en el día y máximo consumo en el año.
5. **Caudal promedio diario anual:** Caudal de agua que se estima consume, en promedio, un habitante durante todo un año.
6. **Conexión domiciliaria de agua:** conjunto de piezas y accesorios desde la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano hasta la entrada del domicilio, cuya única finalidad es de abastecer de agua a cada una de las viviendas, lotes o locales públicos.
7. **Nivel de servicio:** Es la manera de cómo se da el servicio al usuario. Sus niveles de servicio se dan en público o domiciliario.
8. **Período de diseño:** Tiempo durante el cual la infraestructura deberá cumplir su tiempo de vida útil satisfactoriamente. Se realizará según última normativa vigente dada por las autoridades del Sector.
9. **Periodo óptimo de diseño:** Es el tiempo en el cual la capacidad de un

componente del sistema de agua para consumo humano o saneamiento cubre la demanda que se va a proyectar, reduciendo los de costos de inversión, operación y mantenimiento, durante el horizonte de evaluación y durabilidad de un proyecto.

10. Población inicial: Número de personas al momento de la formulación del proyecto.

11. Población de diseño: Número de persona con la que se va trabajara al final de todo el período de diseño.

12. Vida útil: Tiempo en donde la infraestructura cumple su ciclo de vida útil o equipo que debe ser reemplazado.

#### **2.2.5. Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.**

Entonces, la disponibilidad y el uso de sistemas de abastecimiento de agua potable adecuados y necesarios, así como medios higiénicos de colocación apropiada de residuos, son partes integrales de a atención de la salud. Debido a que en muchas zonas los sistemas de agua de potable y saneamiento están a cargo de autoridades que no están ligadas al sector salud, el diseño del proyecto y la construcción y mejoramiento de los sistemas hidráulicos urbanos requerirán una atención especial en el rubro sanitario. Por lo anterior antes expuesto se puede deducir que los sistemas de abastecimiento de aguas y disposición de aguas residuales son factores importantes y necesarios para prevenir y reducir las enfermedades de tipo hídrico y además deben ser adecuados cuantitativamente y cualitativamente, confiables y accesibles si se desea que sean eficaces sanitariamente y es requisito indispensable que

realmente se utilicen. Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene una función económica muy importante, ya que, al carecer de este elemento, se invierte una gran cantidad de tiempo en ir a la fuente de abastecimiento para llevar el agua a sus hogares y así satisfacer sus necesidades, especialmente las mujeres y los niños son los que lo invierten y cuando el sistema existe, ese tiempo se puede emplear en otras labores productivas.

#### **2.2.6.- Análisis microbiológico de las aguas.**

Odier, J. (2011) <sup>13</sup>, deduce que:

Generalidades. Métodos generales de muestreo, transporte y conservación. Material de muestreo. Métodos generales de muestreo. Muestreo con concentración de la población bacteriana (método de Moore) por adsorción sobre gasa hidrófila. Transporte y conservación en el laboratorio. Métodos generales de examen bacteriológico de las aguas. Métodos generales de recuento después de concentración. Métodos generales de recuento directo por numeración de colonias después de siembra sobre (o en) una gelosa nutritiva. Método general de recuento en medio líquido por determinación del número más probable (NMP). Bacterias indicadoras de contaminación y eficacia de tratamiento. Recuento de los gérmenes totales por epifluorescencia. Recuento de las bacterias aerobias revivificables (gérmenes aerobios mesófilos, heterótrofos). Recuento de los coniformes. Recuento de los Enterococcus. Investigación y recuento de las bacterias sulfito-reductoras y de sus esporas. Investigación de los bacteriófagos. Bacterias específicas. Búsqueda de *Campylobacter jejuni*. Investigación y recuento de *Legionella* y de *Legionella pneumophila*. Investigación de las

leptospiras. Investigación y recuento de Pseudomonas aeruginosa. Investigación de Salmonella. Investigación de los estafilococos patógenos. Investigación del vibrión colérico y de Vibrio. Investigación de Yersinia enterocolitica. Investigación de las bacterias sulfato-reductoras (vibriones sulfato-reductores). Investigación y recuento de los actinomicetos. Análisis viral. Detección de los virus en el agua. Reconcentración de los virus (lana de vidrio y microfibras de vidrio). Aislamiento y numeración de los virus. Identificación de los virus. Métodos moleculares. Parasitología. Introducción. Descripción del patógeno. Método. Procedimiento. Las amebas libres. Introducción. Patología. Ámbito de aplicación.

#### **2.2.7.- Conducción.**

Se les llama así a las estructuras fijas de ida y vuelta en las estaciones de conducción de aguaitas para fines personales a las estructuras y elementos que sirven para transportar agua desde la captación hasta el reservorio.

#### **2.2.8.- Bomba de agua para superficie (centrífuga).**

Ortega V. (2005) <sup>14</sup>, menciona que: El tipo de bomba más común, especialmente en sistemas de bombeo, es la centrífuga.

### **2.3.- Clasificación de bombas centrífugas según succión.**

#### **2.3. 1.- Succión positiva**

Su diseño de impulsor corresponde a velocidades específicas bajas, de 500 rpm a 1,500 rpm. Está prevista para trabajar en la superficie y generalmente acoplada directamente al motor; aunque en ocasiones la transmisión puede

efectuarse a través de fajas o engranajes. Su aplicación se limita a fuentes de agua cuya profundidad respecto a la superficie del terreno es pequeña (altura de succión), para sistemas de bombeo se construyen en potencias que van desde ½ HP hasta 1,000 HP o más. Las hay de un solo impulsor, de etapas múltiples en serie o bien doble etapa en paralelo (doble sección).

### **2.3.2.- Succión negativa**

Puesto que la presión en la entrada de la bomba es menor que la atmosférica, existirá limitación en el funcionamiento de la bomba si se hace la instalación en forma que tienda a producirse en la succión de la bomba, presiones menores a la del vapor del agua, a la temperatura de operación.

Teóricamente al nivel del mar, la presión atmosférica es:  $P = 14.7$

$Lb/Plg 2 = 101497 \text{ N/m}^2$

Si la densidad del agua,  $\rho = 1000 \text{ (Kg. / m}^3\text{)}$ ; y la gravedad  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .

Entonces, de la ecuación:

$$H = P / (\rho \times g) = 101497 / 1000 \times 9.8 = 10.3 \text{ metros}$$

Esto es, el máximo ascenso de succión para una bomba centrífuga al nivel del mar, sería idealmente 10.3 metros.

### **2.3.3.- Tipos de accionamientos para bombas centrífugas**

#### **2.3.3.1.- Por motor de combustión**

Existen aplicaciones donde la fuente de energía mecánica para ser convertida en energía hidráulica, es un grupo motor de combustión interna sea por gasolina o por Diesel. Los accionamientos de este tipo son a gasolina para potencias bajas hasta el orden de 10 HP y

para potencias superiores se utilizan motores Diesel. Este tipo de accionamientos tiene su aplicación preponderantemente en los sistemas de riego, donde la fuente de energía mecánica se acopla al equipo de bombeo por medio de una caja de transmisión especial denominada cardán.

### **2.3.3.2.- Por motor eléctrico**

En lugares donde se dispone de energía eléctrica sea por una red de distribución local, sea monofásica o trifásica, o bien, por un generador de energía (planta generadora), se hace posible accionar los equipos de bombeo por medio de motores eléctricos. En el caso del sistema monofásico se tiene la limitación para el equipo centrífugo, que en el mercado existen motores monofásicos solamente hasta 10 HP. En el sistema trifásico aplicado a equipos centrífugos las potencias varían desde HP hasta el orden de 1000 HP y más. Los niveles de voltaje pueden ser monofásicos 110 voltios ó 220 voltios y en su defecto trifásicos 230 voltios, 460 voltios ó 575 voltios.

### **2.3.3.3.- Otros tipos**

Es posible accionar equipos de bombeo por medio del viento, es decir, utilizando un sistema de molino de viento, que transforma la energía cinética del viento en energía mecánica rotatoria en el eje de la bomba por medio de un sistema de engranajes en ángulo. 25. Existen también equipos de bombeo accionados manualmente, es decir, haciendo un movimiento de sube y baja en una palanca, se

crea un vacío o efecto de succión que impulsa el agua hacia la superficie.

#### **2.3.4.- Criterios para el diseño de abastecimiento de agua en zonas rurales**

##### **2.3.4.1. Sistema adecuado de captación en zonas rurales**

El agua subterránea en condiciones naturales casi siempre contiene los prototipos de óptimas condiciones para ser consumida por las personas. Este hecho es particularmente positivo en los acuíferos constituidos por gravas y arenas en los que se verifica un proceso natural de filtración. Las aguas subterráneas conforman el tipo de sistemas más utilizados puesto que las aguas superficiales tienden a tener contaminantes y están adheridas a fluctuación de las estaciones. En nuestro proyecto nos vemos obligados a diseñar una captación por medio de un pozo tubular que se encuentra con una profundidad de 9m.

##### **2.3.7.- Abastecimiento de agua para consumo humano**

De acuerdo con la Norma técnica de diseño Opciones Tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, (2018)<sup>16</sup>: menciona ciertos criterios para un diseño de agua potable.

##### **2.3.8.- Criterios de Selección de abastecimiento de agua**

Se elige la opción tecnología más conveniente para un sistema de abastecimiento de agua con finalidad del consumo humano, los criterios son los siguientes:

#### **2.3.8.1.- Tipo de fuente**

Existen varios tipos de fuente de captación de agua, para el suministro adecuado.

#### **2.3.8.2.- Sitio de Ubicación de la fuente**

Este factor determina si el funcionamiento del diseño se debe realizar por gravedad o bombeo. Las fuentes de agua, que se ubiquen en una cota superior al lugar, el abastecimiento de agua se realizará por gravedad y las que se encuentren en una cota inferior a la localidad, se realizará por bombeo.

#### **2.3.8.3.- Nivel freático**

La profundidad del nivel freático permite la evaluar que alternativa tecnológica usar para el agua de consumo humano en el caso de fuente subterránea. Aquella napa que se encuentre más próxima a la superficie, permite captar el agua por manantiales, mientras que aquellas con capa freática más profunda, requieren otras soluciones (galerías filtrantes, pozo profundo o pozo manual).

#### **2.3.8.4.- Disponibilidad de agua.**

Se refiere a que la fuente elegida ya sea superficial, subterránea o pluvial mantenga una cantidad considerable de agua suficiente para el consumo humano y servicios en la vivienda.

#### **2.3.8.5.- Zona de vivienda inundable**

Se refiere a si la zona donde se efectuara el proyecto es vulnerable a las inundaciones de manera continua o por un lapso, por lluvias intensas, o por el desborde natural de un cuerpo de agua.

#### **2.3.9.- Almacenamiento y regulación del agua**

Un sistema de almacenamiento tiene como finalidad proporcionar el líquido elemento a los diversos ramales de distribución, con las diversas presiones apropiadas y en cantidad necesaria que logre equilibrar las variaciones de la demanda. Contando con volumen complementario en casos de emergencia como incendio.

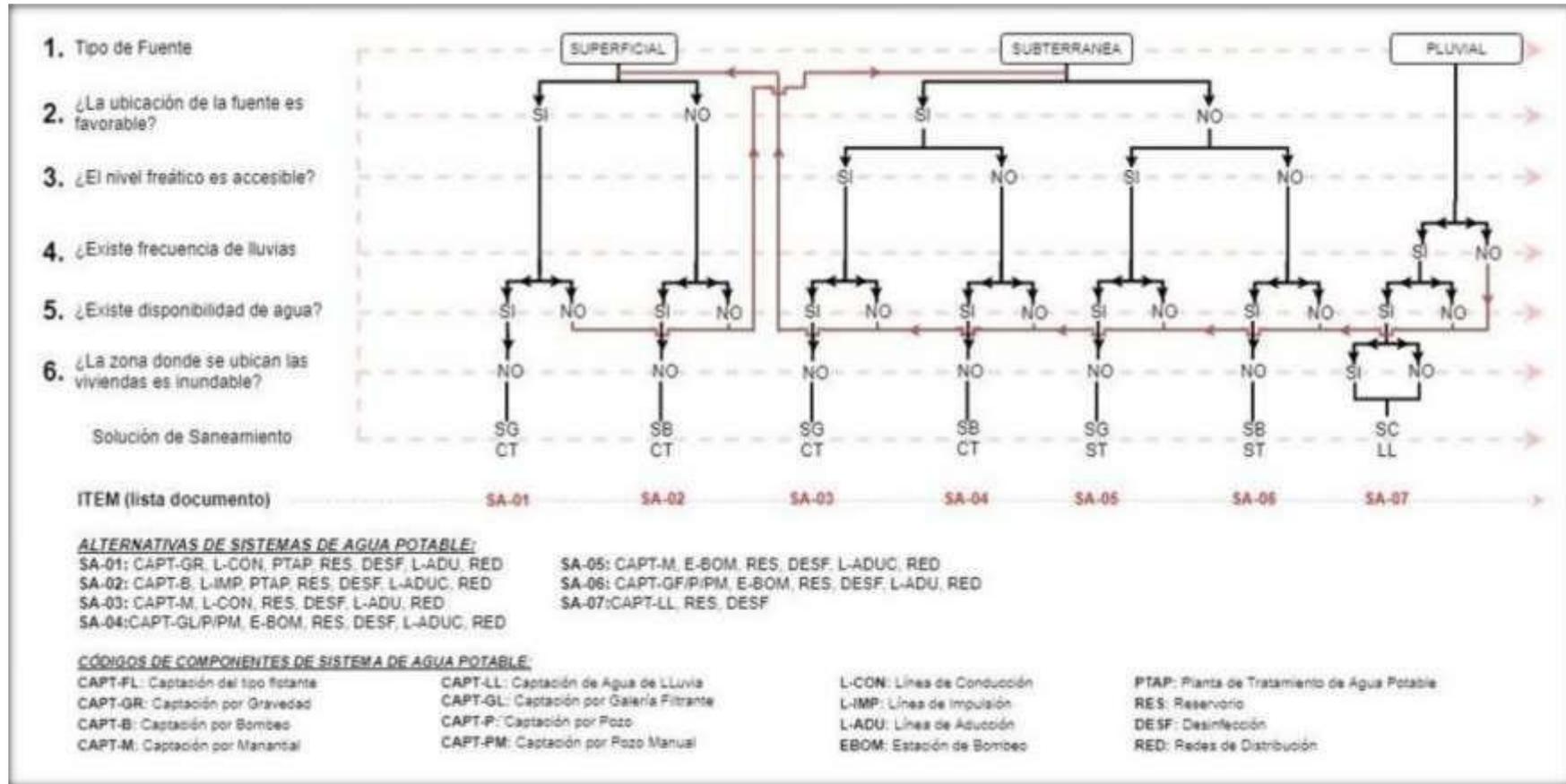
La norma es determinante para diseñar estructuras y los diversos elementos que corresponden a un adecuado diseño de agua potable en zonas rurales para lo cual se utilizara como primer punto el Periodo de diseño.

Tabla 1: Periodo de diseño:

| ESTRUCTURA   | PERIODO DE DISEÑO |
|--|-------------------|
| ✓ Fuente de abastecimiento   | 20 años           |
| ✓ Obra de captación  | 20 años           |
| ✓ Pozos  | 20 años           |
| ✓ Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)                             | 20 años           |
| ✓ Reservorio   | 20 años           |
| ✓ Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución                             | 20 años           |
| ✓ Estación de bombeo   | 20 años           |
| ✓ Equipos de bombeo  | 10 años           |
| ✓ Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable) | 10 años           |
| ✓ Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)                                   | 5 años            |

**Fuente:** Norma técnica de diseño para zonas rurales RM192-2018-Vivienda

Cuadro 1: Algoritmo para la selección del sistema



Fuente: Norma técnica de diseño para zonas rurales (RM192-2018-Vivienda)

### 2.3.10.- Principios de diseño

Para empezar a estimar un sistema de agua potable se requiere saber la **población futura**, utilizando el método aritmético, este contiene la siguiente formula:

$$P_d = P_i * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Donde

Pd : Población de diseño

Pi : Población inicial

r : Tasa de crecimiento anual (%)

t : Período de diseño(años)

- a) Donde la tasa de crecimiento del centro poblado donde se realizará el estudio establezca concordancia con estudios hechos por INEI, de la zona debe concordar con los censos realizados por el INEI, cuando la población tiene un incremento negativo debe de ser igual a 0 (r=0) o adoptar la tasa de crecimiento para zonas rurales.
- b) La dotación es el volumen de líquido elemento que las personas usan cotidianamente para sus necesidades.

Tabla 2: Dotación de Agua

| REGIÓN | DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)              |   |
|--------|--|---|
|        | SIN ARRASTRE HIDRÁULICO<br>(COMPOSTERA Y HOYO SECO<br>VENTILADO) | CON ARRASTRE<br>HIDRÁULICO (TANQUE<br>SÉPTICO MEJORADO) |
| COSTA  | 60   | 90  |
| SIERRA | 50   | 80  |
| SELVA  | 70   | 100   |

*Fuente: Norma técnica de diseño para zonas rurales (RM192-2018-Vivienda).*

c) **En centros educativos debe aplicar la siguiente dotación.**

Tabla 3: Dotación en centros educativos

| DESCRIPCIÓN                                      | DOTACIÓN (l/alumno) |
|--|---------------------|
| Educación primaria e inferior (sin residencia)   | 20                  |
| Educación secundaria y superior (sin residencia) | 25                  |
| Educación en general (con residencia)            | 50                  |

*Fuente: Norma técnica de diseño para zonas rurales (RM192-2018-Vivienda).*

d) **Variaciones de consumo**

Consumo máx. Diario (Qmd): considerar un valor de 1,3 del consumo

$$Q_p = (\text{Dot} * P_d) / 86400$$

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_p$$

Donde:

Pd : Población de diseño

Pi : Población inicial

r : Tasa de crecimiento anual

(%) t : Período de diseño(años)

e) **Consumo máximo horario**

(Qmh): **Considerar un valor de 2,0 de Qp:**

$$Q_p = \frac{\text{Dot} * P_d}{86400}$$

$$Q_{mh} = 2,0 * Q_p$$

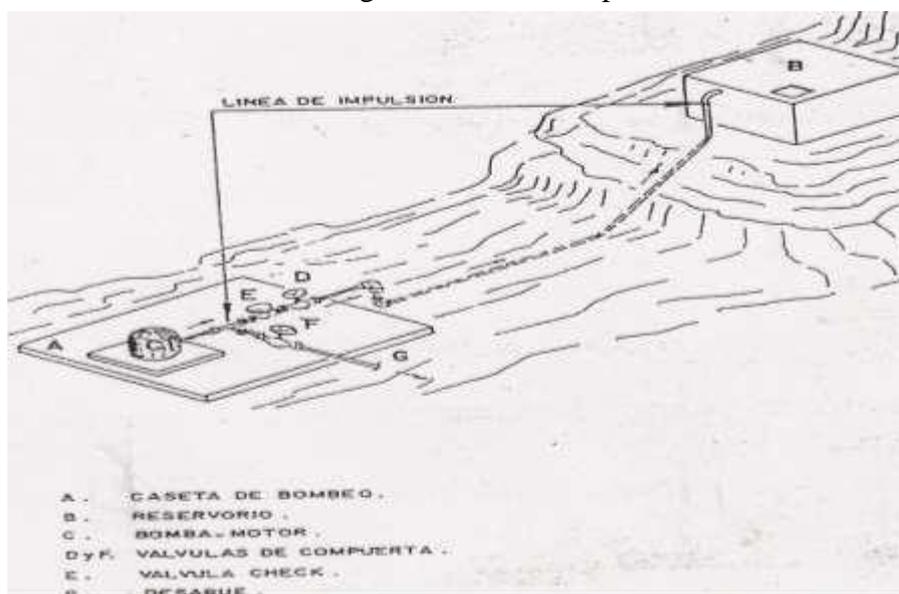
➤ Q<sub>p</sub> = Caudal promedio diario anual en l/s

- $Q_{md}$  = Caudal máximo diario en l/s
- Dot = Dotación en  $\frac{l}{hab} \cdot d$
- $P_d$  = Poblacion de diseño en habitantes (hab)

#### f) Líneas de impulsión

La línea de impulsión se utiliza para conducir agua desde una menor cota hasta una cota ubicada en una zona más alta. La única forma de elevar el agua es a través de equipos de bombeo, generalmente del tipo centrífugo en sistemas de abastecimiento de agua. La línea de impulsión es el tramo de tubería desde la captación hasta el reservorio o PTAP.

Imagen 4: Línea de Impulsión



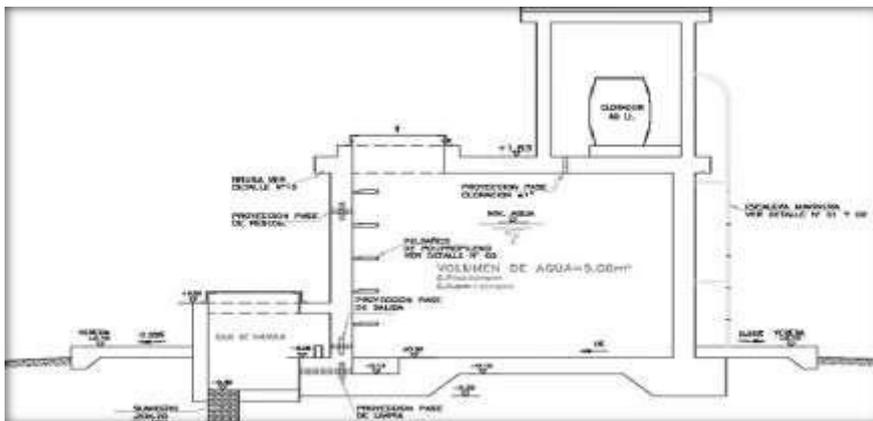
*Fuente: Norma técnica de diseño para zonas rurales (RM192-2018-Vivienda).*

#### g) Diseño del reservorio:

Se recomienda que la ubicación de este sea más próxima al centro poblado con una cota que genere una presión mínima esta debe contar

con una tapa sanitaria, su almacenamiento se considera el 25% del  $Q_p$  cuando se disponga de agua de manera continua y si es discontinuo se diseñará como mínimo con el 30% del  $Q_p$ .

Imagen 5: Reservorio Apoyado



*Fuente: Norma técnica de diseño para zonas rurales (RM192-2018-Vivienda).*

#### h) Línea de aducción:

Tendrá que ser capaz de conducir mínimo el Caudal máximo horario La carga dinámica mínima será de 1m y la estática máxima será 50m. Para evitar velocidades altas se tiene que evitar pendientes mayores al 30% e inferiores al 0.50%, así se facilitará su ejecución y mantenimiento.

Se diseñará el diámetro para una velocidad mínima de 0,6m/s y máxima de 3,0 m/s, teniendo como mínimo 25mm (1”).

Para la perdida de carga se diseñará con la fórmula de Hazen -Williams para tuberías de diámetro superior a 50mm:

$$H_f = 10,674 * \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,86}} * L$$

Para las tuberías de diámetro  $\geq 50$ mm con la ecuación de Fair- Whipple

$$H_f = 676,745 * \frac{Q^{1.751}}{D^{4.753} * L}$$

La Presión se calculará se con la ecuación de Bernoulli.

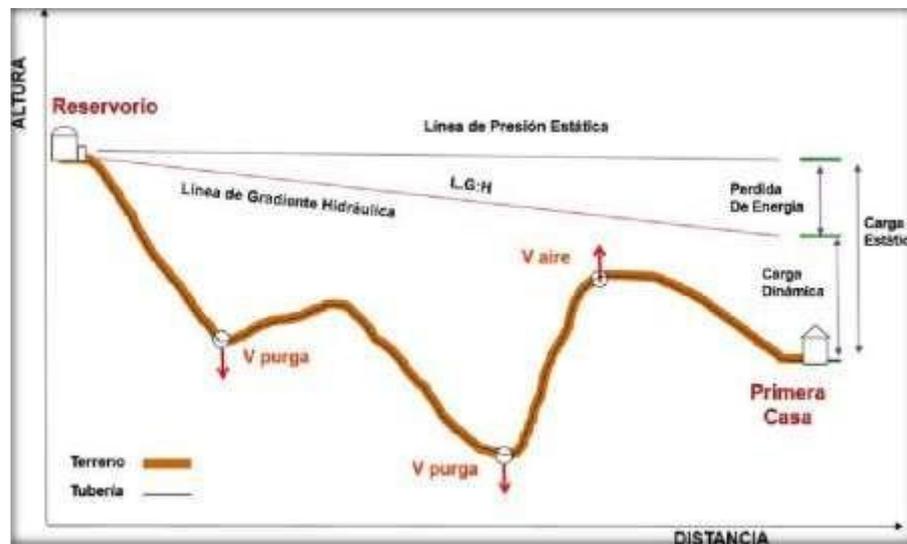
$$Z_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2 * g = Z_2 + P_2/\gamma + V_2^2/2 * g + H_F$$

La tubería no debe superar el 75% de la presión especificada por su fabricante

En las piezas especiales y válvulas se hallará las pérdidas de cargas localizadas  $\Delta H_i$  con siguiente ecuación:

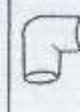
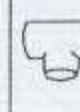
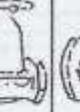
$$\Delta H_i = K_i * \frac{V^2}{2 * g}$$

Imagen 6: línea de aducción



**Fuente:** Norma técnica de diseño para zonas rurales (RM192-2018-Vivienda).

Imagen 7: Coeficientes para las pérdidas de carga

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|
| DIAMETRO INTERNO (m.m.)  | CURVA 90° R-3D  | CURVA 90° R-2D  | CODO  | TE  | MANGUERA R-100  | DIAFRAGMA ABIERTA   | MANGUITO  | MACHO PASO RECTO   | TECH TAYLOR   |   |
| LONGITUD EQUIVALENTE EN m DE TUBO RECTO DE IGUAL RESISTENCIA AL FLUJO. |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |
| 25   | 0.52  | 0.70  | 0.82  | 1.77  | 0.30  | 2.56  | —   | 0.37   | —   |   |
| 32   | 0.73  | 0.91  | 1.13  | 2.38  | 0.40  | 3.29  | —   | 0.49   | —   |   |
| 40   | 0.85  | 1.10  | 1.31  | 2.74  | 0.49  | 3.44  | 1.19  | 0.58   | —   |   |
| 50   | 1.07  | 1.40  | 1.68  | 3.35  | 0.55  | 3.66  | 1.43  | 0.73   | —   |   |
| 65   | 1.28  | 1.65  | 1.98  | 4.27  | 0.70  | 4.50  | 1.52  | 0.85   | —   |   |
| 80   | 1.55  | 2.07  | 2.47  | 5.18  | 0.85  | 4.88  | 1.92  | 1.04   | 0.20  |   |
| 90   | 1.83  | 2.44  | 2.90  | 5.79  | 1.01  | —   | —   | 1.22   | —   |   |
| 100  | 2.13  | 2.77  | 3.35  | 6.71  | 1.16  | 7.62  | 2.19  | 1.40   | 0.23  |   |
| 115  | 2.41  | 3.05  | 3.66  | 7.32  | 1.28  | —   | —   | 1.58   | —   |   |
| 125  | 2.71  | 3.68  | 4.27  | 8.23  | 1.43  | 13.11   | 3.05  | 1.77   | 0.30  |   |
| 150  | 3.35  | 4.27  | 4.88  | 10.08   | 1.55  | 18.29   | 3.11  | 2.13   | 0.37  |   |
| 200  | 4.27  | 5.49  | 6.40  | 13.11   | 2.41  | 19.81   | 7.92  | 2.74   | 0.82  |   |
| 250  | 5.18  | 6.71  | 7.92  | 17.07   | 2.99  | 21.34   | 10.87   | 3.47   | 0.61  |   |
| 300  | 6.10  | 7.92  | 9.75  | 20.12   | 3.35  | 28.96   | 15.65   | 4.08   | 0.76  |   |
| 350  | 7.01  | 9.45  | 10.97   | 23.16   | 4.27  | 28.96   | —   | 4.88   | 0.91  |   |
| 400  | 8.23  | 10.67   | 12.80   | 26.52   | 4.88  | —   | —   | 5.49   | 1.04  |   |
| 450  | 9.14  | 12.19   | 14.02   | 30.48   | 5.49  | —   | —   | 6.22   | 1.16  |   |
| 500  | 10.36   | 13.11   | 15.85   | 33.53   | 6.10  | —   | —   | 7.32   | 1.25  |   |

NOTA: PARA CURVA 135° USAR VALOR CURVA 90° x 1.5

FIG. 17. LONGITUDES EQUIVALENTES DE SINGULARIDADES EN TUBOS

*Fuente:* Norma técnica de diseño para zonas rurales (RM192-2018-Vivienda).

### i) Redes de distribución:

Es un componente del sistema de agua potable, el mismo que permite llevar el agua tratada hasta cada vivienda a través de tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias.

### 2.3. Usos de software WaterCAD

Utilizaremos este software para el modelamiento de nuestro diseño de abastecimiento de agua, este software genera soluciones para el diseño, y permite realizar una simulación hidráulica, WaterCAD permite representar los elementos como: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos

de Consumo, Tanques, Reservorios, Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación, etc.)

Además, determina las diferentes presiones en cada uno de los puntos de los ramales denotando el caudal las diversas velocidades y las pérdidas generadas en la línea que corresponde al diseño.

### III.- HIPÓTESIS

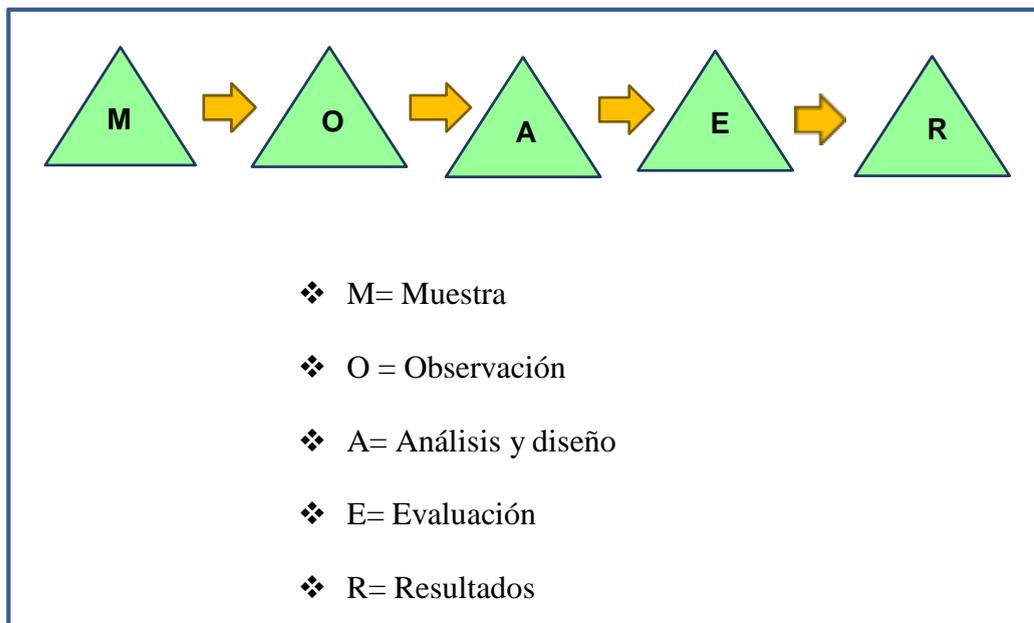
La hipótesis de la investigación no aplica, por ser una tesis descriptiva

### IV.- METODOLOGÍA

#### 4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se enfocó en la observación sin la alteración de ningún tipo de variables, realizando la búsqueda de información técnica y social como: fichas y encuestas para cumplir con los objetivos planteados; con datos reales tomados directamente del lugar en estudio, en este caso el Centro Poblado Señor de los Milagros, del Distrito de Tambogrande; también a través de calicatas y cálculos matemáticos para obtener un sistema básico de agua potable que cumpla con las normas de la RM 192 - 2018 - Vivienda. Por lo tanto, tenemos un diseño no experimental y de corte transversal.

El método de investigación se realizará de la siguiente manera:



- ❖ **Muestra:** está comprendida por el sistema de agua potable de la comunidad Señor de los Milagros
- ❖ **Observación:** en esta etapa se realizaron los estudios técnicos para luego poder establecer un plan de estudio
- ❖ **Diseño:** así mismo se realizó el empadronamiento de la comunidad a la cual se beneficiará.
- ❖ **Análisis:** para el procesamiento de datos se utilizó los softwares AutoCAD y WaterCad.
- ❖ **Evaluación:** se realiza el diseño del sistema en base la información recogida en campo.
- ❖ **Resultado:** se plasma el diseño de abastecimiento de agua potable.

#### **4.2. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN**

La siguiente investigación tiene todos los medios metodológicos de tipo descriptivo, lo cual se requiere entender los fenómenos y/o aspectos de la realidad y estado actual. Es de tipo no experimental, por lo que su estudio se fundamenta en la percepción de los acontecimientos sucedidos, se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, en este caso el mejoramiento de distribución más beneficiosa para el Centro Poblado Señor de los Milagros.

#### **4.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación de esta tesis es del tipo cuantitativo, por el cual demuestra singularidad en el análisis, por ello la muestra, la recopilación de información, diseño correspondiente, la evaluación y los resultados, nos brinda las características y/o componentes del servicio de agua potable del Centro Poblado Señor de los Milagros

#### **4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **Universo**

El diseño de esta tesis lo componen los diversos diseños de agua potable en zonas rurales en la Región Piura.

##### **Población**

Está delimitada por todos diseños de agua potable en zonas rurales del Distrito de Tambogrande.

##### **Muestra**

La muestra corresponde a todas piezas del diseño correspondiente al Centro Poblado Señor de los Milagros, del Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura, Región Piura.

#### 4.5. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.

Cuadro 2: Definición y operación de variables e indicadores

| <b>Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para la mejora de la condición sanitaria de los pobladores del Centro Poblado Señor de los Milagros, Distrito de Tambogrande, Provincia y Región Piura - Diciembre 2022.</b> |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
| <b>VARIABLE</b>   | <b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>  | <b>DEFINICION OPERACIONAL</b>  | <b>DIMENSIONES</b>   | <b>INDICADORE S</b>  |
| <b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b><br><br>Diseño de abastecimiento de agua potable.  | La Red de distribución debe ser capaz de proporcionar agua en cantidad adecuada, de gran calidad y a la presión suficiente dentro de la zona de servicio. | Componentes del sistema de distribución:<br>a)Tuberías<br>b)Líneas de alimentación<br>c)Líneas principales<br>d)Líneas secundarias<br><br>e)Conexiones domiciliarias | -Diseño de la red de agua potable.<br>-Análisis del agua (apta para el consumo humano).<br>-Crecimiento poblacional.<br><br>-Cálculo de manantial de la ladera.<br>-Ubicación adecuada del reservorio apoyado. | -Encuestas a la comunidad.<br><br>-Uso de GPS y nivel topográfico.<br><br>-Planos Topográficos.<br><br>-Red de abastecimiento de agua potable. |
| <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b><br><br>Lugar de estudio donde se ubica en el Centro Poblado Señor de los Milagros   |   |  |  |  |

*Fuente:* Elaboración propia (2023)

#### **4.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la recaudación de datos, se empleará los siguientes instrumentos: Cuaderno de datos para recopilación de información, utilización de GPS para la toma de coordenadas del diseño hidráulico, plano de ubicación como guía en mi desplazamiento en campo, uso de software WaterCAD, Uso de software AutoCAD y Uso de software Civil 3D.

#### **4.7. PLAN DE ANÁLISIS**

La localización del caserío del que se diseñó la red de agua potable, orientación de la captación que se utilizó para el diseño, estudio de calidad de agua en un laboratorio, estudio topográfico, para elaboración de planos con software AutoCAD, diseño de la red de agua potable con el software Civil 3D. Modelamiento de la red de agua potable con el software WaterCAD acompañado de la norma R.M.192 – 2018 y plano de ubicación para mayor referencia de mí tesis.

#### 4.8 Matriz de consistencia

Cuadro 3: Matriz de consistencia

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN LA MEJORA DE LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y REGIÓN PIURA - 2022.**

| Problema  | Objetivos  | Hipótesis  | Metodología  |
|---|--|--|--|
| <p>La población del centro poblado Señor de los Milagros, no cuenta con un sistema de agua potable, por lo que sistemáticamente se pretende realizar un diseño hidráulico de red de distribución que pueda beneficiar a los habitantes del centro poblado y puedan hacer uso de este recurso como lo es el agua de una manera más saludable y así poder evitar más enfermedades ocasionadas por el mal consumo del agua en la actualidad.</p> <p>Por lo que surge la siguiente incógnita problemática ¿El Diseño del sistema de agua potable ubicada en el Centro Poblado Señor de los Milagros, Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura, brindará las condiciones óptimas requeridas de suministro y calidad del agua potable?</p> | <p><b>El objetivo general</b> de esta investigación es diseñar el servicio de agua potable en el centro poblado Señor de los Milagros, Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura, Región Piura.</p> <p><b>Los objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proponer el diseño de abastecimiento de agua potable, del Centro Poblado Señor de los Milagros, distrito de Tambogrande, Provincia y región Piura, 2022</li> <li>✓ Elaborar el diseño las redes de línea de conducción, reservorio y redes distribución del sistema de agua potable, del centro Poblado Señor de los Milagros, distrito Tambogrande, provincia y región Piura, 2022</li> <li>✓ Obtener la condición sanitaria de la población del centro poblado Señor de los Milagros, Distrito de Tambogrande, Provincia y región Piura , 2022</li> </ul> | <p>La hipótesis de la investigación es nulo.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Investigación tiene por carácter descriptiva.</li> <li>· Teniendo por característica ser cuantitativa.</li> <li>· Este diseño fue no experimental y de corte transversal</li> </ul> <p><b>Universo</b><br/>El diseño de esta tesis lo componen los diversos diseños de agua potable en zonas rurales en la Región Piura.</p> <p><b>Población:</b><br/>Está delimitada por todos diseños de agua potable en zonas rurales del Distrito de Tambogrande.</p> <p><b>Muestra:</b><br/>La muestra corresponde a todas piezas del diseño correspondiente al Centro Poblado Señor de los Milagros, del Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura, Región Piura.</p> |

*Fuente: Elaboración propia (2023)*

#### **4.9. Los principios éticos**

Para el presente estudio de investigación se ha consultado y tomado artículos de internet, trabajos de investigación, ponencias, textos y otros documentos que tengan y se encuentren relacionados al tema de investigación, respetando la autoría de cada uno de ellos. Nuestra investigación tendrá un fundamento en los principios éticos que se describe a continuación como son: la responsabilidad, honestidad, tipo de investigación y sobre todo tener originalidad en la investigación Se pondrá en práctica principios éticos de forma personal al realizar esta investigación de manera individual.

## V Resultados

### 5.1. Resultado

- 1) Herramienta para responder al primer objetivo específico: Proponer el sistema de agua potable para el Centro Poblado Señor de los Milagros, del distrito de Tambogrande, Provincia y Región de Piura, para mejorar su condición sanitaria de la población – 2022

Cuadro 4: Tipo de sistema de abastecimiento de agua potable

| Herramienta para establecer el tipo de sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Señor de los Milagros – 2022. |   |
|---|---|
| 1. Tipo de fuente:  | Superficial                                   |
| 2. ¿La ubicación de la fuente es favorable?:  | Sí  |
| 3. ¿El nivel freático es accesible?:  | Sí  |
| 4. ¿Existe frecuencia de lluvias?   | Sí  |
| 5. ¿Existe disponibilidad de agua?  | Sí  |
| 6. ¿La zona donde se ubican las viviendas es inundable?   | No  |
| Solución de saneamiento:  | SGCT  |
| Ítem (Lista documento):   | SA – 03                                       |
| Alternativa de sistema de agua potable:   | SA – 03(CAPT–M, L-CON, RES, DESF, L-ADU, RED) |

| Códigos de componentes de agua potable  |                     |            |              |                   |                     |
|---|---------------------|------------|--------------|-------------------|---------------------|
| CAPT–M  | L-CON               | RES        | DESF         | L-ADU             | RED                 |
| Captación por manantial   | Línea de conducción | Reservorio | Desinfección | Línea de aducción | Red de distribución |
| <b>Se concluye que:</b> El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro poblado Señor de los Milagros, <b>será un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento</b> , el cual consta de: captación por manantial de ladera, línea de conducción, reservorio, con desinfección, línea de aducción y red de distribución. |                     |            |              |                   |                     |

Fuente: Elaboración propia (2023)

2) Herramienta para responder al segundo objetivo específico: Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Señor de los Milagros del Distrito de Tambogrande, Provincia y Región de Piura, para mejorar su condición sanitaria de la población – 2022.

a) El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Señor de los Milagros, en cuanto al diseño de la cámara de captación podemos observar sus características en el Cuadro 4, para más detalles ver Anexo N° 11 (Cálculos). Además, se puede verificar la estructura en Anexo N° 12 (planos).

Cuadro 5: Características de la cámara de captación.

|  |      |           |
|--|------|-----------|
| Caudal Máximo de la Fuente:  | 1.50 | lt/sg     |
| Caudal Mínimo de la Fuente:  | 1.30 | t/sg      |
| Caudal Máximo Diario:  | 1.00 | lt/sg     |
| <b>1) Definición del ancho de la pantalla:</b>                                       |      |           |
| Diámetro Tub. Ingreso (orificios):   | 2.0  | pulg      |
| Número de orificios:   | 3    | orificios |
| Ancho de la pantalla:  | 1.10 | m         |
| <b>2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:</b> |      |           |
|  | L=   | 1.238 mt  |
| <b>3) Longitud vertical de la cabina húmeda:</b>                                     |      |           |
| Ht=  | 1.00 | m         |
| Tubería de salida=   | 1.50 | plg       |
| <b>4) Dimensionamiento de la Canastilla:</b>   |      |           |
| Diámetro de la Canastilla  | 3    | pulg      |
| Longitud de la Canastilla  | 20.0 | m         |
| Se tendrá :  | 115  | ranuras   |
| <b>5) Dimensión del Rebose y de Limpia:</b>  |      |           |
| Tubo del Rebose  | 2    | pulg      |
| Tubos de Limpia  | 2    | pulgadas  |

Fuente: Elaboración propia (2023).

- b) El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Señor de los Milagros en cuanto a la línea de conducción podemos observar sus características en el Cuadro N.º 5, para más detalles ver Anexo N.º 11 (Cálculos). Además, se puede verificar la estructura en Anexo N.º 12 (planos).

Cuadro 6: Características de la línea de conducción

| <b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>                   |                  |                  |              |                    |                 |
|--|------------------|------------------|--------------|--------------------|-----------------|
| Descripción                                  | Diámetro (pulg.) | Presión (m.c.a.) | Longitud (m) | Velocidad (m/seg.) | Tipo de tubería |
| Captación hasta reservorio de almacenamiento | 1.5"             | 11               | 2.36         | 0.86               | Pvc clase 7     |

Fuente: Elaboración propia (2023)

- c) El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Señor de los Milagros en cuanto al diseño del reservorio de almacenamiento podemos observar sus características en el Cuadro N.º 6, para más detalles ver Anexo N.º 11 (Cálculos). Además, se puede verificar la estructura en Anexo N.º 12 (planos).

Cuadro 7: Características de reservorio

| <b>RESERVORIO</b> |                           |                     |
|-------------------|---------------------------|---------------------|
| N.º               | DESCRIPCIÓN               | CARACTERÍSTICAS     |
| 1                 | Volumen del reservorio    | 5 m <sup>3</sup>    |
| 2                 | Tipo                      | Apoyado             |
| 3                 | Forma                     | Cuadrada            |
| 4                 | Largo7ancho               | 2.10 m              |
| 5                 | Altura de agua adoptada   | 1.15 m              |
| 6                 | Volumen de reserva        | 0.55 m <sup>3</sup> |
| 7                 | Volumen de regulación     | 2.28 m <sup>3</sup> |
| 8                 | Borde libre               | 0.30 m              |
| 9                 | Altura total en el tanque | 1.65 m              |
| 10                | Tiempo de llenado         | 1 hora              |

Fuente: Elaboración propia (2023)

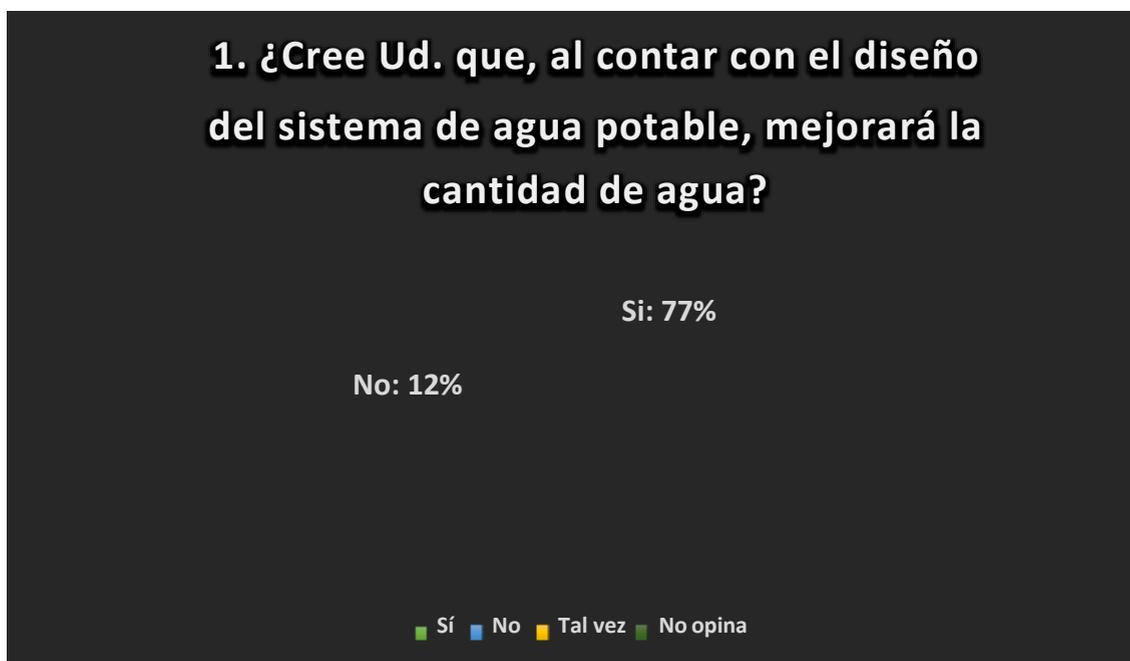
- 3) Herramienta para responder al tercer objetivo específico: Obtener la condición sanitaria del Centro Poblado Señor de los Milagros del distrito de Tambogrande, Provincia y Región Piura -2022

Cuadro 8: Instrumento de recolección de datos

| Encuesta para la mejora de la condición sanitaria de los habitantes del Centro Poblado Señor de los Milagros de Tambogrande, 2022. |    |         |          |
|--|----|---------|----------|
| 1. ¿Cree Ud. que, al contar con el diseño del sistema de agua potable, mejorará la cantidad de agua?                               |    |         |          |
| Sí   | No | Tal vez | No opina |
| 2. ¿Cree Ud. que, al contar con el diseño del sistema de agua potable, mejorará la calidad de agua?                                |    |         |          |
| Sí   | No | Tal vez | No opina |
| 3. ¿Cree Ud. que, al contar con el diseño del sistema de agua potable, mejorará la cobertura de agua?                              |    |         |          |
| Sí   | No | Tal vez | No opina |
| 4. ¿Cree Ud. que, al contar con el diseño del sistema de agua potable, mejorará la continuidad de agua?                            |    |         |          |
| Sí   | No | Tal vez | No opina |

Fuente: Elaboración propia (2022)

**Gráfico 1:** Resultados en porcentaje respecto a la cantidad de agua.



Fuente: Elaboración propia (2023).

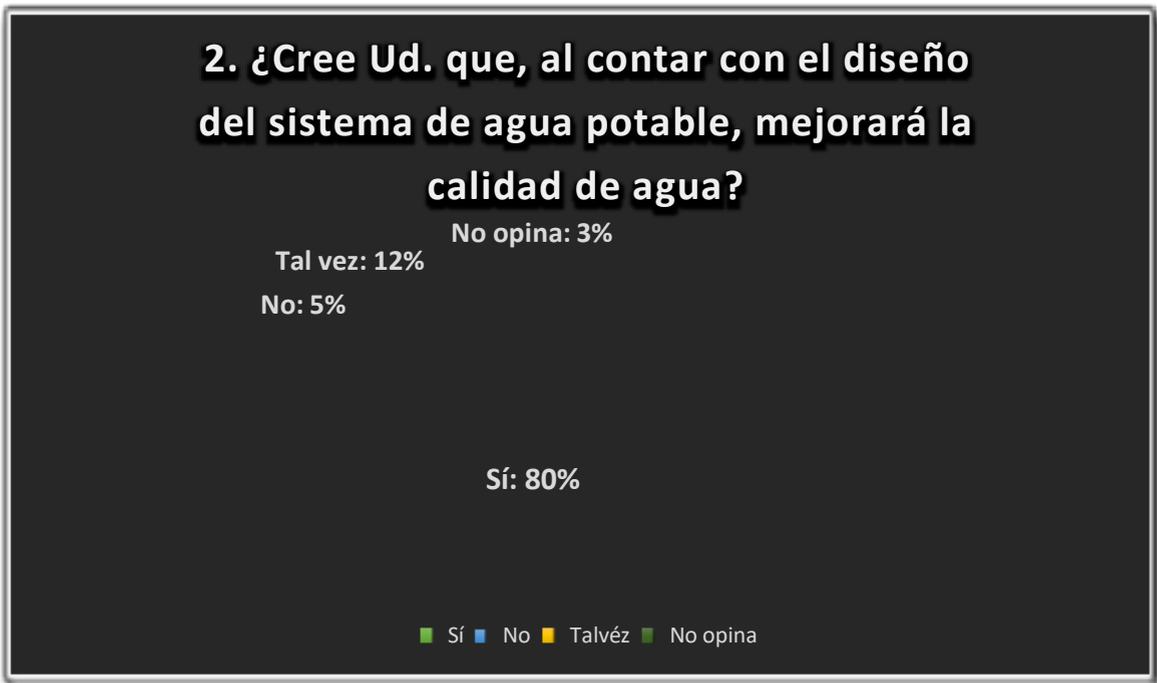
Cuadro 9: Encuesta sobre cantidad de agua potable.

**Según se muestra en el gráfico estadístico N.º 1 los habitantes del Centro Poblado Señor de los Milagros concluyeron que:**

| <b>Sí</b>                       | <b>No</b>                      | <b>Tal vez</b>                 | <b>No opina</b>               |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 54 personas, lo que hace el 77% | 8 personas, lo que hace el 12% | 7 personas, lo que hace el 10% | 1 personas, lo que hace el 1% |

Fuente: Elaboración propia (2023).

**Gráfico 2:** Resultados en porcentaje respecto a la calidad de agua.



Fuente: Elaboración propia (2023).

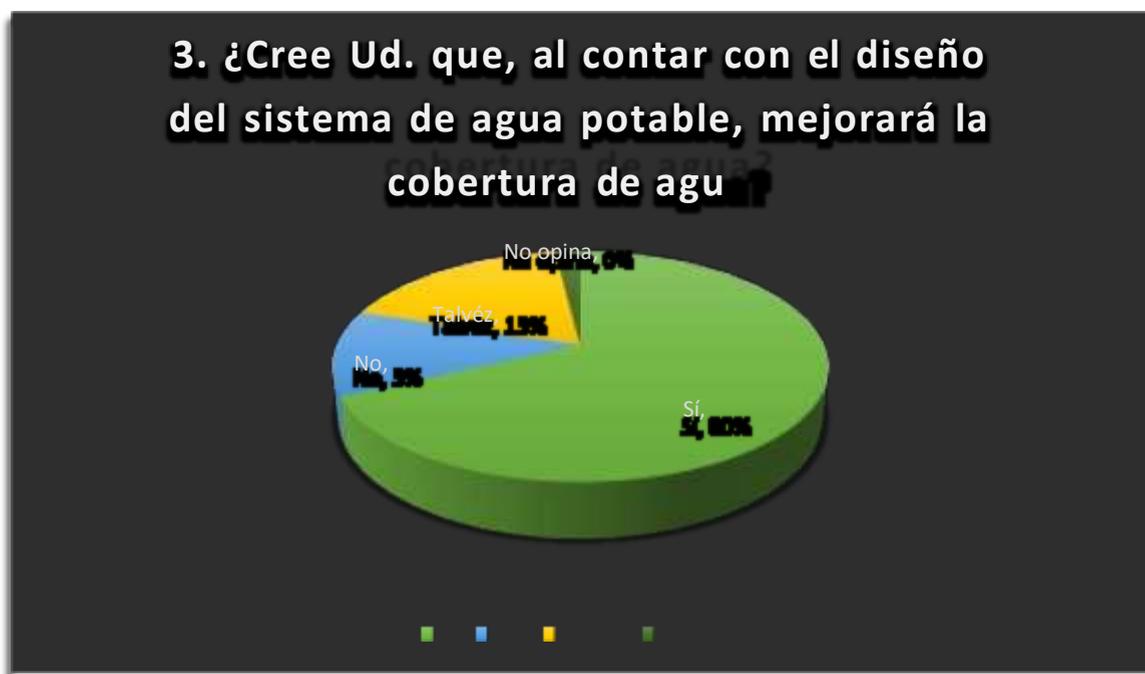
Cuadro 10: Encuesta sobre calidad de agua potable.

**Según se muestra en el gráfico estadístico N° 2 los habitantes del Centro Poblado Señor de los Milagros concluyeron que:**

| Sí                              | No                            | Tal vez                        | No opina                      |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 56 personas, lo que hace el 80% | 4 personas, lo que hace el 5% | 8 personas, lo que hace el 12% | 2 personas, lo que hace el 3% |

Fuente: Elaboración propia (2023).

**Gráfico 3:** Resultados en porcentaje respecto a la cobertura de agua.



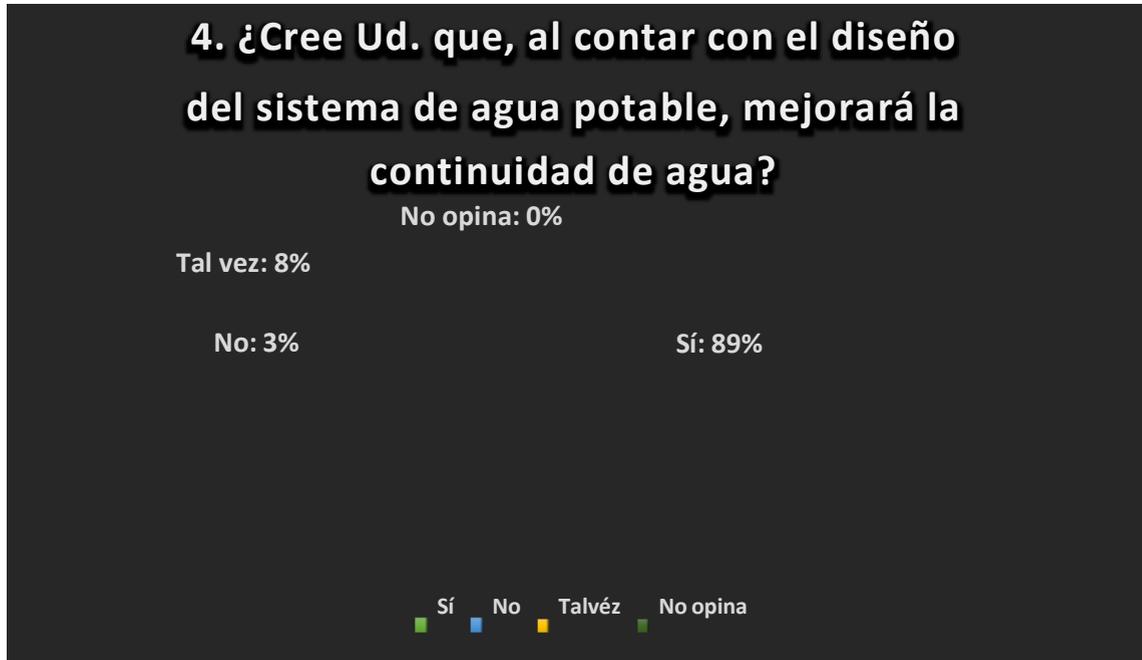
Cuadro 11: Encuesta sobre cobertura de agua potable.

Según se muestra en el gráfico estadístico N.º 3 los habitantes del Centro Poblado Señor de los Milagros concluyeron que:

| Sí                              | No                            | Tal vez                         | No opina                      |
|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 56 personas, lo que hace el 80% | 4 personas, lo que hace el 5% | 10 personas, lo que hace el 15% | 0 personas, lo que hace el 0% |

Fuente: Elaboración propia (2023).

**Gráfico 4:** Resultados en porcentaje respecto a la continuidad de agua.



Cuadro 12: Encuesta sobre continuidad de agua potable.

**Según se muestra en el gráfico estadístico N° 4 los habitantes del Centro Poblado Señor de los Milagros concluyeron que:**

| <b>Sí</b>                       | <b>No</b>                     | <b>Tal vez</b>                | <b>No opina</b>               |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 63 personas, lo que hace el 89% | 2 personas, lo que hace el 3% | 5 personas, lo que hace el 8% | 0 personas, lo que hace el 0% |

Fuente: Elaboración propia (2023).

## 5.2 Análisis de resultados

1. Parar responder al primer objetivo específico: Proponer el diseño del sistema de agua potable para el Centro Poblado Señor de los Milagros, del distrito de Tambogrande, provincia y región Piura, 2022. Se concluye que: El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Señor de los Milagros, será un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento, el cual consta de: captación por manantial, línea de conducción, reservorio, con desinfección, línea de aducción y red de distribución.
2. Parar responder al segundo objetivo específico: Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado Señor de los Milagros del Distrito de Tambogrande, provincia y región Piura, para mejorar su condición sanitaria de la población – 2022. Contará con: una Captación por manantial de ladera, Línea de conducción de 78 metros pvc 48 mm, Volumen de Reservorio con desinfección de 5 m<sup>3</sup>, Línea de aducción de 236 metros pvc 60 mm, Red de distribución de 1076 metros pvc 48 y 25 mm y conexiones domiciliarias 44 domicilios y un colegio es de 1444 metros pvc 20 mm.
3. Parar tercer al segundo objetivo específico: Obtener la incidencia en la condición sanitaria del Centro Poblado Señor de los Milagros, del distrito de Tambogrande, Provincia y Región Piura, para mejorar su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2022. Sobre cantidad de agua potable: 45 personas respondieron que sí, lo que hace el 77%; 8 personas respondieron que No, lo que hace el 12%; 7 personas respondieron que Tal vez, lo que hace el 10% y 1 personas No opinan, lo que hace el 1%. Sobre calidad de agua potable: 56 personas respondieron que Sí, lo que hace el 80%; 4 personas respondieron

que No, lo que hace el 5%; 8 personas respondieron que Tal vez, lo que hace el 12 % y 2 personas No opina, lo que hace el 3%. Sobre cobertura de agua potable: 56 personas respondieron que Sí, lo que hace el 80%; 4 personas respondieron que No, lo que hace el 5%; 10 personas respondieron que Tal vez, lo que hace el 15% y 0 personas No opinan, lo que hace el 0%; Sobre continuidad de agua potable. 63 personas respondieron que Sí, lo que hace el 89%; 2 personas respondieron que No, lo que hace el 3%; 5 personas respondieron que Tal vez, lo que hace el 8% y 0 personas No opinan, lo que hace el 0%.

## **VI.- Conclusiones**

1. Se concluye que para el sistema de agua potable para el centro poblado Señor de los Milagros se propone realizar un sistema por gravedad y con tratamiento.
2. Se concluye que el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro poblado Señor de los Milagros, será un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento, el cual consta de una captación con un caudal promedio de 1 lt/sg, una red de conducción de 48 m con diámetro de 48 mm, un reservorio apoyado de 5.00 m<sup>3</sup>, una red de aducción de 47 m con diámetro de 29.4 mm, una red de distribución de 1076 m con diámetros de 48 mm y 25 mm y , 44 conexiones domiciliarias de 20 mm de diámetro todas con tuberías de pvc clase 7,1 colegio con 1 aula de nivel inicial 3 válvulas de control y 2 válvulas de purga.
3. Se concluye que más del 56% de los habitantes del Centro Poblado Señor de los Milagros respondieron que sí mejoraría la cantidad, calidad, cobertura y continuidad del agua con el diseño del sistema de agua potable.

## RECOMENDACIONES

- 1) Planteado el sistema de agua potable por gravedad se recomienda tener una supervisión que se cumpla con usar el tipo de tubería que se ha diseñado de la red de agua potable para el Centro Poblado Señor de los Milagros
- 2) Elaborado los resultados de presión y velocidad, se recomienda supervisar mensualmente el recorrido de la red de agua, y verificar que no esté obstruido por materiales como es desmontes o que se malogre por personas terceras o por animales.
- 3) Una vez medido y determinado el volumen del reservorio se debe realizar el mantenimiento de limpieza por maleza y deterioro de la estructura, manteniendo sellada la tapa sanitaria y aseguramiento de la tapa de válvulas y no ser manipuladas por personas terceras que puedan dañar los accesorios, así también colocar una malla en el tubo de ventilación y evitar que ingresen animales pequeños, se recomienda realizar una vez por mes.
- 4) Obtenido el estudio físico, químico y bacteriológico se recomienda el uso de hipoclorito de calcio para estabilizar el PH, los cloruros y dureza y garantizar una desinfección brindando una calidad de agua potable para ello antes desinfectar el reservorio con 4 cucharaditas de hipoclorito de cloro en una solución de 2 lts de agua y aplicar en paredes techos, tapa sanitaria. Luego proceder con el sistema de cloración adecuadamente de igual forma se recomienda hacer un estudio microbiológico del agua cada año y tener un seguimiento de la calidad para el consumo de la población.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1) Ibañez J. y Sandoval, Diseño de sistemas de pozos para la captacion de agua subterranea: caso de estudio La Monjana - Colombia, 2015.[Tesis], Universidad Católica de Colombia.[Citado 2019 Junio 09].  
Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2843>.
- 2) Larraga B.P., Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia, Canton Vinces, Provincia de los Rios: Pontificia Universidad Catolica del Ecuador, Quito, Ecuador - 2016. [Citado 2019 Junio 10]. Disponible en:  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13464>
- 3) Moreno M., Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad sector Barrillas, Aldea San Rafael, y edificio del rastro municipal, para el casco urbano de Mazatenango, Suchitepequez, Ecuador - 2014. [Citado 2019 Junio 10]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2047/1>
- 4) Martinez C., Diseño del sistema hidraulico de la comunidad rural congregacion El Palmar en el municipio de Papantla de Olarte, Veracruz de Ignacio de la Llave, Mexico - 2017. [Citado 2019 Junio 10]. Disponible en:  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100>
- 5) Pasapera K., Diseño hidraulico del sistema de agua potable del caserío de Rancheria ex cooperativa Carlos Mariategui distrito de Lambayeque, Peru - 2018. [Citado 2019 Junio 09]. Disponible en:  
<http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/10640>
- 6) Casique L. y Herrera C., Diseño del sistema de agua potable para mejorar las condiciones de vida en la localidad de Mamonaquihua, Cuñumbuqui, San

- Martin, Peru - 2018. [Citado 2019 Junio 09]. Disponible en:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27397>.
- 7) Diaz L., Diseño de abastecimiento de agua potable mediante el uso de aguas subterráneas, AA.HH. Villa Los Andes, Campoy, Lima, Peru - 2018. [Citado 2019 Junio 08]. Disponible en :  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/31487>
- 8) Machado A., Diseño del Sistema de Abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago, distrito de Chalaco, Morropón - Piura. Marzo 2018. [Citado 2019 Junio 08]. Disponinle en:  
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1246>
- 9) Municipalidad Distrito de Chulucanas, Proyecto de Diseño del Sistema de agua potable en el Caserío Vega Honda, Morropón, Piura - 2011. [Citado 2019 Junio 09]. Disponible en:  
<https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789>
- 10) Palomino M., Diseño del Servicio de Agua Potable en el Caserío Pueblo Nuevo, Distrito de Buenos Aires, Provincia de Morropón - Piura. Abril 2019. [Citado 2019 Junio 10]. Disponible en:  
<https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/1358>
- 11) Ordoñez J., Ciclo Hidrológico del agua, Peru - 2011. [Citado 2019 Junio 11]. Disponible en:  
[https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam\\_files/publicaciones/varios/ciclo\\_hidrologico.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf).
- 12) Lopez J. y Fornes J., Las aguas subterráneas un recurso natural del subsuelo, España: Fundación Marcelino Botín; 2009. [Citado 2019 Junio 11].

Disponible en:

[https://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed\\_uploads/Observatorio%20Tendencias/FORMACION/educacion%20ambiental.pdf](https://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed_uploads/Observatorio%20Tendencias/FORMACION/educacion%20ambiental.pdf).

- 13) Rodier. J. ANÁLISIS DEL AGUA, España - 2011.[Citado 2019 Junio 11].

Disponible en:

[http://www.mschs.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/agua\\_consumo\\_2011\\_v3\\_.pdf](http://www.mschs.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/agua_consumo_2011_v3_.pdf)

- 14) Ortega V., biblioteca.usac. [Citado 2019 Junio 13]. Disponible en:

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0543\\_EA.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0543_EA.pdf).

- 15) Bellido A., Manual de perforación manual y equipamiento con bombas manuales, centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente, Lima, Peru - 2004.[Citado 2019 Junio 11]. Disponible en:

<https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%203%20Bombeo/Manual%20de%20perforaci%C3%B3n%20manual%20de%20pozos%20con%20bombas%20manuales.pdf>.

- 16) Ecovidaconsultores, Norma técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ambito Rural Lima; Abril 2018. [Citado 2019 Junio 13]. Disponible en: <https://ecovidaconsultores.com/wp-content/uploads/2018/05/rm-192-2018-vivienda-tecnol%c3%93gigas-para-sistemas-de-saneamiento-en-el-%c3%81mbito-rural.pdf>.

# ANEXOS

# Anexo 1: Normas legales

El Peruano  
Jueves 8 de junio de 2006

NORMAS LEGALES

320503

tudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que incluyan: identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico-químicos, vulnerabilidad y microbiológicos y otros estudios que sean necesarios.

La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el periodo de diseño.

La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.

#### 4. CAPTACIÓN

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

##### 4.1. AGUAS SUPERFICIALES

a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.

b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retornar al curso original.

c) La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.

##### 4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido.

###### 4.2.1. Pozos Profundos

a) Los pozos deberán ser perforados previa autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia con la Ley General de Aguas vigente. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.

b) La ubicación de los pozos y su diseño preliminar serán determinados como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico a nivel de diseño de obra. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/o proyectados, para evitar problemas de interferencias.

c) El menor diámetro del fono de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.

d) Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.

e) Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo, la granulometría y espesor de los estratos, velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.

f) La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento, a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.

g) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.

h) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

###### 4.2.2. Pozos Excavados

a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa

## II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO

### NORMA OS.010

#### CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

##### 1. OBJETIVO

Fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano.

##### 2. ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, en localidades mayores de 2000 habitantes.

##### 3. FUENTE

A fin de definir la o las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los es-



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896

autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.

b) El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1,50 m.

c) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.

d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciegos de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.

e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.

f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.

g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0,50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.

h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.

i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

#### 4.2.3. Galerías Filtrantes

a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.

b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.

c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.

d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.

e) La velocidad máxima en los conductos será de 0,60 m/s.

f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

#### 4.2.4. Manantiales

a) La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.

b) En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, reboso y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.

c) Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.

d) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.

e) Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

### 5. CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

#### 5.1. CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

##### 5.1.1. Canales

a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.

b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s.

c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

##### 5.1.2. Tuberías

a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.

b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s.

c) La velocidad máxima admisible será:

|  |       |
|--|-------|
| En los tubos de concreto                 | 3 m/s |
| En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC | 5 m/s |

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Asbesto-cemento y PVC     | 0,010 |
| Hierro Fundido y concreto | 0,015 |

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

TABLA N° 1

#### COEFICIENTES DE FRICCIÓN «C» EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

| TIPO DE TUBERÍA                  | «C» |
|----------------------------------|-----|
| Acero sin costura                | 120 |
| Acero soldado en espiral         | 100 |
| Cobre sin costura                | 150 |
| Concreto                         | 110 |
| Fibra de vidrio                  | 150 |
| Hierro fundido                   | 100 |
| Hierro fundido con revestimiento | 140 |
| Hierro galvanizado               | 100 |
| Poliétileno, Asbesto-Cemento     | 140 |
| Policloruro de vinilo (PVC)      | 150 |

##### 5.1.3. Accesorios

###### a) Válvulas de aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2,0 km como máximo.

Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión).

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

###### b) Válvulas de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.



c) Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

#### 5.2. CONDUCCIÓN POR BOMBEO

a) Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.

b) Se deberá considerar las mismas recomendaciones para el uso de válvulas de aire y de purga del numeral 5.1.3

#### 5.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES

a) En el caso de suelos agresivos o condiciones severas de clima, deberá considerarse tuberías de material adecuado y debidamente protegido.

b) Los cruces con carreteras, vías férreas y obras de arte, deberán diseñarse en coordinación con el organismo competente.

c) Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio, ó válvula, considerando el diámetro, la presión de prueba y condición de instalación de la tubería.

d) En el diseño de toda línea de conducción se deberá tener en cuenta el golpe de ariete.

#### GLOSARIO

**ACUIFERO.-** Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.

**AGUA SUBTERRANEA.-** Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.

**AFLORAMIENTO.-** Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.

**CALIDAD DE AGUA.-** Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.

**CAUDAL MÁXIMO DIARIO.-** Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.

**DEPRESION.-** Entendido como abatimiento, es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.

**FILTROS.-** Es la rejilla del pozo que sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero de material no consolidado.

**FORRO DE POZOS.-** Es la tubería de revestimiento colocada unas veces durante la perforación, otras después de acabada ésta. La que se coloca durante la perforación puede ser provisional o definitiva. La finalidad más frecuente de la primera es la de sostener el terreno mientras se avanza con la perforación. La finalidad de la segunda es revestir definitivamente el pozo.

**POZO EXCAVADO.-** Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo de un operario en su fondo.

**POZO PERFORADO.-** Es la penetración del terreno utilizando maquinaria. En este caso la perforación puede ser iniciada con un antepozo hasta una profundidad conveniente y, luego, se continúa con el equipo de perforación.

**SELLO SANITARIO.-** Elementos utilizados para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.

**TOMA DE AGUA.-** Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás órganos constitutivos de una captación.

**NORMA OS.030**

**ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**1. ALCANCE**

Esta Norma señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad del agua para consumo humano.

**2. FINALIDAD**

Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento.

**3. ASPECTOS GENERALES**

**3.1. Determinación del volumen de almacenamiento**

El volumen deberá determinarse con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento ó de una población de características similares.

**3.2. Ubicación**

Los reservorios se deben ubicar en áreas libres. El proyecto deberá incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones.

**3.3. Estudios Complementarios**

Para el diseño de los reservorios de almacenamiento se deberá contar con información de la zona elegida, como fotografías aéreas, estudios de: topografía, mecánica de suelos, variaciones de niveles freáticos, características químicas del suelo y otros que se considere necesario.

**3.4. Vulnerabilidad**

Los reservorios no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos ó otros riesgos que afecten su seguridad.

**3.5. Caseta de Válvulas**

Las válvulas, accesorios y los dispositivos de medición y control, deberán ir alojadas en casetas que permitan realizar las labores de operación y mantenimiento con facilidad.

**3.6. Mantenimiento**

Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar con un sistema de «by pass» entre la tubería de entrada y salida ó doble cámara de almacenamiento.

**3.7. Seguridad Aérea**

Los reservorios elevados en zonas cercanas a pistas de aterrizaje deberán cumplir las indicaciones sobre luces de señalización impartidas por la autoridad competente.

**4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO**

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

**4.1. Volumen de Regulación**

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.

Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

**4.2. Volumen Contra Incendio**

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:

- 50 m<sup>3</sup> para áreas destinadas netamente a vivienda.  
- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1, considerando un volumen aparente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de aplamamiento respectivo.

Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio.

#### 4.3. Volumen de Reserva

De ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

### 5. RESERVIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

#### 5.1. Funcionamiento

Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo.

#### 5.2. Instalaciones

Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, reboso y desagüe.

En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará para las mismas condiciones.

Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio.

La tubería de salida deberá tener como mínimo el diámetro correspondiente al caudal máximo horario de diseño.

La tubería de reboso deberá tener capacidad mayor al caudal máximo de entrada, debidamente sustentada.

El diámetro de la tubería de desagüe deberá permitir un tiempo de vaciado menor a 8 horas. Se deberá verificar que la red de alcantarillado receptora tenga la capacidad hidráulica para recibir este caudal.

El piso del reservorio deberá tener una pendiente hacia el punto de desagüe que permita evacuarlo completamente.

El sistema de ventilación deberá permitir la circulación del aire en el reservorio con una capacidad mayor que el caudal máximo de entrada ó salida de agua. Estará provisto de los dispositivos que eviten el ingreso de partículas, insectos y luz directa del sol.

Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante.

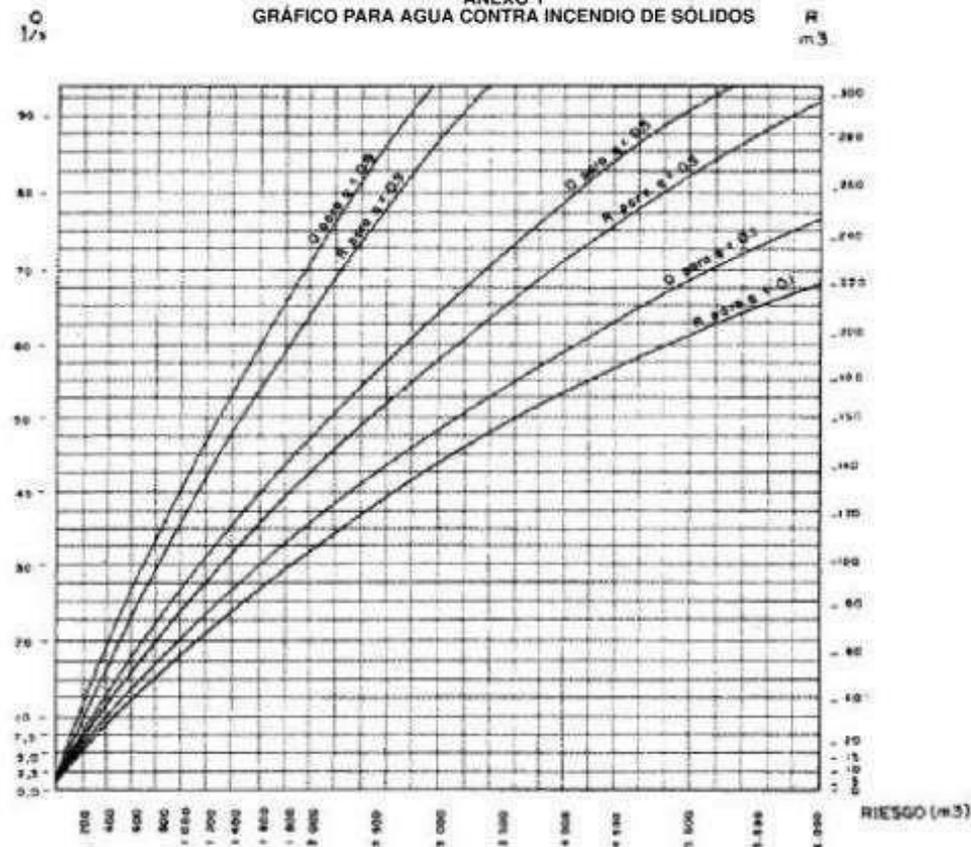
Los reservorios enterrados deberán contar con una cubierta impermeabilizante, con la pendiente necesaria que facilite el escurrimiento. Si se ha previsto jardines sobre la cubierta se deberá contar con drenaje que evite la acumulación de agua sobre la cubierta. Deben estar alejados de focos de contaminación, como pozas de percolación, letrinas, botaderos; o protegidos de los mismos. Las paredes y fondos estarán impermeabilizadas para evitar el ingreso de la napa y agua de riego de jardines.

La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

#### 5.3. Accesorios

Los reservorios deberán estar provistos de tapa sanitaria, escaleras de acero inoxidable y cualquier otro dispositivo que contribuya a un mejor control y funcionamiento.

ANEXO 1  
GRÁFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS



Difundido por: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
www.construccion.org / icg@icgmail.org / Telefax : 421 - 7896

**OS.050**  
**REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**ÍNDICE**

|   | <b>PÁG.</b> |
|---|-------------|
| <b>1. OBJETIVO</b>  | <b>2</b>    |
| <b>2. ALCANCE</b>   | <b>2</b>    |
| <b>3. DEFINICIONES</b>  | <b>2</b>    |
| <b>4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO</b>                           | <b>2</b>    |
| 4.1 Levantamiento Topográfico   | 2           |
| 4.2 Suelos  | 3           |
| 4.3 Población   | 3           |
| 4.4 Caudal de Diseño  | 3           |
| 4.5 Análisis Hidráulico   | 3           |
| 4.6 Diámetro Mínimo   | 4           |
| 4.7 Velocidad   | 4           |
| 4.8 Presiones   | 4           |
| 4.9 Ubicación y recubrimiento de tuberías                                 | 5           |
| 4.10 Válvulas   | 6           |
| 4.11 Hidrantes contra incendio  | 6           |
| 4.12 Anclajes y Empalmes  | 6           |
| <b>5. CONEXIÓN PREDIAL</b>  | <b>6</b>    |
| 5.1. Diseño   | 6           |
| 5.2. Elementos de la Conexión   | 6           |
| 5.3. Ubicación  | 6           |
| 5.4. Diámetro Mínimo  | 6           |
| Anexo:  |             |
| Esquema Sistema con Tuberías Principales y Ramales Distribuidores de Agua | 7           |

OS.050  
REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. OBJETIVO

Fijar las condiciones exigibles en la elaboración de los proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano.

2. ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de redes de distribución de agua para consumo humano en localidades mayores de 2000 habitantes.

3. DEFINICIONES

**Conexión predial simple.** Aquella que sirve a un solo usuario

**Conexión predial múltiple.** Es aquella que sirve a varios usuarios

**Elementos de control.** Dispositivos que permiten controlar el flujo de agua.

**Hidrante.** Grifo contra incendio.

**Redes de distribución.** Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.

**Ramal distribuidor.** Es la red que es alimentada por una tubería principal, se ubica en la vereda de los lotes y abastece a una o más viviendas.

**Tubería Principal.** Es la tubería que forma un circuito de abastecimiento de agua cerrado y/o abierto y que puede o no abastecer a un ramal distribuidor.

**Caja Portamedidor.** Es la cámara en donde se ubicará e instalará el medidor

**Profundidad.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería (clave de la tubería).

**Recubrimiento.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).

**Conexión Domiciliaria de Agua Potable.** Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema con la finalidad de abastecer de agua a cada lote.

**Medidor.** Elemento que registra el volumen de agua que pasa a través de él.

4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO

4.1 Levantamiento Topográfico

La información topográfica para la elaboración de proyectos incluirá:

- Plano de lotización con curvas de nivel cada 1 m, indicando la ubicación y detalles de los servicios existentes y/o cualquier referencia importante.

- Perfil longitudinal a nivel del eje del trazo de las tuberías principales y/o ramales distribuidores en todas las calles del área de estudio y en el eje de la vía donde técnicamente sea necesario.
- Secciones transversales de todas las calles. Cuando se utilicen ramales distribuidores, mínimo 3 cada 100 metros en terrenos planos y mínimo 6 por cuadra donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En Todos los casos deben incluirse nivel de lotes.
- Perfil longitudinal de los tramos que sean necesarios para el diseño de los empalmes con la red de agua existente.
- Se ubicará en cada habilitación un BM auxiliar como mínimo y dependiendo del tamaño de la habilitación se ubicarán dos o más, en puntos estratégicamente distribuidos para verificar las cotas de cajas a instalar.

#### 4.2 Suelos

Se deberá realizar el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características, considerando los siguientes aspectos:

- Determinación de la agresividad del suelo con indicadores de PH, sulfatos, cloruros y sales solubles totales.
- Otros estudios necesarios en función de la naturaleza del terreno, a criterio del consultor.

#### 4.3 Población

Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.

La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.

#### 4.4 Caudal de diseño

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

#### 4.5 Análisis hidráulico

Las redes de distribución se proyectarán, en principio y siempre que sea posible en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red debiendo garantizar en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la tabla No 1. Para el caso de tuberías no contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado del coeficiente de

fricción. Las tuberías y accesorios a utilizar deberán cumplir con las normas técnicas peruanas vigentes y aprobadas por el ente respectivo.

**TABLA N° 1  
COEFICIENTES DE FRICCIÓN "C" EN LA FÓRMULA  
DE HAZEN Y WILLIAMS**

| TIPO DE TUBERÍA                         | "C" |
|---|-----|
| Acero sin costura                       | 120 |
| Acero soldado en espiral                | 100 |
| Cobre sin costura                       | 150 |
| Concreto                                | 110 |
| Fibra de vidrio                         | 150 |
| Hierro fundido                          | 100 |
| Hierro fundido dúctil con revestimiento | 140 |
| Hierro galvanizado                      | 100 |
| Polietileno                             | 140 |
| Policloruro de vinilo (PVC)             | 150 |

#### 4.6 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.

El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor de agua será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adoptará como diámetro nominal mínimo de 38 mm o su equivalente.

En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

#### 4.7 Velocidad

La velocidad máxima será de 3 m/s.

En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

#### 4.8 Presiones

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m.

En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 m a la salida de la pileta.

#### 4.9 Ubicación y recubrimiento de tuberías

Se fijarán las secciones transversales de las calles del proyecto, siendo necesario analizar el trazo de las tuberías nuevas con respecto a otros servicios existentes y/o proyectos.

- En todos los casos las tuberías de agua potable se ubicarán, respecto a las redes eléctricas, de telefonía, conductos de gas u otros, en forma tal que garantice una instalación segura.
- En las calles de 20 m de ancho o menos, las tuberías principales se proyectarán a un lado de la calzada como mínimo a 1.20 m del límite de propiedad y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.

En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada cuando no se consideren ramales de distribución.

- El ramal distribuidor de agua se ubicará en la vereda, paralelo al frente del lote, a una distancia máxima de 1.20 m desde el límite de propiedad hasta el eje del ramal distribuidor.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería principal de agua potable y una tubería principal de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente.

En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre tuberías principales y entre éstas y el límite de propiedad, así como los recubrimientos siempre y cuando:

- Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
- Si las vías peatonales presentan elementos (bancas, jardines, etc.) que impidan el paso de vehículos.

La mínima distancia libre horizontal medida entre ramales distribuidores y ramales colectores, entre ramal distribuidor y tubería principal de agua o alcantarillado, entre ramal colector y tubería principal de agua o alcantarillado, ubicados paralelamente, será de 0,20 m. Dicha distancia debe medirse entre los planos tangentes más próximos de las tuberías.

- En vías vehiculares, las tuberías principales de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la clave del tubo. Recubrimientos menores, se deben justificar. En zonas sin acceso vehicular el recubrimiento mínimo será de 0.30 m.

El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo para un ramal distribuidor de agua será de 0,30 m.

#### 4.10 Válvulas

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones.

Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.

Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.

Deberá evitarse los "puntos muertos" en la red; de no ser posible, en aquellos de cotas mas bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.

El ramal distribuidor de agua deberá contar con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal.

#### 4.11 Hidrantes contra incendio

Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m.

Los hidrantes se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de compuerta.

#### 4.12 Anclajes y Empalmes

Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio de tubería, válvula e hidrante contra incendio, considerando el diámetro, la presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.

El empalme del ramal distribuidor de agua con la tubería principal se realizará con tubería de diámetro mínimo igual a 63 mm.

### CONEXIÓN PREDIAL

#### 5. 5.1 Diseño

Deberán proyectarse conexiones prediales simples o múltiples de tal manera que cada unidad de uso cuente con un elemento de medición y control.

#### 5.2 Elementos de la conexión

Deberá considerarse:

- Elemento de medición y control: Caja de medición
- Elemento de conducción: Tuberías
- Elemento de empalme

#### 5.3 Ubicación

El elemento de medición y control se ubicará a una distancia no menor de 0,30 m del límite de propiedad izquierdo o derecho, en área pública o común de fácil y permanente acceso a la entidad prestadora de servicio, (excepto en los casos de lectura remota en los que podrá ubicarse inclusive en el interior del predio).

#### 5.4 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la conexión predial será de 12,50 mm.

**NORMA OS.100**

**CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE  
INFRAESTRUCTURA SANITARIA**

**1. INFORMACIÓN BÁSICA**

**1.1. Previsión contra Desastres y otros riesgos**

En base a la información recopilada el proyectista deberá evaluar la vulnerabilidad de los sistemas ante situaciones de emergencias, diseñando sistemas flexibles en su operación, sin descuidar el aspecto económico. Se deberá solicitar a la Empresa de Agua la respectiva factibilidad de servicios. Todas las estructuras deberán contar con libre disponibilidad para su utilización.

**1.2. Período de diseño**

Para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en asentamientos existentes, el período de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los períodos óptimos para cada componente de los sistemas.

**1.3. Población**

La población futura para el período de diseño considerado deberá calcularse:

a) Tratándose de asentamientos humanos existentes, el crecimiento deberá estar acorde con el plan regulador y los programas de desarrollo regional si los hubiere; en caso de no existir éstos, se deberá tener en cuenta las características de la ciudad, los factores históricos, socio-económico, su tendencia de desarrollo y otros que se pudieren obtener.

b) Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab/vivienda.

**1.4. Dotación de Agua**

La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m<sup>2</sup>, las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente.

Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.

Para habitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

### 1.5. Variaciones de Consumo

En los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada.

De lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes:

- Máximo anual de la demanda diaria: 1,3
- Máximo anual de la demanda horaria: 1,8 a 2,5

### 1.6. Demanda Contra incendio

a) Para habitaciones urbanas en poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera obligatorio demanda contra incendio.

b) Para habitaciones en poblaciones mayores de 10,000 habitantes, deberá adoptarse el siguiente criterio:

- El caudal necesario para demanda contra incendio, podrá estar incluido en el caudal doméstico; debiendo considerarse para las tuberías donde se ubiquen hidrantes, los siguientes caudales mínimos:

- Para áreas destinadas netamente a viviendas: 15 l/s.
- Para áreas destinadas a usos comerciales e industriales: 30 l/s.

### 1.7. Volumen de Contribución de Excretas

Cuando se proyecte disposición de excretas por digestión seca, se considerará una contribución de excretas por habitante y por día de 0,20 kg.

### 1.8. Caudal de Contribución de Alcantarillado

Se considerará que el 80% del caudal de agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado.

### 1.9. Agua de Infiltración y Entradas lícitas

Asimismo deberá considerarse como contribución al alcantarillado, el agua de infiltración, asumiendo un caudal debidamente justificado en base a la permeabilidad del suelo en terrenos saturados de agua freáticas y al tipo de tuberías a emplearse, así como el agua de lluvia que pueda incorporarse por las cámaras de inspección y conexiones domiciliarias.

### 1.10. Agua de Lluvia

En lugares de altas precipitaciones pluviales deberá considerarse algunas soluciones para su evacuación, según lo señalado en la norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano.

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA PARA POBLACIONES URBANAS

### 1. GENERALIDADES

Se refieren a las actividades básicas de operación y mantenimiento preventivo y correctivo de los principales elementos de los sistemas de agua potable y alcantarillado, tendientes a lograr el buen funcionamiento y el incremento de la vida útil de dichos elementos.

Cada empresa o la entidad responsable de la administración de los servicios de agua potable y alcantarillado, deberá contar con los respectivos Manuales de Operación y Mantenimiento.

Para realizar las actividades de operación y mantenimiento, se deberá organizar y ejecutar un programa que incluya: inventario técnico, recursos humanos y materiales, sistema de información, control, evaluación y archivos, que garanticen su eficiencia.

### 2. AGUA POTABLE

#### 2.1. Reservorio

Deberá realizarse inspección y limpieza periódica a fin de localizar defectos, grietas u otros desperfectos que pu-

dieran causar fugas o ser foco de posible contaminación. De encontrarse, deberán ser reportadas para que se realice las reparaciones necesarias.

Deberá realizarse periódicamente muestreo y control de la calidad del agua a fin de prevenir o localizar focos de contaminación y tomar las medidas correctivas del caso.

Periódicamente, por lo menos 2 veces al año deberá realizarse lavado y desinfección del reservorio, utilizando cloro en solución con una dosificación de 50 ppm u otro producto similar que garantice las condiciones de potabilidad del agua.

### 2.2. Distribución

#### Tuberías y Accesorios de Agua Potable

Deberá realizarse inspecciones rutinarias y periódicas para localizar probables roturas, y/o fallas en las uniones o materiales que provoquen fugas con el consiguiente deterioro de pavimentos, cimentaciones, etc. De detectarse aquellos, deberá reportarse a fin de realizar el mantenimiento correctivo.

A criterio de la dependencia responsable de la operación y mantenimiento de los servicios, deberá realizarse periódicamente, muestreos y estudios de pitometría y/o detección de fugas; para determinar el estado general de la red y sus probables necesidades de reparación y/o ampliación.

Deberá realizarse periódicamente muestreo y control de calidad del agua en puntos estratégicos de la red de distribución, a fin de prevenir o localizar probables focos de contaminación y tomar las medidas correctivas del caso.

La periodicidad de las acciones anteriores será fijada en los manuales respectivos y dependerá de las circunstancias locales, debiendo cumplirse con las recomendaciones del Ministerio de Salud.

#### Válvulas e Hidrantes:

##### a) Operación

Toda válvula o hidrante debe ser operado utilizando el dispositivo y/o procedimiento adecuado, de acuerdo al tipo de operación (manual, mecánico, eléctrico, neumático, etc.) por personal entrenado y con conocimiento del sistema y tipo de válvulas.

Toda válvula que regule el caudal y/o presión en un sistema de agua potable deberá ser operada en forma tal que minimice el golpe de ariete.

La ubicación y condición de funcionamiento de toda válvula deberán registrarse convenientemente.

##### b) Mantenimiento

Al iniciarse la operación de un sistema, deberá verificarse que las válvulas y/o hidrantes se encuentran en un buen estado de funcionamiento y con los elementos de protección (cajas o cámaras) limpias, que permitan su fácil operación. Luego se procederá a la lubricación y/o engrase de las partes móviles.

Se realizará inspección, limpieza, manipulación, lubricación y/o engrase de las partes móviles con una periodicidad mínima de 6 meses a fin de evitar su agrietamiento e inoperabilidad.

De localizarse válvulas o hidrantes deteriorados o agrietados, deberá reportarse para proceder a su reparación o cambio.

### 2.3. Elevación

#### Equipos de Bombeo

Los equipos de bombeo serán operados y mantenidos siguiendo estrictamente las recomendaciones de los fabricantes y/o las instrucciones de operación establecidas en cada caso y preparadas por el departamento de operación y/o mantenimiento correspondiente.

### 3. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ELIMINACIÓN DE EXCRETAS SIN ARRASTRE DE AGUA.

#### 3.1. Letrinas Sanitarias u Otros Dispositivos

El uso y mantenimiento de las letrinas sanitarias se realizará periódicamente, citándose a las disposiciones del Ministerio de Salud. Para las letrinas sanitarias públicas deberá establecerse un control a cargo de una entidad u organización local.



## Anexo 2: Documentos de zonificación



### MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TAMBOGRANDE

DEPARTAMENTO DE CATASTRO URBANO

Jr, Ramón Castilla 449, Tambogrande 20201

"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

### CERTIFICADO DE ZONIFICACIÓN

Expediente N°202301489

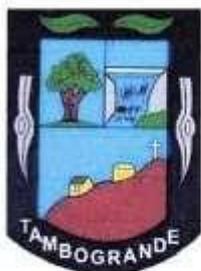
Conste por la presente para los fines y trámites correspondientes del proyecto de elaboración de tesis: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN LA MEJORA DE LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA DE PIURA, REGION PIURA – 2022**, para la obtención del título profesional de Ingeniero civil a favor del Bach. Gianmarco Antonio Zeta Santos.

Que, el departamento de catastro urbano certifica que de acuerdo a las coordenadas señaladas en el expediente presentado, se verifico que dicha ubicación pertenece al Centro Poblado Señor de los Milagros, considerado como **Jurisdicción Rural** del Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

Tambogrande, 16 de enero de 2023



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TAMBOGRANDE  
  
Segundo Gregorio Melendez Zurita  
ALCALDE



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TAMBOGRANDE

## DEPARTAMENTO DE CATASTRO URBANO

Jr, Ramon Castilla 449, Tambogrande 20201

"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

### CARTA N° 012-2023/MDT-30

Sr Gianmarco Antonio Zeta Santos

Bachiller de Ingeniería Civil.

Universidad Los Ángeles de Chimbote.

Presente. –

### **ASUNTO: REMITIMOS INFORMACIÓN SOLICITADA**

Conste por la presente para los fines y trámites correspondientes del proyecto de elaboración de tesis: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN LA MEJORA DE LA CONDICION SANITARIA DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y REGION PIURA –2022**, para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil a favor del Sr Gianmarco Antonio Zeta Santos

Que, el departamento de catastro urbano certifica que de acuerdo a las coordenadas:

**Latitud:** -5.30936527000, **Longitud:** -80.78888677000

Se verifico que dicha ubicación pertenece al Centro Poblado Señor de los Milagros, **Jurisdicción Rural** del Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

Tambogrande, 16 de enero de 2023

  
Segundo Gregorio Meléndez Zarita  
ALCALDE



### Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

#### Instrumento de recolección de datos

| Encuesta para la mejora de la condición sanitaria de los habitantes del Centro Poblado Señor de los Milagros |    |        |          |
|--|----|--------|----------|
| 1. ¿Cree Ud. que, al contar con el diseño del sistema de agua potable, mejorará la cantidad de agua?         |    |        |          |
| Si   | No | Talvez | No opina |
| 2. ¿Cree Ud. que, al contar con el diseño del sistema de agua potable, mejorará la calidad de agua?          |    |        |          |
| Si   | No | Talvez | No opina |
| 3. ¿Cree Ud. que, al contar con el diseño del sistema de agua potable, mejorará la cobertura de agua?        |    |        |          |
| Si   | No | Talvez | No opina |
| 4. ¿Cree Ud. que, al contar con el diseño del sistema de agua potable, mejorará la continuidad de agua?      |    |        |          |
| Si   | No | Talvez | No opina |



DAVIS ANDERSON NUMORA PRIMA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 204088

## Anexo 4: Consentimiento informado



### PROTOCOLO DE ASENTIMIENTO INFORMADO

Mi nombre es Gianmarco Antonio Zeta Santos y estoy realizando mi investigación, la participación de cada uno de ustedes es voluntaria. A continuación, les presento unos puntos importantes que debes saber antes de aceptar ayudarme:

- Tu participación es totalmente voluntaria. Si en algún momento ya no quieres seguir participando, puedes decírmelo y volverás a tus actividades.
- La conversación que tendremos será de 5 minutos máximos.
- En la investigación no se usará tu nombre, por lo que tu identidad será anónima.
- Tus padres ya han sido informados sobre mi investigación y están de acuerdo con que participes si tú también lo deseas.

Marque con una (x) en la pregunta realizada si desea o no participar de esta investigación.

|  |    |    |
|--|----|----|
| ¿Desea participar en esta investigación? | SI | NO |
|--|----|----|

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



## PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS

### (Ingeniería y Tecnología)

La finalidad de este protocolo en Ingeniería y tecnología es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento. De aceptar, el investigador y usted se quedarán con una copia.

La presente investigación se titula DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN LA MEJORA DE LA CONDICION SANITARIA DELCENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y REGION PIURA- 2022 y es dirigido por Zeta Santos Gianmarco Antonio, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es: Mejorar la calidad de vida de la población.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 5 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través del número telefónico 968872146. Si desea, también podrá escribir al correo [gianmarcozetazantos@gmail.com](mailto:gianmarcozetazantos@gmail.com) para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángelesde Chimbote.

Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: \_\_\_\_\_

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

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante \_\_\_\_\_

Firma del investigador (o encargado de recoger información): \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS  
(Ingeniería y Tecnología)

Estimado/a participante:

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en Ingeniería y Tecnología, conducida por Zeta Santos Gianmarco, que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada:

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN LA MEJORA DE LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y REGION PIURA- 2022

- La entrevista durará aproximadamente 5 minutos y todo lo que usted diga será tratado de manera anónima.
- La información brindada será grabada (si fuera necesario) y utilizada para esta investigación.
- Su participación es totalmente voluntaria. Usted puede detener su participación en cualquier momento si se siente afectado; así como dejar de responder alguna interrogante que le incomode. Si tiene alguna pregunta durante la entrevista, puede hacerla en el momento que mejor le parezca.
- Si tiene alguna consulta sobre la investigación o quiere saber sobre los resultados obtenidos, puede comunicarse al siguiente correo electrónico: gianmarcozetasantos@gmail.com o al número 968872146. Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al número (043) 422439 – 943630428

Complete la siguiente información en caso desee participar:

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Nombre completo:        |  |
| Firma del participante: |  |
| Firma del investigador: |  |
| Fecha:                  |  |

## Anexo 5: Informe Técnico de Estudio suelos

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS  
MILAGROS, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y REGION PIURA



JOSE CARLOS RIVAS SAAVEDRA - INGENIERO GEOLOGO - CJP. 120191

1

INFORME GEOTECNICO ING / GEOL - JCRS Nº 140 - TAMBOGRANDE - PIURA -  
2022.

PROYECTO

"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN LA  
MEJORA DE LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION DEL CENTRO  
POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, PROVINCIA Y REGION DE PIURA -  
2022"

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



SOLICITA: GIANMARCO ANTONIO ZETA SANTOS

DICIEMBRE 2022

Jose Carlos Rivas Saavedra  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CJP. 120191

00000000 - 140 - 2022

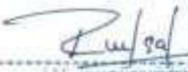
AV. BUENAVISTA 1027 Y CHILLAGANUS - PIURA  
CEL. 984661000 - REN. 982661007

RUC: 3042140832

**INDICE**

- 1.1 GENERALIDADES
  - 1.2 Introducción
  - 1.3 Objetivo
  - 1.4 Ubicación
  - 1.5 Trabajos Realizados
  
- 2.1 CONDICIONES GEOLOGICAS DE LA ZONA
  - 2.2 Geomorfología
  - 2.3 Procesos Geodinámicas
  - 2.4 Sismicidad
  
- 3.1 CONDICIONES GEOTECNICAS
  - 3.2 Tipos de Suelos y Rocas
  - 3.3 Características Geotécnicas de Suelos (Propiedades Físico - Mecánicas)
  - 3.4 Parámetros Geotécnicos
  - 3.5 Condiciones Geotécnicas
  - 3.6 Cálculo de capacidad admisible
  - 3.7 Cálculo de asentamientos
  - 3.8 Nivel Freático
  - 3.9 Licuación de Arenas

CONCLUSIONES  
RECOMENDACIONES  
ANEXOS

  
ING. CARLOS RIVASSA VEJRA  
CALLE 1001 1458631  
Ag. CIP 12891

## ESTUDIO DE MECANICA SE SUELOS INFORME TECNICO

### 1.1 GENERALIDADES

#### 1.2 Introducción

A solicitud del bachiller Gianmarco Antonio Zeta Santos, se realizó el EMS para el proyecto " DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN LA MEJORA DE LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y REGION PIURA-2022".

Como parte de este Proyecto se realizó el Estudio de Mecánica de Suelos a cargo del Ing. José Carlos Rivas Saavedra, en el área de proyecto del distrito de Tambogrande, Provincia de Piura. Los trabajos se desarrollaron en el mes de diciembre con la ejecución excavación de 04 calicatas con toma de muestras, ensayos de laboratorio en el ámbito del proyecto.

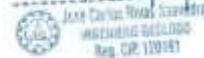
#### 1.3 Objetivo

El objetivo principal del presente informe es presentar las características físico - mecánicas y parámetros geotécnicos de los materiales en el área del proyecto para las obras programadas.

#### 1.4 Ubicación

La zona de interés, políticamente se ubica en la zona Norte del territorio peruano, en la Región de Piura, en la Provincia de Piura, distrito de Tambogrande, Centro Poblado Señor de los Milagros, en el área de proyecto. Geográficamente el área se encuentra enmarcada dentro de las siguientes coordenadas topográficas absolutas:

844534.00 N  
9487917.00E

JOSE CARLOS RIVASSA VEDRA -INGENIERO GEOLOGO- CP: 120191



FUENTE GOOGLE ARTH

#### 1.4 Trabajos Realizados

Se realizaron los siguientes trabajos:

Excavaciones de calcatas. - En total se excavaron 04 calcatas que se presentan en el siguiente cuadro:

| CALCATA | COORDENADAS |        | COTA | NIVEL FREÁTICO | UBICACIÓN           |
|---------|-------------|--------|------|----------------|---------------------|
|         | N           | E      |      |                |                     |
| C-1     | 945528      | 575911 | 155m | NP             | CAPTACION           |
| C-2     | 945527      | 575908 | 147m | NP             | RESERVOIRO          |
| C-3     | 9455192     | 575914 | 150m | NP             | LINEA DE CONDUCCION |
| C-4     | 945518      | 57590  | 150m | NP             | LINEA DE CONDUCCION |

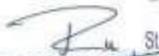
Toma muestras representativas de los materiales

Ensayos en laboratorio de propiedades de material para determinación de propiedades físico-mecánicas y su calidad.

La relación de ensayos realizados se presenta en el siguiente Cuadro:

APORTE - 140-2022

JURISDICCION: 371 CHULUJANAS - PIURA  
CEL: 948448100 RPM: +5198549027  
RUC: 10411459311

  
Jose Carlos Rivassa Vedra  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CP 120191

JOSE CARLOS RIVAS SAA VEDRA - INGENIERO GEOLOGO - CP: 120195

| ZONA                                     | DESIGNACIÓN | LABORATORIO SUELOS                  |                             |                           |                  |                    |                     |                   |                       |
|--|-------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|
|  |             | Análisis<br>Gravimétrico<br>(S/C/S) | Límites Atterberg<br>(L, P) | Plasticidad<br>Modificada | CORTE<br>DIRECTO | Humedad<br>Natural | Saturación<br>Total | Consist.<br>Súper | Consist.<br>Clasific. |
|  |             | Plat (m)                            | Plat (m)                    | Plat (m)                  | Plat (m)         | Plat (m)           | Plat (m)            | Plat (m)          | Plat (m)              |
| BARRIO DE LOS<br>MILAGROS<br>TAMBOGRANDE | C-1         | 0.00-3.00                           | 0.00-3.00                   | -                         | -                | 0.00-2.00          | 0.00-3.00           | 0.00-1.00         | 0.00-3.00             |
|  | C-2         | 0.00-2.00                           | 0.00-2.00                   | 0.00-2.00                 | 0.00-2.00        | 0.00-2.00          | 0.00-2.00           | 0.00-2.00         | 0.00-2.00             |
|  |             | 2.00-3.00                           | 2.00-3.00                   |                           |                  | 2.00-3.00          | -                   | -                 | -                     |
|  | C-3         | 0.00-1.50                           | 0.00-1.50                   | -                         | -                | 0.00-1.50          | 0.00-1.50           | 0.00-1.50         | 0.00-1.50             |
| C-4                                      | 0.00-1.50   | 0.00-1.50                           | 0.00-1.50                   | -                         | 0.00-1.50        | 0.00-1.50          |                     | -                 |                       |
| TOTAL                                    | 3           | 5                                   | 5                           | 2                         | 4                | 3                  | 3                   | 3                 |                       |

## 2.1 CONDICIONES GEOLOGICAS DE LA ZONA

### 2.2 Geomorfología

La zona de estudio se ubica en la superficie plana formada por depósitos cuaternarios. La superficie se caracteriza con relieve prácticamente plano y con variación de cotas de nivel de 150 m.s.n.m.

### 2.3 Geología

La conformación litológica regional está definida por tres tipos de formaciones geológicas de diferentes edades, para la cual describiremos del más antiguo al más reciente.

La zona de estudio se encuentra comprendida dentro del cuadrángulo 10-C Las Lomas del Boletín N° 39 Serie A de la Carta Geológica Nacional del INGEMMET.

#### ESTRATIGRAFÍA REGIONAL

##### 22.1. MESOZOICO - CRETÁCEO MEDIO

###### Volcánico Lancones (Km-vi)

Es una gran acumulación volcánico-sedimentaria. Desde el punto de vista litológico, el Volcánico Lancones presenta dos facies predominantes: una Oriental, principalmente volcánica y otra Occidental, volcanodástica.

INFORME - 1-80-20232

JR HUANCAYELICA N° 371 CHULUCANAS - PIURA  
CEL. 946946100 RPA. 4002819027  
RUC: 10411400511



Jose Carlos Rivas Saa Vedra  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CP 120195

JOSE CARLO SRIVAS SAA VEDRA - INGENIERO GEOLOGO - CIP: 120191

La Facies Oriental consiste de brechas proclásticas andesíticas, masivas, cuyos litoclastos tienen dimensiones considerables, la estratificación está raramente definida.

La Facies Occidental, está constituido por bancos competentes de andesitas proclásticas de color gris verdosas a gris violáceas en una matriz microbrechosa pero cementada con calcita; se intercalan capas sedimentarias. Hacia las partes intermedias los niveles proclásticos son más finos y hasta tobáceos.

### 2.1.2 2- CENOZOICO -TERCIARIO INFERIOR.

#### Formación San Luis (Ti-y).

Es una secuencia de conglomerados continentales. La litología está dada por una secuencia de conglomerados diagenizados intercalados con areniscas tobáceas, los guijarros consisten en su mayoría de cuarcitas.

### 2.1.3 -CUATERNARIO RECIENTE.

#### Depósitos Fluviales (Qr-f).

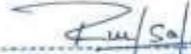
Son los depósitos acumulados en el fondo de los grandes cursos fluviales, están constituidos por conglomerados inconsolidados, arenas sueltas y materiales limo-arcillosos, estos depósitos tienen mayor amplitud en los tramos de valle y llanura.

#### Depósitos Aluviales (Qr-a).

Se encuentran al pie de las estribaciones de la Cordillera Occidental y en los flancos de los grandes cursos fluviales, en algunos sectores están parcialmente cubiertos por depósitos eólicos, algunas veces conformando llanuras aluviales.

Los materiales depositados son conglomerados y fanglomerados polimictos, poco consolidados, con una matriz areniscosa ó limo arcilloso, cuyas composiciones varían de acuerdo a los terrenos de donde provienen.

#### Depósitos Eólicos (Qr-e).



José Carlos Srivas Saa Vedra  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CIP 120191

---

JOSE CARLOS RIVASSAAVEDRA - INGENIERO GEOLOGO - CP: 120195

---

Los mantos de arena eólica se han depositado en gran volumen debido a la superposición de dunas que se encuentran estabilizadas por la vegetación, se observa que éstos depósitos han sufrido erosión fluvial, de sistema dendrítico, más al Norte, estos materiales están inconsolidados por lo que las dunas están en constante movimiento.

El movimiento de los mantos de arena de Sur a Norte y de Suroeste a Noroeste, ha originado la desviación del cauce del río Piura hacia el Norte.

La zona de estudio se ubica en la superficie de amplia terraza fluvial de inundación formada por depósitos cuaternarios.

La superficie se caracteriza con releve prácticamente plano a ondulado, con un pendiente general hacia la línea de mar y con variación de cotas de nivel de 150m s.n.m.

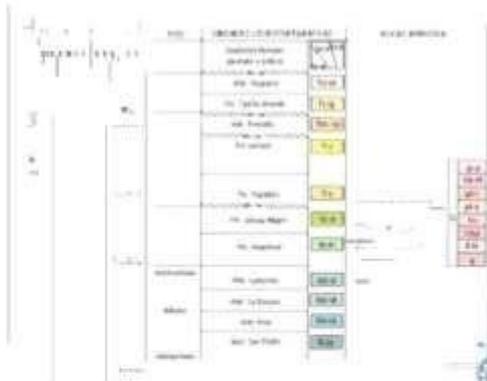
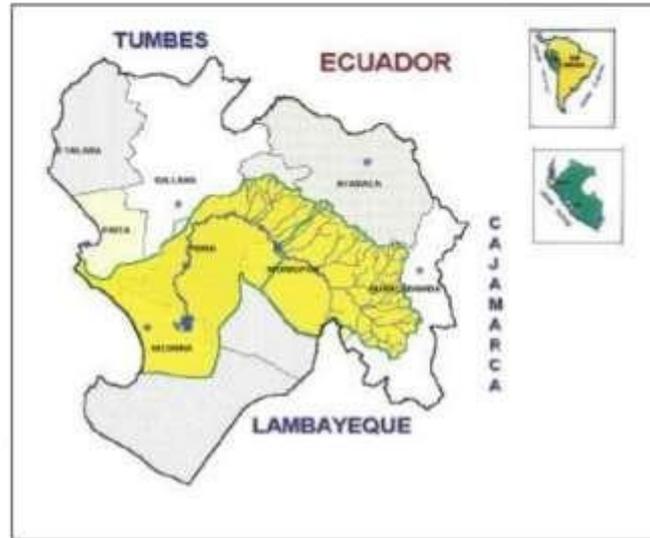
A lo largo del trazo se presentan dos elementos geomorfológicos:

Terrazas de inundación, que se caracteriza como una superficie relativamente plana a ondulada, formada por depósitos aluviales arenosos. Este elemento se presenta a todo lo largo del eje del río Piura, abarcando toda la zona de estudio.



JOSE CARLOS RIVASSAAVEDRA  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CP: 120195

JOSE CARLOS RIVAS S/AVEDRA - INGENIERO GEOLOGO - O.P. 120185



*Rivas*  
JOSE CARLOS RIVAS S/AVEDRA  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. O.P. 120185

Geología

JOSE CARLOS RIVAS SAAVEDRA - INGENIERO GEOLOGO - C.P. 120191

#### 2.4 Procesos Geodinámicas

Entre 1982-1983 y 1998-1999 y en otros años de períodos lluviosos, la cuenca del río Piura fue afectada por intensas precipitaciones pluviales generadas por el fenómeno "El Niño", uno de los eventos climatológicos más intensos que han afectado al territorio peruano en el presente siglo, causando destrucción y muerte, afectando la economía del país, cuyo producto interno descendió hasta -13%. El departamento de Piura donde se ubica la zona de estudio, fue la más afectada por la presencia del fenómeno debido a su cercanía a la línea ecuatorial.

La presencia de fenómenos de geodinámica externa se acentúa en los meses de Enero a Abril, coincidiendo con las mayores precipitaciones pluviales, que se traducen en el aumento de las descargas del río Piura y sus principales tributarios, durante estos meses se produce gran arrastre de sedimentos de la parte alta a la baja tanto del valle principal como de sus tributarios, generando fenómenos de colmatación de sedimentos, erosión de riberas, socavamiento, desbordes e inundaciones que afectan a centros poblados, obras de infraestructura de riego (regulación y captación), vial, terrenos de cultivo, que se han emplazado sobre planicies o terrazas antiguas de inundación del río, los que se incrementan en la parte baja del valle del río Piura debido a la topografía y variaciones de la altitud, estos fenómenos se incrementan con la presencia del FEN.

#### 2.4 Sismicidad

Según Norma E030 Diseño Sismoresistente la zona se ubica en la Zona 4, que se caracteriza con factor Z - aceleración máxima para período de retorno 50 años con probabilidad 10%, igual a 0.45g.

  
José Carlos Rivas Saavedra  
INGENIERO GEOLOGO  
C.P. 120191



### 3.0. CONDICIONES GEOTECNICAS

El área de estudio, se ubica en el CP Señor de los Milagros, distrito de Tamboghán, que desde el punto de vista geomorfológico se encuentra la margen izquierda del río Piura se observa el desarrollo de terrazas y depósitos fluvio-aluviales, los cuales son aprovechados para la agricultura. Esta superficie se caracteriza con cotas de nivel de orden de 87 msnm. La depresión está conformada por depósitos cuaternarios con denominación de suelos arcillosos, la potencia de los cuales supera los 3.0m.

Las obras principales se ubican en un sector principal:

**Sector 1** : Se ubican en el Área de proyecto;  
Calicata (C-1 y C-4).

La evaluación de las condiciones geotécnicas de obras se presenta de m

José Carlos Barras Valeda  
 INGENIERO GEOLÓGICO  
 OP. 120191

JOSE CARLOS RIVASSA VEDRA - INGENIERO GEOLOGO - OP 120191

### 3.1 Tipos de Suelos y Rocas

La ejecución de las investigaciones geotécnicas ejecutadas en el mes de diciembre del año 2019 por JCRS, ha demostrado que la zona de estudio. La potencia de estos depósitos, según investigaciones realizadas en la zona, es mayor de 3.0 m. Considerando las características: su estado, origen y propiedades físico-mecánicas en el área del proyecto se ha determinado los siguientes tipos de suelos:

#### ... **Calicata C-1** (Área de Proyecto)

En este sector, según las investigaciones realizadas, se presentan los siguientes tipos de suelos:

**0.00m - 3.00m. Suelos Arcillosos.** • Los suelos están constituidos por Arcilla limosa inorgánica de color marrón pálido, compactación suelta, humedad baja a humedad media, plasticidad media. Según la clasificación SUCS corresponde a una CL.

#### ... **Calicata C-2** (Área de Proyecto)

En este sector, según las investigaciones realizadas, se presentan los siguientes tipos de suelos:

**0.00m - 2.00m. Suelos Arcillosos.** • Los suelos están constituidos por Arcilla limosa inorgánica de color pardo, compacta, humedad media, plasticidad media. Según la clasificación SUCS corresponde a una CL.

**2.00m - 3.00m. Suelos Arenosos.** • Los suelos están constituidos por Arena de grano fino de color beige mal graduada con gravilla, compactación suelta, humedad media. Según la clasificación SUCS corresponde a una SP.

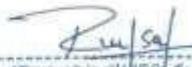
#### ... **Calicata C-3** (Área de Proyecto)

En este sector, según las investigaciones realizadas, se presentan los siguientes tipos de suelos:

**0.00m - 1.50m. Suelos Arcillosos.** • Los suelos están constituidos por Arcilla inorgánica de color pardo compacta, humedad media, plasticidad media. Según la clasificación SUCS corresponde a una CL.

#### ... **Calicata C-4** (Área de Proyecto)

En este sector, según las investigaciones realizadas, se presentan los siguientes tipos de suelos:

  
-----  
INGENIERO GEOLOGO (MUNICIPIO)  
OP. 120191

JOSE CARLOS RIVAS SAAVEDRA - INGENIERO GEOLOGO - CIP 120191

0.00m. - 1.50m. Suelos Arcillosos. • Los suelos están constituidos por Arcilla de color marrón claro, consistencia muy compacta, humedad baja, plasticidad media. Según la clasificación SUCS corresponde a una CL.

Las características Físico-Mecánicas de los suelos se presentan en el Anexo (Ver Perfiles estratigráficos).

### 3.2 Características Geotécnicas de Suelos (Propiedades Físico - Mecánicas)

Las Características Geotécnicas y Propiedades físico - mecánicas de los suelos se han evaluado en base a las investigaciones y ensayos ejecutados en el área y comprenden lo siguiente:

- Descripción de suelos en las exploraciones tipo calicatas
- Ensayos de Mecánica de Suelos en Laboratorio.
- Ensayos de Clasificación (granulometría, Límites de Atterberg y humedad natural),

### 3.3 Parámetros Geotécnicos

Considerando lo indicado en ítem anterior y el análisis de información obtenida de los suelos mediante el ensayo de corte directo, en forma preliminar se presentan los siguientes parámetros geotécnicos:

| TIPO DE SUELO | SUCS  | PARÁMETROS GEOTÉCNICOS                |                                    |                              |
|---------------|-------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
|               |       | Densidad $\gamma$ (T/m <sup>3</sup> ) | Ángulo Fricción Interno $\phi$ (°) | Cohesión (T/m <sup>2</sup> ) |
| ARCILLA MOYA  | CL ML | 1.76                                  | 20                                 | 0.15                         |

### 3.4 Condiciones Geotécnicas

- En las excavaciones de la zona de estudio muestran que los materiales de subsuelo corresponden de acuerdo a la descripción de calicatas, análisis granulométricos y límites de Atterberg se han determinado y clasificado los siguientes tipos:

JOSE CARLOS RIVAS SAA VELAZA - INGENIERO GEOLOGO - CIP: 129191

- Arcillas (CL).
- > Arenas (SP)

- Los suelos hasta la profundidad de 3.00 m. presentan los siguientes resultados o valores de propiedades geomecánicas:

Análisis granulométrico por tamizado: Este ensayo realizado utilizando mallas de acuerdo a las normas ASTM, mediante lavado o en seco permite identificar el tipo de suelo, que conjuntamente con el ensayo de plasticidad se obtiene los límites de Atterberg que permite la clasificación de los suelos; habiéndose establecido los tipos (CL, SP).

Límite de Consistencia AASHO -89 -60. Con las fracciones que pasan el tamiz N° 40, se realizaron ensayos de límites de consistencia de las muestras, dando los siguientes resultados:

| CALICATA | PROFUND.<br>(mts) | MUESTRA |                   | LÍMITES DE ATTERBERG |      |      |
|----------|-------------------|---------|-------------------|----------------------|------|------|
|          |                   | Código  | Profund.<br>(mts) | LL                   | PL   | PI   |
| C-1      | 30                | M - 1   | 0,00 - 3,00       | 36,0                 | 19,0 | 17,0 |
| C-2      | 3,0               | M - 1   | 0,00 - 2,00       | 44,0                 | 20,0 | 24,0 |
|          |                   | M - 2   | 2,00 - 3,00       | 0,0                  | 0,0  | NP   |
| C-3      | 15                | M - 1   | 0,00 - 1,50       | 34,0                 | 20,0 | 14,0 |
| C-4      | 15                | M - 2   | 0,00 - 1,50       | 40,0                 | 21,0 | 19,0 |

Densidad Máxima y Humedad Óptima: Estas propiedades de los suelos naturales se han obtenido mediante el método de Compactación Proctor Modificado y los resultados muestran valores diferentes en función a la naturaleza homogénea del suelo.



Jose Carlos Rivas Saa Velaza  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CIP 129191

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE  
TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y REGIÓN PIURA.

JOSE CARLOS RIVAS SAA VEDRA - INGENIERO GEOLOGO - OP: 120191

| CALICATA | PROFUND.<br>(mts) | MUESTRA |                   | PROCTOR<br>MODIFICADO        |            |
|----------|-------------------|---------|-------------------|------------------------------|------------|
|          |                   | Código  | Profund.<br>(mts) | MDS<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | DCH<br>(%) |
| C-1      | 3.0               | M-1     | 0.00-3.00         | -                            | -          |
| C-2      | 3.0               | M-1     | 0.00-2.00         | 1829                         | 10.45      |
|          |                   | M-2     | 2.00-3.00         | -                            | -          |
| C-3      | 1.5               | M-1     | 0.00-1.50         | -                            | -          |
| C-4      | 1.5               | M-2     | 0.00-1.50         | 1.845                        | 9.80       |

Las muestras alteradas a la profundidad de exploración, contenido de cloruros (410 ppm), sales solubles (290 ppm), sulfatos (200 ppm), lo que nos indican que los suelos son de Moderada agresividad al concreto se debe utilizar para el diseño del mismo, cemento portland tipo MS.

| Exposición a Sulfatos | Sulfato soluble en agua presente en el suelo (% en peso) | Sulfato en el agua (ppm) | Tipo de Cemento                               |
|-----------------------|--|--------------------------|---|
| Insignificante        | 0.00 - 0.10  | 0 - 150                  | I   |
| Moderada              | 0.10 - 0.20  | 150 - 1,500              | II, P(MS), S(MS), P(MS), (PM), (MS), (SM)(MS) |
| Severa                | 0.20 - 2.00  | 1,500 - 10,000           | V   |
| Muy Severa            | más de 2.00  | más de 10,000            | Tipo V más puzolana                           |

Contenido de Humedad Natural: De acuerdo a los ensayos realizados, se han podido establecer rangos de humedad natural que varían hasta 12.1%.

### 3.5 Cálculo de carga y capacidad admisible.

Por el tipo de material aplicaremos las fórmulas de Capacidad de Carga dadas por el Dr. Karl Terzaghi de su teoría de rotura por corte general que está dada por la fórmula.  
Se realizará los cálculos de la capacidad admisible del terreno para una cimentación superficial.  
Para las calicatas se obtuvo la siguiente capacidad admisible:

Parámetros e Hipótesis de Cálculo. -

Tipo de cimentación:

INFORME- 140-2022

JR HUANCABLANCA 3710 HUANUCAS - PIURA  
CEL. 94846100 - RPM. +5198249327  
RUC: 1011428071

JOSE CARLOS RIVAS SAAVEDRA - INGENIERO GEOLOGO - CP<sup>1</sup> 120191

De acuerdo a los trabajos de campo, los ensayos de laboratorio, la descripción de los perfiles estratigráficos, las características del proyecto y al análisis efectuado; se puede concluir que el tipo de cimentación superficial es la más adecuada.

**Análisis de Capacidad Admisible:**

Por el tipo de material aplicaremos las fórmulas de Capacidad de Carga dadas por el Dr. Karl Terzaghi de su teoría de rotura por corte general que está dada por la fórmula.

(a) Para Cimientos Corridos:

$$q_d = \{ \gamma D_f \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_c \}$$

(b) Para Zapatas Cuadradas o Rectangulares:

$$q_d = \{ \gamma D_f \times N_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N_c \}$$

$$q_{adm} = \frac{q_d}{FS}$$

(a) Donde:

- (a)  $q_d$  = Capacidad de Carga a la Rotura ( $\text{kg/cm}^2$ ).
- (b)  $q_{adm}$  = Capacidad Admisible del suelo ( $\text{kg/cm}^2$ ).
- (c)  $\gamma$  = Peso Unitario del suelo.
- (d)  $D_f$  = Profundidad de Desplazamiento de la Estructura (m).
- (e)  $B$  = Ancho del Cimiento (m).
- (f)  $N_q$  = Factor unidimensional de capacidad de carga dependiente del ancho y del ángulo de empuje pasivo función del ángulo de fricción interna (1), considera la influencia del peso del suelo.
- (g)  $N_c$  = Factor adimensional de capacidad de carga debido a la presión de la sobrecarga (densidad de enterramiento). Función del ángulo de fricción interna. La sobrecarga se halla representada por el peso por unidad de área y "Df" del suelo que rodea la zapata.
- (h)  $FS$  = Factor de seguridad (4) que toma en consideración lo siguiente:
  - (1) Variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.
  - (2) Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo.
  - (3) Disminuciones locales menores que se producen en la capacidad de carga de los suelos colapsables, durante o después de la construcción.
  - (4) Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fallar el suelo cuando éste, está próximo a la carga crítica a la rotura por corte.
- (i) Por lo expuesto adoptaremos  $FS$  igual a 3 valor establecido para estructuras permanentes.



Jose Carlos Rivas Saavedra  
Ingeniero Geólogo  
C.P. 120191

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO  
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS  
 MILAGROS, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y REGIÓN PIURA

JOSE CARLOS RIVAS SAA VEDRA INGENIERO GEOLOGO - C.J.P. 120191

De acuerdo a los niveles establecidos, los valores de la Capacidad de Carga y capacidad Admisible o presión de Diseño (Pt) de los suelos, varía de la forma siguiente:

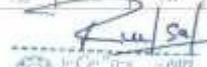
| CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR CILINDRO GENERAL<br>$Q_{adm} = \frac{1}{FS} (q + c) + \frac{1}{FS} \sum \gamma_i z_i$   |       |                     |                    |           |                              | CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR CILINDRO GENERAL<br>$Q_{adm} = \frac{1}{FS} (q + c) + \frac{1}{FS} \sum \gamma_i z_i$   |                     |             |                    |  |  |
|--|-------|---------------------|--------------------|-----------|------------------------------|--|---------------------|-------------|--------------------|--|--|
| PROYECTO<br>OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ASESORÍA TÉCNICA EN LOS<br>CENTROS POBLADOS LA OROSCOA Y SANTAROSA DE TRYAC, ZONA DE CUENCA DEL<br>DISTRITO DE TAMBOGRANDE - PERÚ, PIURA |       |                     |                    |           |                              | PROYECTO<br>MEJORAMIENTO Y ASISTENCIA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ASESORÍA<br>TÉCNICA EN LA CANTONAL SAN ANTONIO DE BELLUCAN AL PROYECTO DE<br>HERBOLERA - PERÚ,<br>CAJACATAM |                     |             |                    |  |  |
| PARÁMETROS DE SUELO  |       |                     | $q_u$              | $q_{adm}$ | PARÁMETROS DE SUELO          |  |                     | $q_u$       | $q_{adm}$          |  |  |
| $q_u$ (t/m <sup>2</sup> )  | 2000  | 0.475               | 800                | 250       | $q_u$ (t/m <sup>2</sup> )    | 2000   | 0.475               | 800         | 250                |  |  |
| $c$ (t/m <sup>2</sup> )  | 0.015 | CONDIC. CIMENTACIÓN | Super              | 0.44      | $c$ (t/m <sup>2</sup> )      | 0.015  | CONDIC. CIMENTACIÓN | Super       | 0.44               |  |  |
| $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )   | 1.975 | 19.75               | 0.011              | 0.09      | $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> ) | 1.975  | 19.75               | 0.011       | 0.09               |  |  |
| $z$ (metros)   | 0.775 | 40                  | 0.75               | 90        | $z$ (metros)                 | 0.775  | 40                  | 0.75        | 90                 |  |  |
| FACTORES CAPACIDAD CARGA   |       |                     | FACTORES SEGURIDAD |           |                              | FACTORES CAPACIDAD CARGA   |                     |             | FACTORES SEGURIDAD |  |  |
| $F_s$  | $F_d$ | $F_r$               | $F_{s,adm}$        | 2.50      | $F_s$                        | $F_d$  | $F_r$               | $F_{s,adm}$ | 2.50               |  |  |
| 2.225  | 1.48  | 17.54               | 0.075              | 0.03      | 2.225                        | 1.48   | 17.54               | 0.075       | 0.03               |  |  |

| CONDICIÓN ESTÁTICA |      |      |      |      |      | CONDICIÓN ESTÁTICA |      |      |      |      |      |
|--------------------|------|------|------|------|------|--------------------|------|------|------|------|------|
| D(m)               | B(m) |      |      |      |      | D(m)               | B(m) |      |      |      |      |
|                    | 0.60 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 |                    | 0.60 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 |
| 0.30               | 0.43 | 0.51 | 0.56 | 0.62 | 0.66 | 0.42               | 0.44 | 0.44 | 0.47 | 0.50 | 0.54 |
| 1.00               | 0.93 | 0.96 | 0.99 | 1.01 | 1.03 | 0.70               | 0.66 | 0.65 | 0.64 | 0.75 | 0.82 |
| 1.50               | 1.20 | 1.25 | 1.26 | 1.27 | 1.43 | 1.00               | 0.83 | 0.85 | 0.88 | 0.96 | 1.07 |
| 2.00               | 1.57 | 1.63 | 1.64 | 1.74 | 1.80 | 1.50               | 0.70 | 0.73 | 0.76 | 0.83 | 1.02 |
| 3.00               | 2.32 | 2.37 | 2.37 | 2.46 | 2.61 | 2.00               | 0.87 | 0.86 | 0.87 | 1.20 | 1.40 |

| CONDICIÓN SÍSMICA |      |      |      |      |      | CONDICIÓN SÍSMICA |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|------|------|
| D(m)              | B(m) |      |      |      |      | D(m)              | B(m) |      |      |      |      |
|                   | 0.60 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 |                   | 0.60 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 |
| 0.30              | 0.57 | 0.63 | 0.67 | 0.70 | 0.72 | 0.48              | 0.50 | 0.51 | 0.54 | 0.57 | 0.61 |
| 1.00              | 0.68 | 0.73 | 0.75 | 0.80 | 0.86 | 0.70              | 0.50 | 0.52 | 0.53 | 0.60 | 0.66 |
| 1.50              | 0.80 | 0.84 | 0.85 | 0.89 | 1.00 | 0.80              | 0.60 | 0.61 | 0.62 | 0.68 | 0.77 |
| 2.00              | 1.10 | 1.16 | 1.16 | 1.18 | 1.30 | 1.20              | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 1.12 | 1.30 |
| 3.00              | 1.63 | 1.66 | 1.67 | 1.67 | 1.77 | 1.60              | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 1.04 | 1.30 |

  
 J. Carlos Rivás Saa Vedra  
 Inge. Geólogo - C.J.P. 120191  
 Oficina: 04646100  
 Cel: 94646100 / 94646100 / 94646100  
 RUC: 10411438831

INFORME - 140-2022

JR. HERRERA BELLA Nº 571 CHAUHANAY, PIURA  
 CEL. 94646100 / 94646100 / 94646100  
 RUC: 10411438831

JOSE CARLOS RIVAS SAA VEDRA - INGENIERO GEOLOGO - CIP: 120191

### 3.6 Cálculo de asentamientos.

En los análisis de cimentación, se distinguen dos clases de asentamientos, asentamientos totales y diferenciales, de los cuales, estos últimos son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura. La presión admisible de los suelos granulares (para nuestro caso, las arenas finas pobremente graduadas), generalmente depende de los asentamientos. La presión admisible por asentamiento, es aquella que, al ser aplicada por una cimentación de tamaño específico, produce un asentamiento tolerable por la estructura. El asentamiento, se ha calculado mediante la teoría elástica que está dado por la fórmula:

$$S = q \cdot B \cdot (1 - \mu^2) \cdot N \cdot \frac{1}{E_s}$$

Donde:

S = Asentamiento (cm)

q = Esfuerzo Neto Transmisible (Kg/cm<sup>2</sup>)

B = Ancho del área cargada (cm)

μ = Relación de Poisson

E<sub>s</sub> = Módulo de Elasticidad del suelo (Kg/cm<sup>2</sup>)

N = Valor de influencia que depende de la relación largo a ancho (LB) del área cargada.

Tabla 3. ASENTAMIENTO

| Elemento<br>Bomba | CODIGO DE<br>ZAFATA | Or.<br>e1 | γ<br>(T/m <sup>3</sup> ) | B<br>(cm) | B'<br>(cm) | q<br>(T/m <sup>2</sup> ) | E <sub>s</sub><br>(T/m <sup>2</sup> ) | μ   | N<br>(cm) | S <sub>adm</sub><br>(cm) |
|-------------------|---------------------|-----------|--------------------------|-----------|------------|--------------------------|---------------------------------------|-----|-----------|--------------------------|
| ARCELA<br>(SL)    | C.02                | 0.3       | 1.573                    | 1.00      | 8.03       | 7.86                     | 1.000                                 | 0.2 | 0.33      | 1.90                     |
|                   |                     | 1.0       | 1.573                    | 1.00      | 12.36      | 10.79                    | 1.000                                 | 0.2 | 0.45      | 2.50                     |
|                   |                     | 1.5       | 1.573                    | 1.00      | 16.10      | 13.74                    | 1.000                                 | 0.2 | 0.57      | 2.50                     |
|                   |                     | 2.0       | 1.573                    | 1.00      | 19.57      | 16.68                    | 1.000                                 | 0.2 | 0.69      | 2.50                     |
|                   |                     | 3.0       | 1.573                    | 1.00      | 27.30      | 22.50                    | 1.000                                 | 0.2 | 0.94      | 2.50                     |

Por tanto, los asentamientos máximos en esta zona son inferior al asentamiento permisible según la Norma E.050; razón por la que concluimos que no se presentarán problemas por asentamientos.

### 3.7 Nivel Freático

Las investigaciones realizadas en el área de proyecto hasta profundidad explorada no encontraron aguas subterráneas, por lo que se considera que el nivel freático en el área del proyecto, el nivel freático se ubica a mayor profundidad que la mencionada.

1 JOSE CARLOS RIVAS SAAVEDRA - INGENIERO GEÓLOGO - C/P: 120191 1

### 3.8 Análisis de Licuación de Suelos

En toda área, es poco probable que se presente problemas de potencial de licuación de arenas; la licuación se produce cuando determinados tipos de suelos afectados por terremotos desarrollan elevadas presiones intersticiales de forma rápida dando lugar a la pérdida de resistencia, los suelos susceptibles a licuación deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Compacidad de arenas  $N < 10$  golpes para profundidades  $< 10.0\text{m}$
- Nivel freático alto condiciones para que esto, o grado de saturación 100%
- Diámetro medio 050 entre 0.05 y 1.0 mm
- Contenido de finos  $> 10\%$

Para nuestro caso, no hay presencia de agua subterránea y el suelo no corresponde a arenas, razón por la cual es muy remota la probabilidad que se produzca la licuación de suelos en la profundidad investigada.

  
José Carlos Rivas Saavedra  
INGENIERO GEÓLOGO  
Reg. CIP 120191

### CONCLUSIONES

1. La zona de estudio donde se realizará el Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable en el CP Señor de los Milagros, en el Distrito de Morropón, Provincia de Morropón, está ubicado en el Departamento de Piura.
2. Los suelos de fundación están representados por:  
Arcillas (CL)  
Arenas (SP).
3. Del Ensayo de corte directo obtenemos que el ángulo de fricción interna de los suelos es de  $26^\circ$ , la Cohesión es  $0.015 \text{ Kg/m}^2$  y la densidad  $1,575 \text{ Gr/Cm}^3$ .
4. Los parámetros del suelo para diseño sísmico resistente, en la zona de estudio corresponden a un suelo Tipo S 3, correspondiéndole un factor de amplificación del suelo  $S = 1.2$  y periodo predominante de vibración de  $T_p = 1.0 \text{ seg}$ .

| FACTORES                          | VALORES                 |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Parámetros de zona                | zona 4                  |
| Factor de zona                    | $Z(g) = 0.45$           |
| Suelo Tipo                        | S - 3                   |
| Amplificación del suelo           | $S = 1.2$               |
| Periodo predominante de vibración | $T_p = 1.0 \text{ seg}$ |
| Sísmico                           | $e = 2.50$              |
| Uso                               | $U = 1.50$              |



Jose Carlos Rivas SIA Vedra  
Ingeniero Geologo  
O.P. 120191

## Anexo 6: Panel fotográfico

Imagen 8: Toma de prueba del agua.



*Fuente: Elaboración propia (2023)*

Imagen 9: Coordinaciones con las autoridades de la comunidad.



*Fuente: Elaboración propia (2023)*

Imagen 10: Levantamiento topográfico



*Fuente: Elaboración propia (2023)*

Imagen 11: Levantamiento topográfico



*Fuente: Elaboración propia (2023)*

Imagen 12: Gestión con las autoridades de la comunidad de Señor de los Milagros



*Fuente: Elaboración propia (2023)*

## Anexo 7: Resultado de análisis Físico- químico y microbiológico del agua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA



### INFORME DE ANÁLISIS N° 232 CP F.A.M.P. U.N.P.

**MUESTRA** : AGUA DE CAPTACIÓN  
**PROCEDENCIA** : AGUA DE CAPTACIÓN LA GALLEGA  
**DENOMINACIÓN** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE TAMBÓGRANDE, PROVINCIA DE PIURA, REGIÓN PIURA, DICIEMBRE 2022  
**SOLICITANTE** : BACH. GIANMARCO ANTONIO ZETA SANTOS  
**FECHA DE MUESTREO** : 18 DE ENERO DE 2023  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 24 DE ENERO DE 2023

### RESULTADOS

| DETERMINACION                                      |        |
|--|--------|
| DUREZA TOTAL (CaCO <sub>3</sub> )(ppm)             | 80.00  |
| Calcio (Ca <sup>++</sup> )(ppm)                    | 20.00  |
| Magnesio(Mg <sup>++</sup> )(ppm)                   | 0.20   |
| Cloruros(Cl <sup>-</sup> )(ppm)                    | 35.45  |
| Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )(ppm)     | 53.20  |
| Carbonatados (CO <sub>3</sub> <sup>++</sup> )(ppm) | 0.00   |
| Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )(ppm) | 73.20  |
| Nitritos (NO <sub>2</sub> )(ppm)                   | 0.00   |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> )(ppm)                   | 0.00   |
| Sodio (Na <sup>+</sup> )(ppm)                      | 14.50  |
| Potasio (K <sup>+</sup> )(ppm)                     | 4.65   |
| Conductividad (mSemens/cm)                         | 0.17   |
| Sólidos totales disueltos                          | 115.50 |
| pH   | 6.57   |

**CONCLUSIONES:** El estudio realizado de las 10 muestras extraídas da como resultado que el número de microorganismos aerobios viales en la mayoría de muestra es menor a los límites permisibles (500 UFC/lm). Indicándonos que es apto para el consumo humano. A fin de conservar las aguas se recomienda proteger con obras de ingeniería adecuada en su origen y distribución

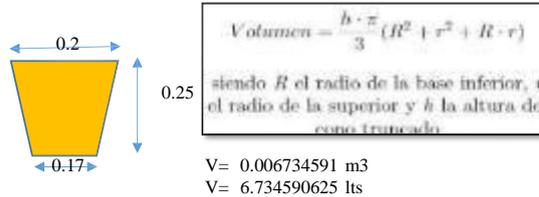
PIURA 24 DE ENERO DE 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
  
 Ing. Patricia Ruiz Fernández  
 PRESIDENTE  
 CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS S.A.S.  


## Anexo 8: Cálculos

1) Cálculo del caudal de la ladera y Población, datos obtenidos del INEI y encuesta realizado en campo, donde se obtiene la densidad de población de 4 hab/viv.

DATOS DE CAMPO PARA EL CALCULO DEL CAUDAL DEL MANANTIAL



SEGÚN AFORO

| Nº       | Tiempo sg | volumen lts | Q lts/sg |
|----------|-----------|-------------|----------|
| 1        | 7.5       | 7           | 0.9333   |
| 2        | 7.6       | 7           | 0.9211   |
| 3        | 7.5       | 7           | 0.9333   |
| 4        | 7.4       | 7           | 0.9459   |
| 5        | 7.3       | 7           | 0.9589   |
| Promedio | 7.46      | 7           | 0.9383   |

CAUDAL DE LA CAPACCIÓN Q= 1.00 Lt/sg

| DESCRIPCION                                       | CANTIDAD DE CONEXIONES | TIPO DE CC.DD. | DENSIDAD DE POBLACIÓN (NV/Km2) | POBLACIÓN |
|---|------------------------|----------------|--------------------------------|-----------|
| <b>VIVIENDAS DOMESTICAS</b>                       |                        |                |                                |           |
| VIVIENDA DOMESTICA NO CONCENTRADA                 | 44                     | UBS TIPO 1     | 4                              | 173       |
|   |                        | REDES 1        |                                | 0         |
| <b>INSTITUCIONES EDUCATIVAS</b>                   |                        |                |                                |           |
| 1421 Institución Inicial Escolarizado             | 1                      | REDES 1        |                                |           |
| 14142 Institución Educativa Primaria Escolarizado |                        |                |                                |           |
| Wawa huasi  |                        |                |                                |           |
| <b>INSTITUCIONES SOCIALES</b>                     |                        |                |                                |           |
| LOCAL COMUNAL                                     | 1                      | REDES 1        |                                |           |
| <b>TOTAL DE VIVIENDAS</b>                         | 42                     |                |                                |           |
| <b>TOTAL DE INSTITUCIONES SOCIALES</b>            | 0                      |                |                                |           |
| <b>TOTAL DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS</b>          | 1                      |                |                                |           |
| <b>TOTAL DE CC.DD. DE AGUA POTABLE</b>            | 43                     |                |                                |           |
| <b>TOTAL DE UBS</b>                               | 43                     |                |                                |           |

CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2007

PRESENTACIÓN

FRECUENCIA

- PREGUNTAS DE VIVIENDA
- PREGUNTAS DE HOGAR
- PREGUNTAS DE POBLACIÓN
- PROMEDIOS
- MEDIANAS

CRUCE DE PREGUNTAS

LISTA DE PREGUNTAS

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

## Preguntas de Población

P: Tipo de área

| AREA # 200114     | Dpto. Piura | Prov. Piura | Dist. Tambo Grande |               |               |                    |
|-------------------|-------------|-------------|--------------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Categorías</b> |             |             |                    | <b>Casos</b>  | <b>%</b>      | <b>Acumulado %</b> |
| Urbano            |             |             |                    | 35,143        | 36.44         | 36.44              |
| Rural             |             |             |                    | 61,306        | 63.56         | 100.00             |
| <b>Total</b>      |             |             |                    | <b>96,451</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b>      |

## CENSOS NACIONALES 2017: XII DE POBLACIÓN, VII DE VIVIENDA Y III DE COMUNIDADES INDÍGENAS

### Sistema de Consulta de Base de Datos

AREA # 200114

Piura, Piura, distrito: Tambo Grande

P: Área concepto encuesta

|                 | Casos          | %              |
|-----------------|----------------|----------------|
| Urbano encuesta | 43 979         | 40,91%         |
| Rural encuesta  | 63 516         | 59,09%         |
| <b>Total</b>    | <b>107 495</b> | <b>100,00%</b> |

## 2) Periodo de diseño se calcula para un tiempo de 20 años, se utilizará el método aritmético para calcular el consumo promedio.

### NUMERO DE VIVIENDAS

viviendas dentro del proyecto

44 viv.

### DENSIDAD DE POBLACION

4.12 hab/viv.

### POBLACION ACTUAL (Pa)

$$Pa = N^{\circ} viv. * Dp$$

Pact. = 173 hab

173

$$Pa = N^{\circ} viv. * Dp$$

Pa = 0 hab

### COEFICIENTE DE CRECIMIENTO (r)

El coeficiente de crecimiento se ha calculado por el método geométrico, tomando Datos del INEI - Censo 2007 y 2017

$$r = \left( \frac{N_r}{N_b} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

#### DISTRITO TAMBOGRANDE

Po = 96,451 hab 2007  
Pf = 107,495 hab 2017

#### ZONA URBANA

35,145 hab 2007  
43,979 hab 2017

r = 1.09% Distrito de Tambogrande Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2007 y 2017) r  
= 2.27% Distrito de Tambogrande Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2007 y 2017) r  
= 0.35% Distrito de Tambogrande Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2007 y 2017)

r = 1.09% RM. 192 - 2018 - VIVIENDA

### POBLACION FUTURA (Pf)

El calculo de la poblacion futura se ha hecho por el método aritmético, con la siguiente fórmula

$$Pf = Pa * (1 + r * Pd / 100)$$

Pf = 211 hab

UBS C/AH 211

$$Pf = Pa * (1 + r * Pd)$$

Pf = 0 hab

REDES/ SIST. ALCANT.

### DOTACION (d)

Según RM. 192 - 2018 - VIVIENDA\_NTD (Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural)

Tabla 1. Dotación de agua según opciones de saneamiento

| REGIÓN | SIN ARRASTRE HIDRAÚLICO | CON ARRASTRE HIDRAÚLICO | CON REDES |
|--------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| Costa  | 60 l/h/d                | 90 l/h/d                | 110 l/h/d |
| Sierra | 50 l/h/d                | 80 l/h/d                | 100 l/h/d |
| Selva  | 70 l/h/d                | 100 l/h/d               | 120 l/h/d |

### CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (Qp)

$$Qp = \left( \frac{Pf * d}{86,400 \text{ s/dia}} \right)$$

Qprom. = 0.220 l/s



CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 2

#### FRECUENCIA

- PREGUNTAS DE VIVIENDA
- PREGUNTAS DE HOGAR
- PREGUNTAS DE POBLACION
- PROMEDIOS
- MEDIANAS

#### CRUCE DE PREGUNTAS

#### LISTA DE PREGUNTAS

#### ESTRUCTURA DE LA POBLACION

La cantidad de alumnos por institución se obtendrá según datos del ESCALE - MINEDU

| N°           | Código modular | Nombre | Nivel/ Modalidad     | Gestión/ Dependencia       | Dirección            | Dep./ Provincia/ Distrito | Asistentes (2020) | Alumnos (2020) | Profesores (2020) | Total (2020) | Proy. (20 años) |
|--------------|----------------|--------|----------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------|-----------------|
| 1            | 1715564        | 1421   | Inicial escolarizado | Pública - Sector Educación | Santa Rosa de Curvan | Piura /Piura/Tambogrande  |                   | 16             | 1                 | 17           | 21              |
| <b>TOTAL</b> |                |        |                      |                            |                      |                           | <b>0</b>          | <b>16</b>      | <b>1</b>          | <b>17</b>    | <b>21</b>       |



2022 1431

FICHA DE DATOS

| 1431                  |                            |   |                       |
|-----------------------|----------------------------|---|-----------------------|
| Código modular        | 1715564                    | Dirección                                   | Señor De Los Milagros |
| Anexo                 | 0                          | Localidad                                   | SEÑOR DE LOS MILAGROS |
| Código de local       | 799914                     | Centro Poblado                              | SEÑOR DE LOS MILAGROS |
| Nivel/Modalidad       | Inicial - Jardín           | Área geográfica                             | Rural                 |
| Forma                 | Escolarizado               | Distrito                                    | Yambo Grande          |
| Género                | Mixto                      | Provincia                                   | Piura                 |
| Tipo de Gestión       | Pública de gestión directa | Departamento                                | Piura                 |
| Gestión / Dependencia | Sector Educación           | Código de DRE o UGEL que supervisa el S. E. | 200002                |
| Teléfono              |                            | Característica (Censo Educativo 2022)       | No Aplica             |
| Correo electrónico    |                            | Latitud                                     | -4.910722             |
| Página web            |                            | Longitud                                    | -80.42595             |
| Turno                 | Continuo sólo en la mañana |   |                       |
| Tipo de programa      | No aplica                  |   |                       |
| Estado                | Activo                     |   |                       |



Fuentes de información  
Padrón de Instituciones Educativas, Censo Educativo 2022, Carta Educativa del Ministerio de Educación, Unidad de Estadística y cartografía de OpenStreetMap.

Fórmula para calcular el consumo estudiantil

$$D = \frac{N^{\circ} \cdot Dot}{86400}$$

**D 1= 0.005 l/s** Consumo estudiantil nivel inicial

GASTO PROMEDIO DEL DIA POR UN AÑO

$$Q_{pt} = Q_p + Q(1 + 2)$$

**Q mtotal= 0.225 l/s**

GASTO PROMED. (Qp) (Qproducción lts/sg)

$$Q_p(l/s) = \frac{dotación(l/hab * dia) * población diseño (hab)}{86400}$$

**Qp = 0.225 l/s**

GASTO MÁX. POR DIA (Qmd)

$$Q_{md}(l/s) = 1.3 * Q_p(l/s)$$

**Qmd= 0.293 l/s**

GASTO MÁX. POR HORAS (Qmh)

$$Q_{mh}(l/s) = 2.0 * Q_p(l/s)$$

**Qmh= 0.450 l/s**

## VOLUMEN DEL RESERVORIO

El volumen de almacenamiento será del **25%** de la demanda promedio anual (**Qp**), siempre que el suministro de agua sea continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad será como mínimo del 30% de Qp.

Suministro de Agua Continuo **25%**  
 Suministro de Agua Discontinuo **30%**

$$\text{Vol. Almacenamiento} = \text{Vol. Regulación} \\ = 0.25 * Qp * 86400/1000$$



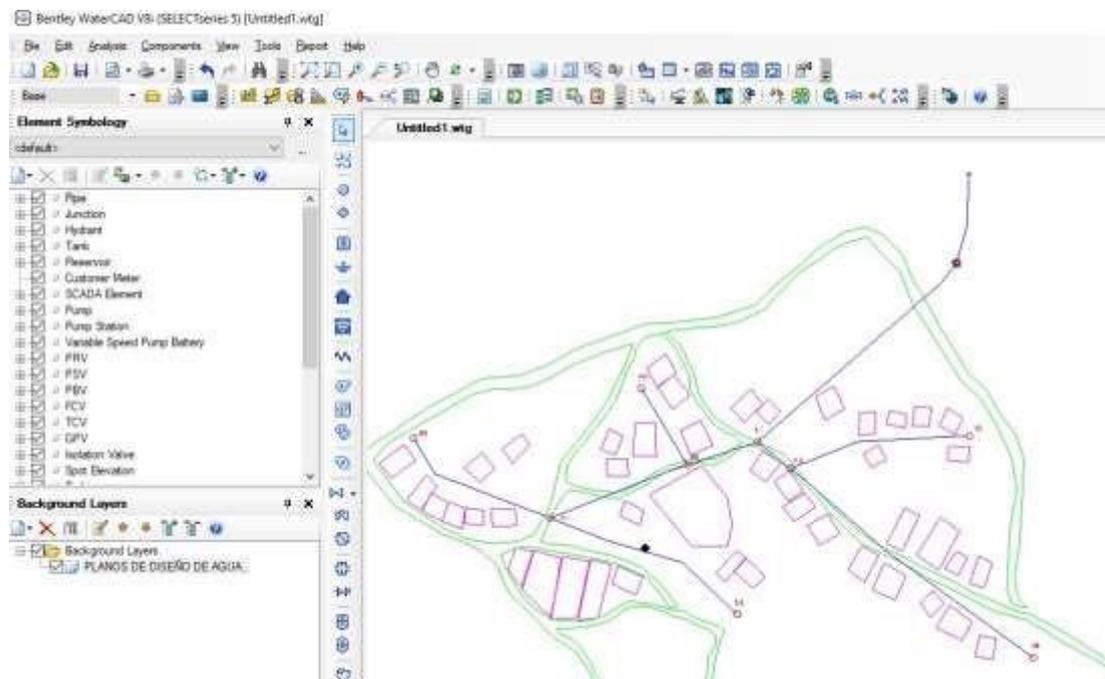
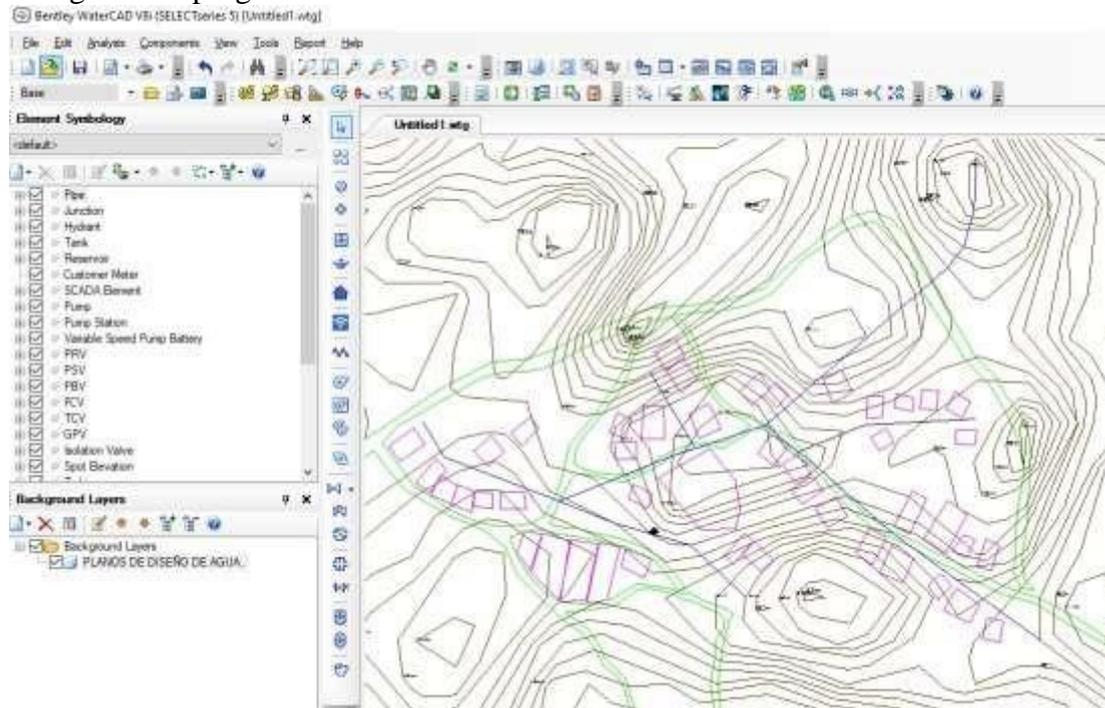
## RESUMEN DE DATOS PARA EL DISEÑO

|  |           |
|--|-----------|
| A.1. POBLACION ACTUAL TOTAL CON UBS-AH           | 173 hab   |
| A.2. POBLACION ACTUAL TOTAL CON REDES DE ALC._S1 | 0 hab B.  |
| TASA DE CRECIMIENTO (%)                          | 1.09% C.  |
| PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)                         | 20 años   |
| D.1. POBLACION FUTURA - UBS C/AH                 | 211 hab   |
| D.2. POBLACION FUTURA - REDES DE ALC._S1         | 0 hab     |
| E.1. DOTACION CON UBS-AH (LT/HAB/DIA)            | 90 l/h/d  |
| E.2. DOTACION CON REDES DE ALC. (LT/HAB/DIA)     | 110 l/h/d |
| F. DEMANDA DE CONSUMO (LT/SEG)                   |           |
| Gasto Promed. (Qm)                               | 0.220 l/s |
| Gasto de Estudiantes (D1 + D2+D3)                | 0.005 l/s |
| Consumo de Ins. Soc. (D4)                        | 0.000 l/s |
| Consumo Total (Qmt)                              | 0.225 l/s |
| G. CAUDAL PROMEDIO (Qp)                          | 0.225 l/s |
| H. GASTOMAX. POR DÍA (Qmd)                       | 0.293 l/s |
| I. CAUDAL DE LAS FUENTES                         |           |

### CAP: MANANTIAL GUINEAL

|  |             |            |                        |
|--|-------------|------------|------------------------|
|  | Según aforo | 14.930 l/s | La fuente abastece     |
| J. CONSUMO MÁXIMO HORARIO (Qmh)                                |             | 0.450 l/s  |                        |
| K. VOLUMEN DEL RESERVORIO                                      |             |            | V. Reservorio Adoptado |
| VOL. ALMACENAMIENTO = VOL. REGULACION = 0.25 * Qp * 86400/1000 |             | 5.00 m3    | → 5.00 m3              |
| Volumen de reservorio existente en buen estado                 |             | 0.00 m3    |                        |
| Volumen a complementar con nuevo reservorio                    |             | 5.00 m3    |                        |
| Volumen requerido para abastecer                               |             | 5.00 m3    | → 5.00 m3              |

3) Cálculo de la velocidad y presión en el sistema de agua potable C.P. Señor de los Milagros. Se ingresan los datos obtenidos como es el caudal del reservorio, ubicación y distribución del sistema de agua, cotas y volumen del reservorio. Todos estos datos se ingresan al programa WATERCAD.



### FlexTable: Junction Table

| ID | Label | Elevation (m) | Zone   | Demand Collection     | Demand (L/s) | Hydraulic Grade (m) | Pressure (m H2O) |
|----|-------|---------------|--------|-----------------------|--------------|---------------------|------------------|
| 33 | J-1   | 73.00         | <None> | <Collection: 1 items> | 0.029        | 84.37               | 11               |
| 34 | J-2   | 73.00         | <None> | <Collection: 1 items> | 0.01         | 84.36               | 11               |
| 35 | J-3   | 70.00         | <None> | <Collection: 1 items> | 0.059        | 84.21               | 14               |
| 36 | J-4   | 67.00         | <None> | <Collection: 1 items> | 0.118        | 83.45               | 16               |
| 37 | J-5   | 73.00         | <None> | <Collection: 1 items> | 0.01         | 84.34               | 11               |
| 38 | J-6   | 70.00         | <None> | <Collection: 1 items> | 0.029        | 84.32               | 14               |
| 39 | J-7   | 70.00         | <None> | <Collection: 1 items> | 0.039        | 84.30               | 14               |
| 40 | J-8   | 65.00         | <None> | <Collection: 1 items> | 0.078        | 84.07               | 19               |
| 41 | J-9   | 63.00         | <None> | <Collection: 1 items> | 0.069        | 84.06               | 21               |

### FlexTable: Pipe Table

| ID | Label | Length (Scaled) (m) | Start Node | Stop Node | Diameter (mm) | Material | Hazen-Williams C | Velocity (m/s) | Headloss Gradient (m/m) |
|----|-------|---------------------|------------|-----------|---------------|----------|------------------|----------------|-------------------------|
| 42 | P-1   | 78                  | R-1        | T-1       | 48.0          | PVC      | 150.0            | 1.22           | 0.032                   |
| 43 | P-2   | 236                 | T-1        | J-1       | 60.0          | PVC      | 150.0            | 0.86           | 0.001                   |
| 44 | P-3   | 37                  | J-1        | J-2       | 48.0          | PVC      | 150.0            | 0.80           | 0.000                   |
| 45 | P-4   | 161                 | J-2        | J-3       | 25.0          | PVC      | 150.0            | 0.62           | 0.001                   |
| 46 | P-5   | 271                 | J-2        | J-4       | 25.0          | PVC      | 150.0            | 0.64           | 0.003                   |
| 47 | P-6   | 65                  | J-1        | J-5       | 48.0          | PVC      | 150.0            | 0.62           | 0.000                   |
| 48 | P-7   | 79                  | J-5        | J-6       | 25.0          | PVC      | 150.0            | 0.66           | 0.000                   |
| 49 | P-8   | 129                 | J-5        | J-7       | 48.0          | PVC      | 150.0            | 0.60           | 0.000                   |
| 50 | P-9   | 145                 | J-7        | J-8       | 25.0          | PVC      | 150.0            | 0.66           | 0.002                   |
| 51 | P-10  | 189                 | J-7        | J-9       | 25.0          | PVC      | 150.0            | 0.64           | 0.001                   |

## 4) MEMORIA CÁLCULO ESTRUCTURAL

### 1. OBJETIVO

La presente Memoria de Cálculo corresponde al análisis, cálculo y diseño estructural del reservorio cuadrangular apoyado de 5m<sup>3</sup> de concreto armado, conforme con los planos del proyecto arquitectónico.

### 2. ALCANCE

El proyecto estructural a desarrollar se basará en proponer medidas óptimas para el buen desempeño estructural de los reservorios a diseñar; sometidas a cargas de gravedad, cargas impulsivas, convectivas y sollicitaciones sísmicas. Estos reservorios serán modelados según

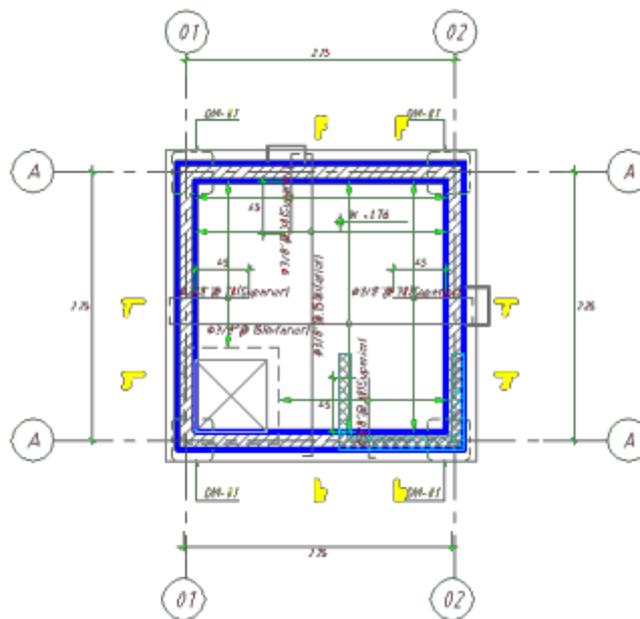
los parámetros de la actual la Norma ACI 350.3-06 teniendo en consideración las hipótesis de análisis asumidas indicadas en el Capítulo 1.6.5 correspondiente a los Criterios de Diseño.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL

La estructura proyectada consta de una configuración cuadrada con dimensiones internas de 2.10m x 2.10m con una altura de útil de agua de 1.1m. Los muros de concreto armado son de 15cm de espesor y el techo es una losa maciza de 0.15m. de espesor, se proyecta con un borde libre de 0.55m

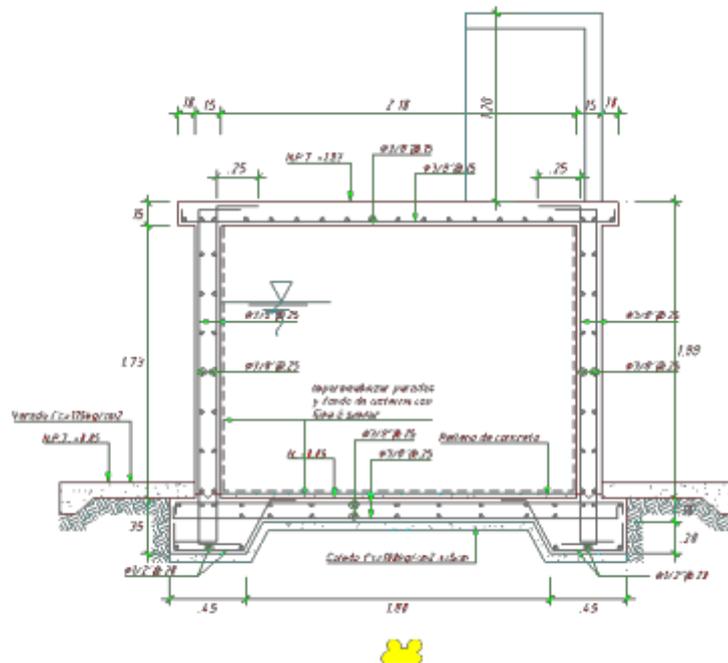
La cimentación será a base de cimiento armado debajo de los muros y una losa de fondo de 0.20m de espesor, cimentadas a una profundidad determinada, según los resultados de estudio de suelos. La profundidad de cimentación dependerá del proyecto en particular y sus consideraciones de cálculo están detalladas en la respectiva memoria.

**Ilustración 1: Planta de techo del Reservorio Apoyado de 5m<sup>3</sup>**



**Elaboración:** Programa Nacional de Saneamiento Rural

**Ilustración 2: Corte Típico del reservorio apoyado de 5m<sup>3</sup>**



**Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural**

#### 4. **NORMATIVA APLICABLE**

- ✓ Norma Técnica de Edificación E.030: Diseño Sismo Resistente. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- ✓ Norma Técnica de Edificación E.060: Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- ✓ Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures and Commentary (ACI 350.3-06)
- ✓ Guide for the analysis, Design and Construction of Elevated Concrete and Composite Steel-Concrete Water Storage Tanks (ACI 371)

#### 5. **CRITERIOS DE DISEÑO**

El análisis estructural del reservorio apoyado se realizó con un software de ingeniería estructural (SAP2000 – Versión 14.2.0). La estructura fue analizada mediante un modelo tridimensional. En el análisis se supuso comportamiento lineal y elástico.

Los elementos de concreto armado (losa, muros y cimentación) se modelaron con elementos tipo Shell. En el presente modelo se analizó considerando sólo los elementos estructurales, sin embargo, los elementos no estructurales han sido ingresados en el modelo como solicitaciones de carga debido a que no son importantes en la contribución de la rigidez y resistencia del reservorio.

Este es un reservorio cuadrado, con una capacidad útil de almacenamiento de agua de 5m<sup>3</sup>, con cota de fondo de 0.00 msnm, con caja de válvulas, descarga de limpia y rebose. Cuenta

con una vereda perimetral para su circulación, protección de la infraestructura y sus instalaciones.

## 6. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Para la identificación del tipo de suelo en el análisis sísmico y diseño de la cimentación, se debe considerar los resultados obtenidos del Estudio de Mecánica de Suelos.

Para el desarrollo de la presente estructura se consideró los siguientes valores:

- ✓ Capacidad portante del terreno:  $1.0 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Angulo de fricción interna:  $30^\circ$
- ✓ Cohesión del terreno:  $0.0 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Peso específico del terreno:  $2.0 \text{ ton/m}^3$
- ✓ Profundidad de cimentación:  $0.00 \text{ m}$
- ✓ Presencia de nivel freático: Ninguna
- ✓ Agresividad del suelo: Alto (Usar Cemento Tipo V)

## 7. PARÁMETROS EMPLEADOS EN EL DISEÑO

- ✓ Categoría de Uso: Categoría “A” Edificaciones Esenciales:
  - Factor  $U = 1.5$  (Tabla N°5 - E.030-2016).
- ✓ Se consideró un suelo de perfil S3. De acuerdo al RNE y la Norma de Diseño Sismoresistente, clasifica como suelo con perfil S3, con un factor  $S=1.10$ ,  $T_p=1.0 \text{ seg.}$  y  $TL=1.60 \text{ seg.}$  (Tabla N°3 y 4 - E.030-2016)
- ✓ Se asume la zona con mayor sismicidad del territorio peruano, el cual corresponde a la Zona 4, por ende, el factor será:  $Z=0.45$  (Tabla N°1 - E.030-2016).
- ✓ Factor de reducción de la respuesta sísmica, se describirá enseguida:
  - Factor de reducción para la componente Convectiva:  $R=1.$  (ACI 350)
  - Factor de reducción para la componente Impulsiva:  $R=2.$  (ACI 350)

## 8. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Para efectos del análisis realizado a los reservorios, se han adoptado para los elementos estructurales los valores indicados a continuación:

- ✓ Concreto Armado:  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  ( $E_c = 250998 \text{ kg/cm}^2$ ).
- ✓ Acero de refuerzo:  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  ( $E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$ ).

## 9. CARGAS

El código del ACI 350-06 Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures considera para el análisis de estructuras que almacenan líquidos las cargas de:

- ✓ Carga muerta (D)
- ✓ Carga Viva (L)
- ✓ Carga de sismo (E)
- ✓ Carga por presión lateral del fluido (F)
- ✓ Carga de techo ( $L_r$ )
- ✓ Carga por presión lateral del suelo (H)
- ✓ Carga de lluvia (R)
- ✓ Carga de nieve (S)

- ✓ Carga de viento (W)
  - ✓ Fuerza debido a la retracción, contracción de fragua y/o temperatura (T)
- Para el análisis del reservorio apoyado se consideró el efecto de las cargas de gravedad, cargas sísmicas y cargas debido a la presión hidrostática del agua.

### CARGAS DE GRAVEDAD

Las cargas permanentes y sobrecargas son aquellas que indican el RNE, Norma de Cargas E-020.

#### CARGA MUERTA

Considerado como el peso propio de cada elemento de la edificación.

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| Peso del Concreto            | = 2,400 kg/m <sup>3</sup> |
| Peso Albañilería Maciza      | = 2,000 kg/m <sup>3</sup> |
| Peso de Acabados             | = 50 kg/m <sup>2</sup>    |
| Peso de Losa Maciza e=0.15 m | = 360 kg/m <sup>2</sup>   |
| Peso del Clorador            | = 145 kg/m <sup>2</sup>   |

#### CARGA VIVA

Las cargas vivas utilizadas según norma tuvieron que ser afectadas por el factor de reducción de 0.50 para el análisis sísmico:

Sobrecarga de 100 Kg/m<sup>2</sup> (techos)

### CARGAS DINÁMICAS LATERALES

#### SISMO

Se ha elaborado de acuerdo a la norma de Diseño Sismo-Resistentes E-030 y a la Norma de Diseño Sísmico de Estructuras Contenedoras de Líquidos ACI 350.3-06

### COMBINACIONES DE CARGAS DE DISEÑO EN CONCRETO ARMADO

Para determinar la resistencia nominal requerida, se emplearon las siguientes combinaciones de cargas:

|                |                              |
|----------------|------------------------------|
| Combinación 1: | 1.40 D + 1.70 L + 1.70 F     |
| Combinación 2: | 1.25 D + 1.25 L + 1.25 F + E |
| Combinación 4: | 0.90 D + E                   |

Además, el Reglamento establece factores de reducción de resistencia en los siguientes casos:

**Tabla 1 Factores de Reducción de Resistencia**

| Solicitud                       | Factor f de Reducción |
|---------------------------------|-----------------------|
| - Flexión                       | 0.9                   |
| - Tracción y Tracción + Flexión | 0.9                   |
| - Cortante                      | 0.85                  |
| - Torsión                       | 0.85                  |
| - Cortante y Torsión            | 0.85                  |
| - Compresión y Flexo compresión | 0.7                   |

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

## 10. CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO

Calidad del Concreto:

La Norma E.060 de Concreto Armado en la tabla 4.2, recomienda una máxima relación agua cemento y una resistencia a la compresión mínima según la condición de exposición a la que estará sometida la estructura.

**Tabla 3 Requisitos para Condiciones Especiales de Exposición**

| Condición de la exposición   | Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal * | $f_c$ mínimo (MPa) para concretos de peso normal o con agregados ligeros* |
|--|--|---|
| Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.   | 0,50   | 28  |
| Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes.  | 0,45   | 31  |
| Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen. | 0,40   | 35  |

**Elaboración:** Programa Nacional de Saneamiento Rural

La resistencia del concreto a la compresión  $f_c$  para reservorios será de 280 kg/cm<sup>2</sup> y una relación máxima de agua cemento igual a 0.50.

Determinación de límites de exposición:

En el ACI 350-06, para estructuras de retención de líquidos, la exposición ambiental normal se define como la exposición a líquidos con un pH superior a 5, o la exposición a soluciones de sulfato menor a 1,000ppm. Una exposición ambiental severa excede estos límites.

Esta determinación es importante para poder definir el tipo de cemento a utilizar en el concreto. Para el presente diseño se está considerando condiciones severas por lo que se emplea cemento tipo V.

Espesores Mínimos:

Para un adecuado comportamiento el ACI 350-06 recomienda:

- ✓ Espesor mínimo de muros de 15cm o 20cm (para conseguir por lo menos 5cm de recubrimiento)
- ✓ Muros con altura mayor a 3.00m utilizar un espesor de pared de 30cm como mínimo.
- ✓ Separación máxima del refuerzo: 30cm.

Recubrimientos Mínimos:

Se define como recubrimiento mínimo, al espesor de concreto de protección para el acero de refuerzo, el ACI 350-06 (tabla 7.7.1) recomienda para concreto no presforzado los recubrimientos mínimos descritos:

**Tabla 4: ACI 350-06 (tabla 7.7.1)**

| Condiciones  | Recubrimiento mínimo (cm) |
|--|---------------------------|
| <b>LOSAS</b>   |                           |
| - Para condiciones secas:  |                           |
| Varillas #11 y menores   | 2.00                      |
| Varillas #14 a #18   | 4.00                      |
| - Superficies de concreto en contacto con el terreno, agua, intemperie y/o aguas servidas vaciadas contra encofrado; y concreto en elementos apoyados sobre losas de cimentación o que soportan terreno: |                           |
| Varillas #5 y menores  | 4.00                      |
| Varillas #6 a #18  | 5.00                      |
| <b>MUROS</b>   |                           |
| - Para condiciones secas:  |                           |
| Varillas #11 y menores   | 2.00                      |
| Varillas #14 a #18   | 4.00                      |
| - Superficies de concreto en contacto con el terreno, agua, intemperie y/o aguas servidas vaciadas contra encofrado:   |                           |
| Tanques circulares.  | 5.00                      |
| Otros.   | 5.00                      |
| <b>ZAPATAS Y PLATEAS</b>   |                           |
| - En la superficie y en el fondo de losas de concreto vaciadas contra encofrado.   | 5.00                      |
| - Superficies de concreto vaciadas contra terreno y en contacto con él.  | 7.50                      |
| - Parte superior de zapatas y zapatas sobre pilotes.   | 5.00                      |

**Elaboración:** Programa Nacional de Saneamiento Rural

- ✓ Recubrimiento en losa de techo = 2.00 cm
- ✓ Recubrimiento en muros = 5.00 cm
- ✓ Recubrimiento en losa de fondo = 5.00 cm

## 11. CÁLCULO DE FUERZAS DINÁMICAS LATERALES

Se presenta el análisis y cálculo de fuerzas laterales del reservorio rectangular descrito, según las recomendaciones del comité 350 de ACI. En el ejemplo se han simplificado algunas características de la estructura, las cuales son las siguientes:

- ✓ Se supone que no contiene cubierta.
- ✓ No se incluye en el análisis la existencia de las canaletas de alimentación y de desfogue del líquido.
- ✓ Tampoco se ha considerado un empuje exterior de tierras, como normalmente ocurre con los depósitos enterrados o semienterrados.

### Geometría del Reservorio:

- ✓ Tirante del Líquido (HL) = 1.23 m
- ✓ Longitud del Depósito Interior (B) = 2.10 m
- ✓ Espesor de la Pared de Reservorio (tw) = 0.15 m
- ✓ Altura de la Pared de Depósito (Hw) = 1.68 m
- ✓ Peso de la Cubierta del Reservorio (Wr) = 2,433 kg
- ✓ Ubicación del C.G. de la cubierta, respecto a la base del mismo (hr) = 0.00m

### Datos Sísmicos del sitio:

- ✓ Factor de Zona Sísmica = 0.45
- ✓ Coeficiente de Perfil de Suelo (S) = 1.10
- ✓ Factor de Importancia (I) = 1.50

### Factores de Modificación de la Respuesta (ACI 350.3):

Son coeficientes que representan el efecto combinado de la ductilidad, la capacidad para disipar energía y su redundancia estructural.

$$R_{wi} = 2.00$$

El valor anterior corresponde a la componente impulsiva en los tanques articulados o empotrados en su base, apoyados en el terreno (tabla 4(d))

$$R_{wc} = 2.00$$

de la misma tabla 4(d), corresponde a la componente convectiva del líquido acelerado.

### Cálculo de los Componentes del Peso (Sección 9.2 para Tanques Rectangulares (ACI 350.3):

- ✓ Peso del Líquido (WL) = 5,424 kg
- ✓ Peso de la Pared del Reservorio (Ww1) = 5,443 kg
- ✓ Peso de la Cubierta del Reservorio (Wr) = 2,434 kg
- ✓ Peso de la Componente Impulsiva (Wi) = 3,306 kg
- ✓ Peso de la componente Convectiva (Wc) = 2,327 kg
- ✓ Coeficiente de Masa Efectiva ( $\epsilon$ ) = 0.74
- ✓ Peso Efectivo del Depósito inc. la cubierta (We) =  $\epsilon W_{w1} + W_r = 6,462$  kg

### Puntos de Aplicación de los Componentes del Peso, excluyendo la Presión en la base, EBP (EBP: excluye la presión en la Base (9.2.2)):

- ✓  $H_i = 0.46$  m
- ✓  $H_c = 0.75$  m

### Puntos de Aplicación si se considera la Presión en la Base (IBP) (IBP: incluye la Presión en la Base):

- ✓  $H'i = 0.86$  m
- ✓  $H'c = 0.96$  m

Dónde:  $H_i$ ,  $H'i$ ,  $H_c$  y  $H'c$  son las alturas desde la base del reservorio, al centro de gravedad de la fuerza impulsiva y convectiva respectivamente.

### Propiedades Dinámicas (9.2.4):

- ✓ Masa por unidad de ancho del Muro (mw) = 62 kg.s<sup>2</sup>/m
- ✓ Masa impulsiva del Líquido por unidad de ancho (mi) = 80 kg.s<sup>2</sup>/m
- ✓ Masa Total por unidad de Ancho (m) = 142 kg.s<sup>2</sup>/m
- ✓ Rigidez de la Estructura (K) = 34,104,220 kg/m
- ✓ Altura sobre la Base del muro al C.G. del muro (hw) = 0.84 m
- ✓ Altura Resultante (h) = 0.63 m
- ✓ Frecuencia de Vibración Natural componente Impulsiva ( $\omega_i$ ) = 651.93 rad/s

- ✓ Frecuencia de Vibración Natural componente convectiva ( $\omega_c$ ) = 3.75 rad/s
- ✓ Periodo Natural de Vibración correspondiente a ( $T_i$ ) = 0.01 s
- ✓ Periodo Natural de Vibración correspondiente a ( $T_c$ ) = 1.68 s

**Factores de Amplificación Espectral:**

- ✓ Factor de amplificación espectral dependiente del periodo en el movimiento horizontal de la componente impulsiva (para 5% del amortiguamiento crítico)

$$C_i = 2.62$$

- ✓ Factor de amplificación espectral dependiente del periodo, en el movimiento horizontal de la componente convectiva (para 5% del amortiguamiento crítico)

$$C_c = 1.33$$

**Presiones Sísmicas sobre la Base:**

Las paredes de la estructura contenedora del líquido, en adición a las presiones estáticas se diseñarán para las siguientes fuerzas dinámicas:

- a) Las Fuerzas de Inercia de la Masa de la Pared y de la Cubierta  $P_w$  y  $P_r$
- b) La Presión Hidrodinámica Impulsiva del Líquido contenido  $P_i$
- c) La Presión Hidrodinámica Convectiva del Líquido contenido  $P_c$
- d) La Presión Dinámica de los Suelos Saturados y No Saturados sobre la porción enterrada de la Pared
- e) Los Efectos de la Aceleración Vertical.

- ✓ Fuerza de Inercia de la Pared ( $P_w$ ) = 5,052 kg
- ✓ Fuerza de Inercia de la Cubierta ( $P_r$ ) = 2,259 kg
- ✓ Fuerza Lateral de la Masa Impulsiva ( $P_i$ ) = 3,069 kg
- ✓ Fuerza Lateral de la Masa Convectiva ( $P_c$ ) = 2,192 kg

**Cortante Total en la Base, Ecuación General:**

$$V = 10,609 \text{ kg}$$

**Aceleración Vertical (4.1.4):**

Carga hidrostática  $q_{hy}$  a una altura  $y$ :

$$q_{hy} = \rho_l (h_l - y)$$

La presión hidrodinámica por efecto de la aceleración vertical se calcula mediante:

$$q_{hy} = C_v \frac{q_{hy}}{b} \cdot \phi_i$$

Donde,  $C_v=1.0$  (para depósitos rectangulares) y  $b=2/3$ .

**Ajuste a la Presión Hidrostática debido a la Aceleración Vertical:**

- ✓ Presión Hidrostática Superior: 0.0 kg/m<sup>2</sup>
- ✓ Presión Hidrostática en el Fondo: 1,230 kg/m<sup>2</sup>
- ✓ Presión Hidrostática Superior por efecto de Aceleración Vertical: 0.0 kg/m<sup>2</sup>
- ✓ Presión Hidrostática en el fondo por efecto de Aceleración Vertical: 290.6 kg/m<sup>2</sup>

Combinación de las fuerzas dinámicas para tanques rectangulares (5.3.2):

Distribución de la fuerza dinámica sobre la base:

Las paredes perpendiculares a la fuerza sísmica y la porción delantera del depósito recibirán una carga perpendicular a su plano (dimensión B), a causa de:

- a) La Fuerza de Inercia propia de la Pared Pw.
- b) La Mitad de la Fuerza Impulsiva Pi.
- c) La Mitad de la Fuerza Convectiva Pc.

Los muros paralelos a la fuerza sísmica se cargan en su plano (dimensión L), por:

- a) la fuerza de inercia propia de la pared en su plano.
- b) las fuerzas laterales correspondientes a las reacciones de borde de los muros colindantes.

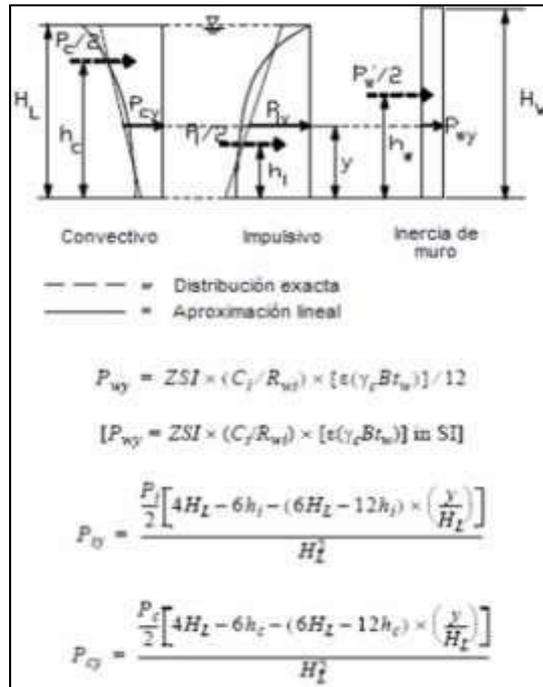
Superpuestos a estas fuerzas laterales no balanceadas, debe estar la fuerza hidrodinámica lateral, que resulta de la presión hidrodinámica debido al efecto de la aceleración vertical  $p_{vy}$  que actúa en cada pared.

Las fuerzas hidrodinámicas a una altura y dada desde la base, se determinada mediante la ecuación:

$$P_y = \sqrt{(P_{iy} + P_{wy})^2 + P_{cy}^2 + (p_{vy}B)^2}$$

La distribución vertical, por unidad de alto de muro, de las fuerzas dinámicas que actúan perpendicular al plano del muro, pueden asumirse como muestra la siguiente figura:

### **Ilustración 3 Fuerzas Dinámicas Actuantes en el Muro**



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

De las expresiones anteriores se obtienen las siguientes expresiones para la distribución de la presión de las cargas sobre el muro:

- ✓ La Presión Lateral por Aceleración Vertical:  $P_{wy} = 390.6 - 236.25y \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- ✓ La Presión Lateral de Carga de Inercia:  $P_{wy} = 247.3 \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- ✓ La Presión Lateral de carga impulsiva:  $P_{iy} = 1,043.1 - 730.27y \text{ (kg/m}^2\text{)}$
- ✓ La Presión Lateral de Carga Convectiva:  $P_{cy} = 144.9 + 454.27y \text{ (kg/m}^2\text{)}$

Factor de Seguridad ante Volteo:

- ✓ Factor de Seguridad Mínimo : **1.50**
- ✓ Momento de Volteo en la Base del Reservorio: **11,034 kg-m**
- ✓ Factor de Seguridad : **1.50**

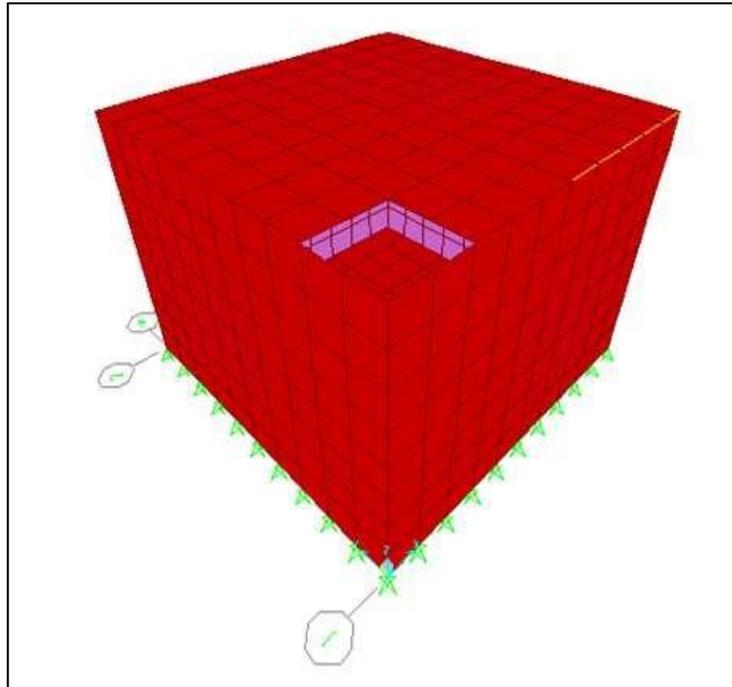
## 12. MODELACIÓN DEL RESERVORIO EN EL PROGRAMA DE ANÁLISIS

Se asignó las cargas de gravedad tanto como carga muerta y viva, así como las presiones hidrodinámicas e hidrostáticas para el cálculo de los momentos y cortantes últimos actuantes en los muros y losas del reservorio para el diseño estructural.

Cargas de gravedad asignadas a losa de techo:

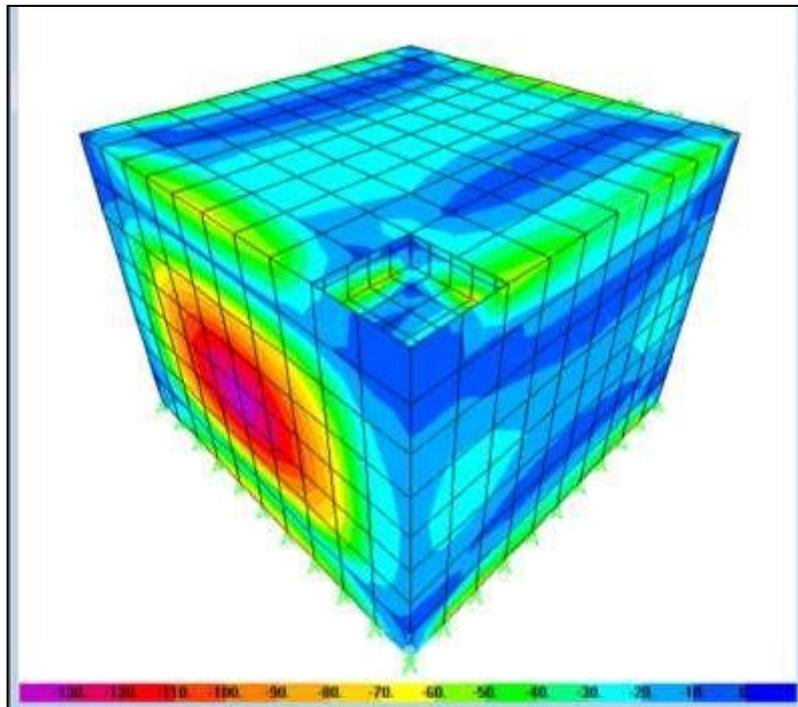
- ✓ Acabados =  $50 \text{ kg/m}^2$
- ✓ Carga Viva =  $100 \text{ kg/m}^2$
- ✓ Carga de Cabina de Clorador: Se asigna como una carga distribuida en losa.

Ilustración 4 Modelo Estructural con Software de Reservorio de  $5\text{m}^3$



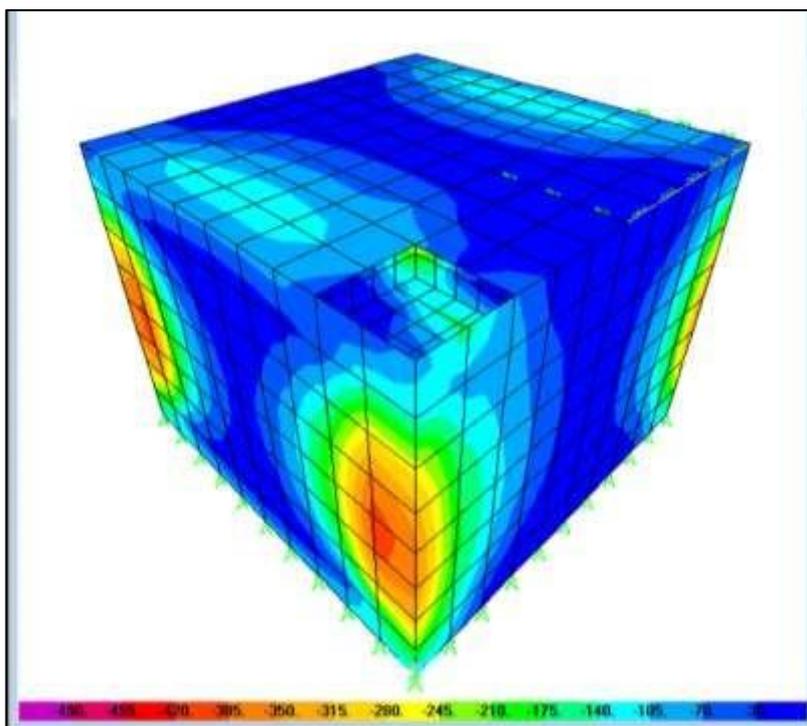
Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

**Ilustración 5 Diagrama de Momento de Flexión en Muros y Losas de Reservorio de 5m<sup>3</sup>**



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

### Ilustración 6 Diagrama de Cortante en Muros y Losas de Reservorio de 5m<sup>3</sup>



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

## 13. DISEÑO EN CONCRETO ARMADO DE RESERVORIO

### 14. *Diseño de los Muros del Reservorio*

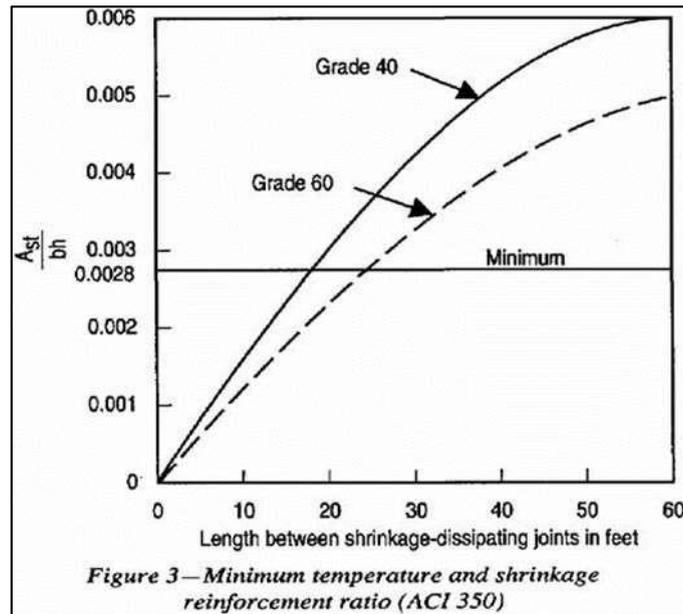
El diseño de los muros de concreto armado para el reservorio, verificará el momento último de flexión a partir del modelo tridimensional.

Así mismo, el cálculo de la armadura del muro verificará las condiciones mínimas de servicio, es decir, evitar el agrietamiento y fisuración en los muros y losas por solicitaciones de flexión y tracción.

- ✓ Momento Último Máximo  $M_{11} = 250 \text{ kg-m}$   
→  $\phi 3/8'' @ 1.07\text{m}$  (2 malla)
- ✓ Momento Último Máximo  $M_{22} = 330 \text{ kg-m}$   
→  $\phi 3/8'' @ 0.81\text{m}$  (2 malla)
- ✓ Cortante Último Máximo  $V_{23} = 1,050 \text{ kg}$   
→ Esfuerzo de Corte Último < Resistencia del Concreto a Cortante
- ✓ Cortante Último Máximo  $V_{13} = 1,400 \text{ kg}$   
→ Esfuerzo de Corte Último < Resistencia del Concreto a Cortante

- ✓ Tensión Última Máxima  $F_{11} = 2,000 \text{ kg}$   
→  $\phi 3/8'' @ 1.34\text{m}$  (2 malla)
- Área de Acero Mínimo por Contracción y Temperatura:  
En función a la longitud del muro entre juntas se determina la cuantía de acero por temperatura.  
Cuantía de temperatura = 0.003  
→  $\phi 3/8'' @ 0.32\text{m}$  (2 malla)

**Ilustración 7: Área de Acero Mínimo por Contracción y Temperatura**



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

- ✓ Espaciamiento máximo para evitar el agrietamiento: Para un ancho máximo de grieta de 0.33mm, empleando las siguientes expresiones:

$$s_{max} = \left( \frac{107046}{f_s} - 2C_c \right) \frac{w}{0.041}$$

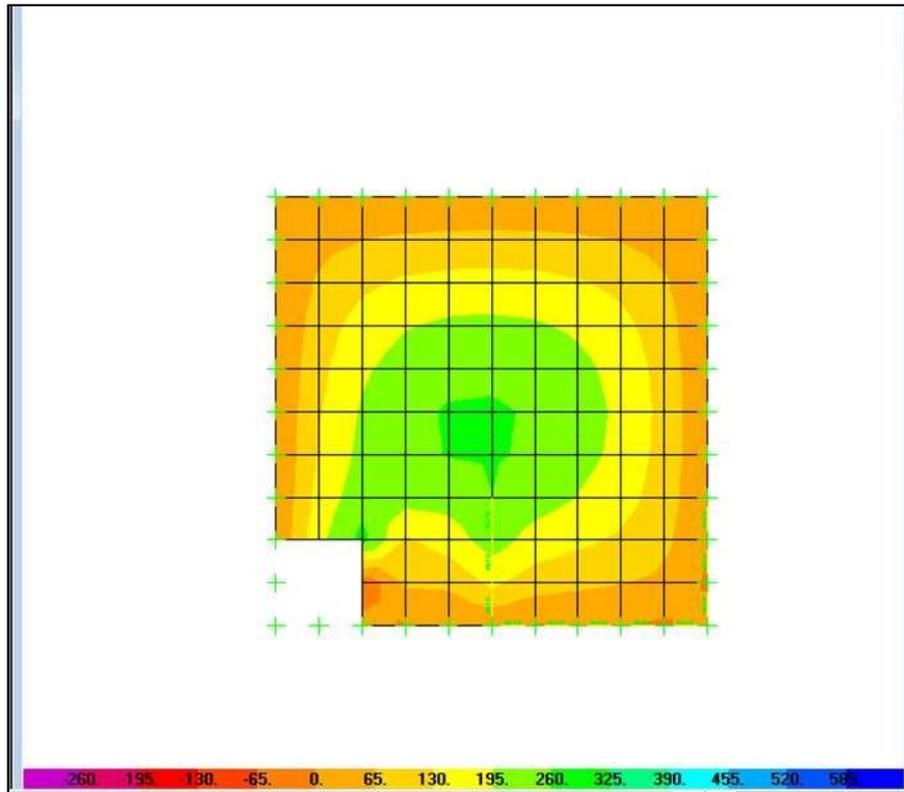
$$s_{max} = 30.5 \left( \frac{2817}{f_s} \right) \frac{w}{0.041}$$

Se empleará un espaciamiento máximo de:  $S_{m\acute{a}x} = 26 \text{ cm}$ .

**15. Diseño de Losa de Techo del Reservorio**

El diseño de la losa de techo de concreto armado para el reservorio verificará el momento último de flexión a partir de las cargas de gravedad y el control del agrietamiento y fisuración.

**Ilustración 8 Diagrama de Momentos en la Losa de Techo para Reservorio de 5m<sup>3</sup>**



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

- ✓ Momento Último Máximo = 150 kg-m  
→  $\phi 3/8'' @ 2.23\text{m}$  (1 malla inferior)
- ✓ Cuantía por Temperatura = 0.003  
→  $\phi 3/8'' @ .16\text{m}$  (1 malla inferior)

#### 16. *Diseño de Losa de Fondo de Reservorio*

El diseño de la losa de techo de concreto armado para el reservorio verificará el momento último de flexión a partir de las cargas de gravedad y el control del agrietamiento y fisuración.

- ✓ Momento Último Máximo Positivo = 323 kg-m  
→  $\phi 3/8'' @ .82\text{m}$  (malla superior)
- ✓ Momento Último Máximo Negativo = 676 kg-m  
→  $\phi 1/2'' @ .70\text{m}$  (malla inferior)
- ✓ Cuantía por Temperatura = 0.003  
→  $\phi 3/8'' @ .32\text{m}$  (2 malla)
- ✓ Espaciamiento Máximo por Agrietamiento = 0.25m

#### 17. *Resumen del Acero de Refuerzo:*

- ✓ Muros :  $\phi 3/8'' @ 0.25\text{m}$  (Doble malla)

- ✓ Losa de Techo :  $\phi 3/8'' @ 0.15\text{m}$  (Malla inferior)
- ✓ Losa de Fondo :  $\phi 3/8'' @ 0.25\text{m}$  (Doble malla)
- ✓ Zapata de Muros :  $\phi 1/2'' @ 0.20\text{m}$  (Malla inferior)

## 18. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL

La presente memoria de cálculo es un ejemplo del diseño de la estructura de un reservorio apoyado, por lo tanto, el ingeniero estructural es responsable del uso de la presente información tomando en cuenta todos los supuestos asumidos en el presente diseño.

A continuación, se describe consideraciones generales que el ingeniero responsable debe tener en cuenta para el diseño y ejecución en relación al aspecto estructural:

- ✓ La capacidad portante del presente diseño es de **1.0 kg/cm<sup>2</sup>**. Es un valor bajo y desfavorable. Para capacidades portantes menores es preferible ubicar en otra zona, mejorar el suelo o cimentar sobre suelo de mayor capacidad (mayor profundidad).
- ✓ El ángulo de fricción interna, la cohesión y el peso específico de terreno son propiedades asociadas a la granulometría y/o tipo de suelo, e influyen solo en el peso sobre la cimentación y la capacidad de carga del suelo.
- ✓ El presente diseño considera el factor de **Zona 4** y el **perfil de tipo S3**. Valores asumidos por ser condiciones sísmicas desfavorables en nuestro país.
- ✓ Los reservorios deben procurar tener dimensiones cuasi-cuadradas ya que proporcionan mayor regularidad en planta en el aspecto estructural, permite el reuso de encofrado y es posible un incremento de la productividad en el pre-armado del refuerzo.
- ✓ Ningún reservorio podrá usar un concreto de resistencia de diseño menor a **280 kg/cm<sup>2</sup>**.
- ✓ Las cargas asumidas en el presente diseño son las más incisivas para nuestro medio, por lo tanto, son las mínimas que a considerar. Sin embargo, debido a los acontecimientos climáticos suscitados en nuestro país y al tipo de proyecto en particular, el ingeniero estructural debe tener en cuenta otros tipos de carga de ser necesario.
- ✓ Para reservorios apoyados mayores a 40m<sup>3</sup> de capacidad, es recomendable que los techos tengan forma de cúpula, ya que las luces libres de la estructura pueden demandar espesores mayores, incrementando riesgos por deflexión. Si por algún motivo, la losa de techo no puede ser en forma de cúpula, deberá incluirse las columnas interiores necesarias para reducir las luces libres efectivas.
- ✓ La ubicación del waterstop puede variar dependiendo del criterio del ingeniero estructural y del proceso constructivo adoptado por el constructor.
- ✓ El Factor de Uso asumido corresponde a la **Categoría “A” Edificaciones Esenciales**. Este factor siempre se mantendrá en esta categoría, en caso de modificación de la norma de diseño Sismoresistente, los reservorios siempre tendrán la clasificación de edificaciones esenciales por la importancia del agua para el ser humano.
- ✓ Los elementos no estructurales, como la caja de válvulas y/o la cubierta del clorador, puede ser de otro material que no sea de concreto armado. De ser de concreto armado, considerar

solo refuerzo por agrietamiento (tal como se especifica en los planos); de ser de otro material, no olvidar considerar su peso como una carga en el modelo y diseño.

## 19. ANÁLISIS Y DISEÑO DE RESERVORIO RECTANGULAR

### 20. Datos de Diseño

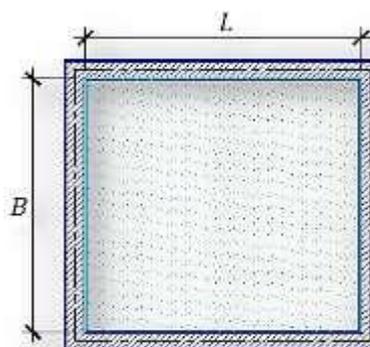
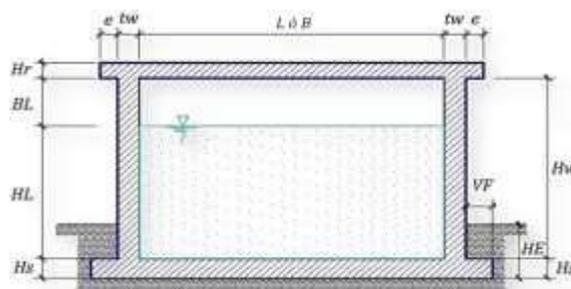
|                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Capacidad Requerida              | <b>5.00 m<sup>3</sup></b>   |
| Longitud                         | <b>2.10 m</b>               |
| Ancho                            | <b>2.10 m</b>               |
| Altura del Líquido (HL)          | <b>1.23 m</b>               |
| Borde Libre (BL)                 | <b>0.45 m</b>               |
| Altura Total del Reservorio (HW) | 1.68 m                      |
| Volumen de Líquido Total         | 5.42 m <sup>3</sup>         |
| Espesor de Muro (tw)             | <b>0.15 m</b>               |
| Espesor de Losa Techo (Hr)       | <b>0.15 m</b>               |
| Alero de la Losa de Techo (e)    | <b>0.10 m</b>               |
| Sobrecarga en la Tapa            | <b>100 kg/m<sup>2</sup></b> |

|                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| Espesor de la Losa de Fondo (Hs) | <b>0.15 m</b>   |
| Espesor de la Zapata             | <b>0.35 m</b>   |
| Alero de la Cimentación (VF)     | <b>0.20 m</b>   |
| Tipo de Conexión Pared-Base      | <b>Flexible</b> |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Largo del Clorador                           | <b>1.05 m</b>            |
| Ancho del Clorador                           | <b>0.80 m</b>            |
| Espesor de Losa de Clorador                  | <b>0.10 m</b>            |
| Altura de Muro de Clorador                   | <b>1.22 m</b>            |
| Espesor de Muro de Clorador                  | <b>0.10 m</b>            |
| Peso de Bidón de agua                        | <b>60.00 kg</b>          |
| Peso de Clorador                             | 979 kg                   |
| Peso de Clorador por m <sup>2</sup> de Techo | 144.82 kg/m <sup>2</sup> |

|                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Peso Propio del Suelo (gm):        | <b>2.00 ton/m<sup>3</sup></b> |
| Profundidad de Cimentación (HE):   | <b>0.00 m</b>                 |
| Angulo de Fricción Interna (Ø):    | <b>30.00 °</b>                |
| Presión Admisible de Terreno (st): | <b>1.00 kg/cm<sup>2</sup></b> |

|                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| Resistencia del Concreto (f'c) | <b>280 kg/cm<sup>2</sup></b> |
| Ec del concreto                | 252,671 kg/cm <sup>2</sup>   |
| Fy del Acero                   | 4,200 kg/cm <sup>2</sup>     |
| Peso Específico del Concreto   | 2,400 kg/m <sup>3</sup>      |
| Peso Específico del Líquido    | 1,000 kg/m <sup>3</sup>      |
| Aceleración de la Gravedad (g) | 9.81 m/s <sup>2</sup>        |
| Peso del Muro                  | 5,443.20 kg                  |



|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| Peso de la Losa de Techo        | 2,433.60 kg   |
| Recubrimiento Muro              | <b>0.05 m</b> |
| Recubrimiento Losa de Techo     | <b>0.03 m</b> |
| Recubrimiento Losa de Fondo     | <b>0.05 m</b> |
| Recubrimiento en Zapata de Muro | <b>0.10 m</b> |

21. *Parámetros Sísmicos (Reglamento Peruano E.030):*

$$\begin{aligned} Z &= 0.45 \\ U &= 1.50 \\ S &= 1.05 \end{aligned}$$

22. *Análisis Sísmico Estático (ACI 350.3-06):*

Coefficiente de Masa Efectiva ( $\epsilon$ ):

$$\epsilon = [0.0151 \left(\frac{Z}{U}\right)^2 - 0.1908 \left(\frac{Z}{U}\right) + 1.021] \leq 1.0$$

Ecu. 9.34 (ACI 350.3-06)

$$\epsilon = \mathbf{0.74}$$

Masa Equivalente de la Aceleración del Líquido:

Peso equivalente total del líquido almacenado (WL)= 5,424 kg

$$\frac{W_L}{W} = \frac{0.866 \left(\frac{Z}{U}\right)}{0.866 \left(\frac{Z}{U}\right)}$$

Ecu. 9.1 (ACI 350.3-06)

$$= 0.264 \left(\frac{Z}{U}\right) \left[\frac{3.16}{\dots}\right]$$

Ecu. 9.2 (ACI 350.3-06)

Peso del Líquido (WL) = 5,424 kg

Peso de la Pared del Reservorio (Ww1) = 5,443 kg

Peso de la Losa de Techo (Wr) = 2,434 kg

Peso Equivalente de la Componente Impulsiva (Wi) = 3,306 kg

Peso Equivalente de la Componente Convectiva (Wc) = 2,327 kg

Peso Efectivo del Depósito (We =  $\epsilon * Ww + Wr$ ) = 6,462 kg

**Propiedades Dinámicas:**

Frecuencia de vibración natural componente Impulsiva ( $\omega_i$ ): 651.93 rad/s

Masa del Muro (mw): 62 kg.s2/m<sup>2</sup>

Masa Impulsiva del Líquido (mi): 80 kg.s2/m<sup>2</sup>

Masa Total por unidad de ancho (m): 142 kg.s2/m<sup>2</sup>

Rigidez de la Estructura (k): 34,104,220 kg/m<sup>2</sup>

|  |               |
|--|---------------|
| Altura sobre la Base del muro al C.G. del muro (hw): | 0.84 m        |
| Altura al C.G. de la Componente Impulsiva (hi):      | <b>0.46 m</b> |
| Altura al C.G. de la Componente Impulsiva IBP (h'i): | <b>0.86 m</b> |

|   |               |
|---|---------------|
| Altura Resultante (h):  | 0.63 m        |
| Altura al C.G. de la Componente Compulsiva (hc):                      | <b>0.75 m</b> |
| Altura al C.G. de la Componente Compulsiva IBP (h'c):                 | <b>0.96 m</b> |
| Frecuencia de Vibración Natural componente convectiva ( $\omega_c$ ): | 3.75 rad/s    |
| Periodo Natural de Vibración correspondiente a Ti:                    | 0.01 seg      |
| Periodo Natural de Vibración correspondiente a Tc:                    | 1.68 seg      |

**Ilustración 9 Formulario**

$$= \sqrt{\dots} + \dots$$

$$1.333 \dots = 0.5 - 0.093 \dots$$

$$5 \dots$$

$$\dots = 1 \dots$$

$$\dots = 1 \dots$$

$$\dots = 0.5 \dots = 0.45$$

$$\dots = 0.866 \dots$$

$$\dots = 0.5 \dots = -1.8$$

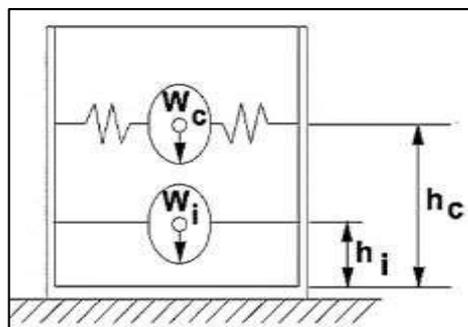
$$\dots = \frac{2}{\dots} = 2$$

$$\dots = \frac{2}{\dots} = \frac{2}{\dots}$$

**Elaboración:** Programa Nacional de Saneamiento Rural

|   |      |
|---|------|
| Factor de amplificación espectral componente impulsiva Ci:  | 2.62 |
| Factor de amplificación espectral componente convectiva Cc: | 1.33 |

**Ilustración 10: Esquema Componente Impulsivo**



**Elaboración:** Programa Nacional de Saneamiento Rural

|   |         |        |
|---|---------|--------|
| Altura del Centro de Gravedad del Muro de Reservorio  | $h_w =$ | 0.84 m |
| Altura del Centro de Gravedad de la Losa de Cobertura | $h_r =$ | 1.76 m |
| Altura del Centro de Gravedad Componente Impulsiva    | $h_i =$ | 0.46 m |

Altura del Centro de Gravedad Componente Impulsiva IBP  $h_i = 0.86 \text{ m}$   
 Altura del Centro de Gravedad Componente Convectiva  $h_c = 0.75 \text{ m}$   
 Altura del Centro de Gravedad Componente Convectiva IBP  $h'c = 0.96 \text{ m}$

Fuerzas Laterales Dinámicas:

$I = 1.50$   
 $R_i = 2.00$   
 $R_c = 1.00$   
 $Z = 0.45$   
 $S = 1.05$

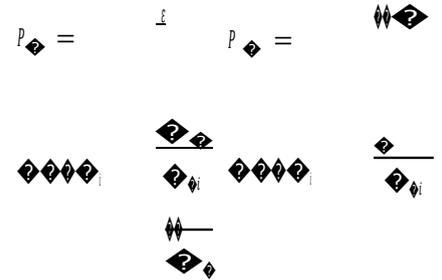
**Ilustración 11: Valores Factor R**

| Type of structure  | $R_i$             |                     | $R_c$ |
|--|-------------------|---------------------|-------|
|  | On or above grade | Buried <sup>a</sup> |       |
| Anchored, flexible-base tanks                            | 3.25 <sup>b</sup> | 3.25 <sup>b</sup>   | 1.0   |
| Fixed or hinged-base tanks                               | 2.0               | 3.0                 | 1.0   |
| Unanchored, contained, or uncontained tanks <sup>c</sup> | 1.5               | 2.0                 | 1.0   |
| Pedestal-mounted tanks                                   | 2.0               | —                   | 1.0   |

Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

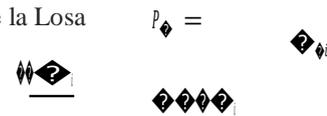
$P_w = 5,051.97 \text{ kg}$

Fuerza Inercial Lateral por Aceleración del Muro



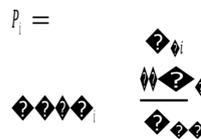
$P_r = 2,258.69 \text{ kg}$

Fuerza Inercial Lateral por Aceleración de la Losa



$P_i = 3,068.57 \text{ kg}$

Fuerza Lateral Impulsiva



$P_c = 2,191.59 \text{ kg}$

Fuerza Lateral Convectiva



$V = 10,608.08 \text{ kg}$

Corte Basal Total

$$V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2}$$

Aceleración Vertical:

La carga hidrostática  $q_{hy}$  a una altura  $y$ :

La presión hidrodinámica resultante  $Ph_y$ :

$$q_{hy} = \gamma_w (h - y)$$

$$Ph_y = \frac{2}{3} \cdot q_{hy}$$

$C_v=1.0$  (para depósitos rectangulares)

$b=2/3$

Ajuste a la presión hidrostática debido a la aceleración vertical

**Ilustración 12 Diagrama de Presiones**

Presion hidroestatica

Presion por efecto de sismo vertical

qh(superior)= 0.0 kg/m2

Ph(superior)= 0.0 kg/m2

qh(fondo)= 1,230.0 kg/m2

Ph(fondo)= 290.6 kg/m2

**Elaboración:** Programa Nacional de Saneamiento Rural

Distribución Horizontal de Cargas:

Presión Lateral por Sismo Vertical

$$p_{hy} = \frac{p_{hy}}{h_i} \cdot h_y$$

$p_{hy} = 290.6 \text{ kg/m}^2$        $-236.25 \text{ y}$



Distribución de Carga Inercial por Ww

$$p_{iyy} = \frac{p_{iyy}}{h_i} \cdot (h_i \cdot h_y)$$

$p_{iyy} = 519.23 \text{ kg/m}$

Distribución de Carga Impulsiva

$$p_{iy} = \frac{p}{L^2} (4h_i - 6h_y) - \frac{p}{L} (6h_i - 12h_y)$$

$p_{iy} = 2190.5 \text{ kg/m}$        $-1533.57 \text{ y}$

Distribución de Carga Convectiva

$$p_y = \frac{p}{L^2} (4h_i - 6h_y) - \frac{p}{L} (6h_i - 12h_y)$$

$p_y = 304.2 \text{ kg/m}$        $953.96 \text{ y}$

Presión Horizontal de Cargas:

$y_{\text{máx}} = 1.23 \text{ m}$

$y_{\text{mín}} = 0.00 \text{ m}$

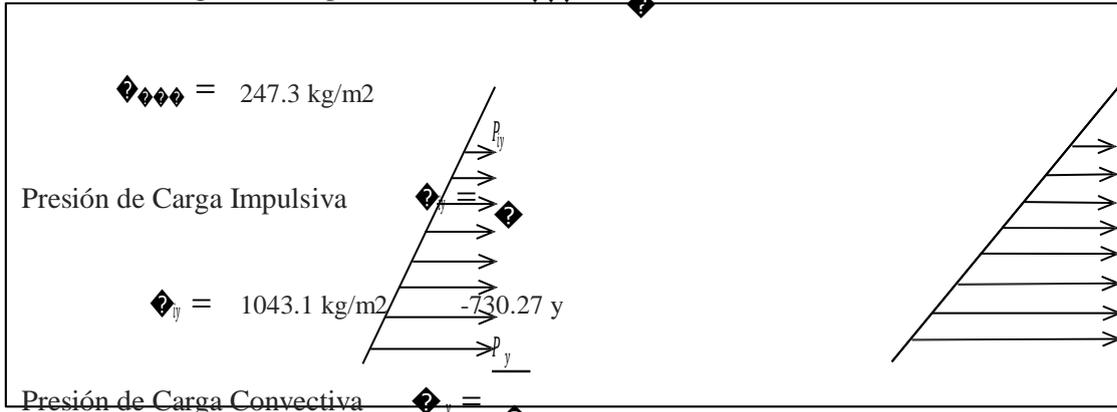
Presión Lateral por Sismo Vertical

$$p_{hy} = \frac{p_{hy}}{h_i} \cdot h_y$$

$p_{hy} = 290.6 \text{ kg/m}^2$        $-236.25 \text{ y}$



Presión de Carga Inercial por Ww



$247.3 \text{ kg/m}^2$        $144.9 \text{ kg/m}^2$        $454.27 \text{ y}$

Momento Flexionante en la Base del Muro (Muro en Voladizo):

$$\begin{aligned}
 M_w &= 4,244 \text{ kg-m} & M_r &= p_r \cdot h_r \\
 M_r &= 3,964 \text{ kg-m} & M_i &= p_i \cdot h_i \\
 M_i &= 1,412 \text{ kg-m} & M_c &= p_c \cdot h_c \\
 M_c &= 1,644 \text{ kg-m}
 \end{aligned}$$

$M_b = 9,759 \text{ kg-m}$  Momento de flexión en la base de toda la sección:

$$M_b = \sqrt{(M_i + M_w + M_r)^2 + M_c^2}$$

Momento en la Base del Muro:

$$\begin{aligned}
 M_w &= 4,244 \text{ kg-m} & M_r &= p_r \cdot h_r \\
 M_r &= 3,964 \text{ kg-m} & M'_i &= p'_i \cdot h_i \\
 M'_i &= 2,624 \text{ kg-m} & M'_c &= p'_c \cdot h_c \\
 M'_c &= 2,104 \text{ kg-m}
 \end{aligned}$$

$M_o = 11,034 \text{ kg-m}$  Momento de volteo en la base del reservorio

$$M_o = \sqrt{(M'_i + M'_r + M'_w)^2 + M'_c^2}$$

Factor de Seguridad al Volteo (FSv):

$$\begin{aligned}
 M_o &= 11,034 \text{ kg-m} \\
 M_B &= 16,930 \text{ kg-m} & 1.50 & \text{Cumple} \\
 M_L &= 16,930 \text{ kg-m} & 1.50 & \text{Cumple} & \text{FS volteo mínimo} &= 1.5
 \end{aligned}$$

Combinaciones Últimas para Diseño

El Modelamiento se efectuó en el programa de análisis de estructuras SAP2000 (\*), para lo cual se consideró las siguientes combinaciones de carga:

$$\begin{aligned}
 U &= 1.4D+1.7L+1.7F \\
 U &= 1.25D+1.25L+1.25F+1.0E \\
 U &= 0.9D+1.0E
 \end{aligned}$$

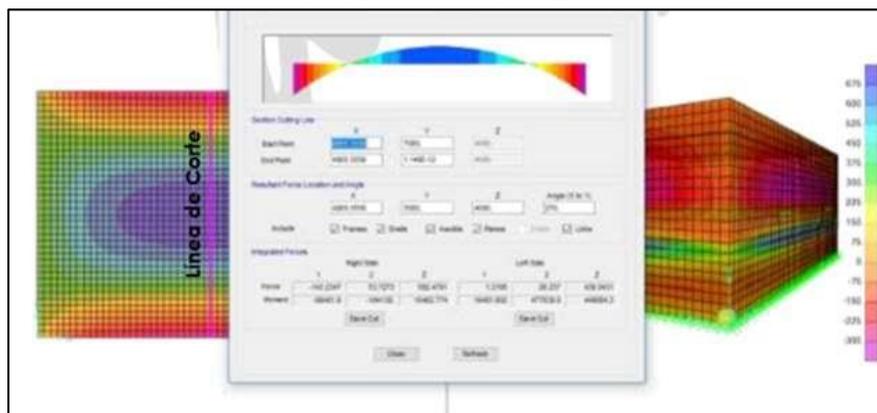
Dónde: D (Carga Muerta), L (Carga Viva), F (Empuje de Líquido) y E (Carga por Sismo).

(\*) Para el modelamiento de la estructura puede utilizarse el software que el ingeniero estructural considere pertinente.

23. Modelamiento y Resultados mediante Software Estructural

Resultante del Diagrama de Momentos  $M_{22} - \text{Max.}$  (Envolvente) en la dirección X

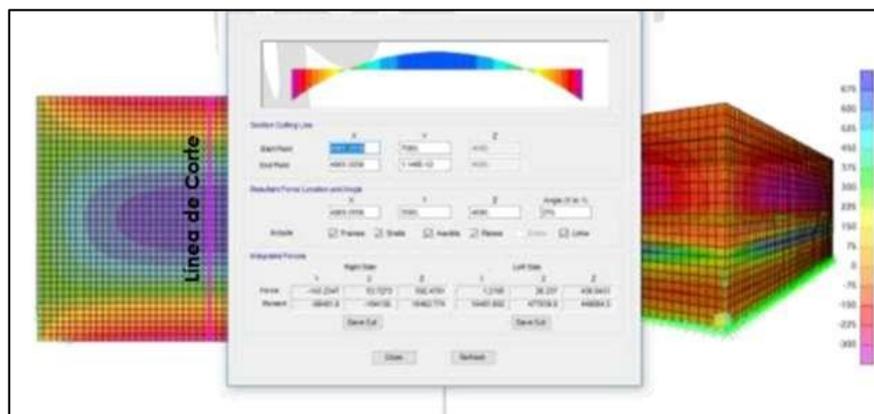
**Ilustración 13 Resultados del Modelamiento**



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

Fuerzas Laterales actuantes por Presión del Agua.

**Ilustración 14 Fuerzas Laterales por Presión de Agua**



Elaboración: Programa Nacional de Saneamiento Rural

24. *Diseño de la Estructura*

El refuerzo de los elementos del reservorio en contacto con el agua se colocará en doble malla.

**Verificación y Cálculo de Refuerzo del Muro**

a. Acero de Refuerzo Vertical por Flexión:

Momento máximo ultimo  $M_{22}$  (SAP)      **330.00 kg-m**

|                 |                      |        |                                  |              |
|-----------------|----------------------|--------|----------------------------------|--------------|
| $A_s =$         | 0.88 cm <sup>2</sup> | Usando | <input type="text" value="3/8"/> | $s = 0.81$ m |
| $A_{s_{min}} =$ | 2.00 cm <sup>2</sup> | Usando | <input type="text" value="3/8"/> | $s = 0.71$ m |

b. Control de Agrietamiento

$$w = \frac{10 \cdot 046}{f_y} - 2 \cdot \left( \frac{A_s}{A_g} \right)$$

$w =$  **0.033 cm** (Rajadura Máxima para control de agrietamiento)  $\leq 0.041$   
 $S_{máx} =$  26 cm

27 cm

$$\diamond \diamond \diamond = 30.5 \frac{281}{\diamond \diamond \diamond} \diamond \diamond \diamond \frac{\diamond}{0.041}$$

(

S máx =

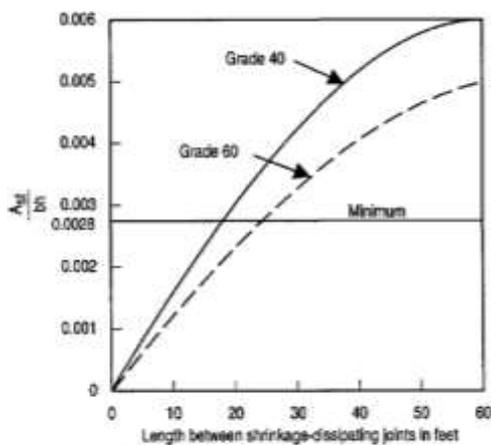
c. Verificación del Cortante Vertical

Fuerza Cortante Máxima (SAP)  $V_{23}$  **1,050.00 kg**  
 Resistencia del concreto a cortante **8.87 kg/cm<sup>2</sup>**

$$\phi = 0.53\sqrt{f_c}$$

Esfuerzo cortante último =  $V/(0.85bd)$  **1.24 kg/cm<sup>2</sup>** **Cumple**

d. Verificación por Contracción y Temperatura



ng. de muro entre  
tas (m)  
ng. de muro entre  
tas (pies)  
antía de acero de  
peratura  
antía mínima de  
peratura  
a de acero por  
peratura

| L                    | B                    |
|----------------------|----------------------|
| <b>2.40 m</b>        | <b>2.40 m</b>        |
| 7.87 pies            | 7.87 pies            |
| <b>0.003</b>         | <b>0.003</b>         |
| 0.003                | 0.003                |
| 4.50 cm <sup>2</sup> | 4.50 cm <sup>2</sup> |

(ver  
figura)  
(ver  
figura)

Usando  s = 0.32 m

e. Acero de Refuerzo Horizontal por Flexión:

Momento máximo ultimo  $M_{11}$  (SAP) **250.00 kg.m**

$A_s = 0.67 \text{ cm}^2$   
 $A_{s_{\text{mín}}} = 1.50 \text{ cm}^2$

Usando  s = 1.07 m  
 Usando  s = 0.95 m

f. Acero de Refuerzo Horizontal por Tensión:

Tensión máximo ultimo  $F_{11}$  (SAP) **2,000.00 kg**

$$= \frac{2000}{0.9\phi}$$

$A_s = 0.53 \text{ cm}^2$

Usando  s = 1.34 m

g. Verificación del Cortante Horizontal

Fuerza Cortante Máxima (SAP)  $V_{13}$  **1,400.00 kg**  
 Resistencia del concreto a cortante **8.87 kg/cm<sup>2</sup>**  
 Esfuerzo cortante último =  $V/(0.85bd)$  **1.65 kg/cm<sup>2</sup>** **Cumple**

**Cálculo de Acero de Refuerzo en Losa de**

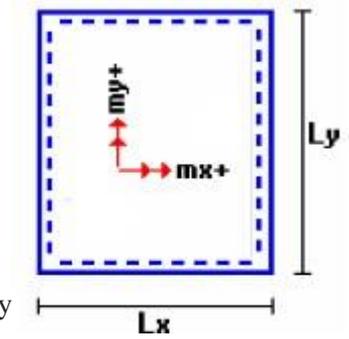
$$\diamond = 0.53\sqrt{f} \diamond$$

**Techo.**

La losa de cobertura será una losa maciza armada en dos direcciones, para su diseño se utilizará el Método de Coeficientes.

$$M_x = C_x W_u L_x^2 \quad \begin{matrix} \text{Momento de flexión en la dirección} \\ x \end{matrix}$$

$$M_y = C_y W_u L_y^2 \quad \begin{matrix} \text{Momento de flexión en la dirección} \\ y \end{matrix}$$



Para el caso del Reservorio, se considerara que la losa se encuentra apoyada por el perímetro, por lo cual se considera una condición de CASO 1

Carga Viva Uniformemente

Repartida

$$W_L = 100 \text{ kg/m}^2$$

Carga Muerta

Uniformemente Repartida

$$W_D = 555 \text{ kg/m}^2$$

Luz Libre del tramo en la dirección corta

$$L_x = 2.10 \text{ m}$$

Luz Libre del tramo en la dirección larga

$$L_y = 2.10 \text{ m}$$

| Relación                               |      |                      | <u>Muerta</u>              | <u>Viva</u> |
|--|------|----------------------|----------------------------|-------------|
| $m=L_x/L_y$                            | 1.00 | Factor Amplificación | 1.4                        | 1.7         |
| Momento + por Carga Muerta Amplificada |      | $C_x = 0.036$        | $M_x = 123.3 \text{ kg.m}$ |             |
|  |      | $C_y = 0.036$        | $M_y = 123.3 \text{ kg.m}$ |             |
| Momento + por Carga Viva Amplificada   |      | $C_x = 0.036$        | $M_x = 27.0 \text{ kg.m}$  |             |
|  |      | $C_y = 0.036$        | $M_y = 27.0 \text{ kg.m}$  |             |

a. Cálculo del Acero de Refuerzo

Momento máximo positivo

(+) **150 kg.m**

Área de acero positivo (inferior)

0.32 cm<sup>2</sup>

Usando  $3/8'' \downarrow s = 2.23 \text{ m}$

Área de acero por temperatura

**4.50 cm<sup>2</sup>**

Usando  $3/8'' \downarrow s = 0.16 \text{ m}$

b. Verificación del Cortante

Fuerza Cortante Máxima

**994 kg**

$\phi = f \phi$

Resistencia del concreto a cortante

8.87 kg/cm<sup>2</sup>

Esfuerzo cortante último =  $V/(0.85bd)$

1.17 kg/cm<sup>2</sup> Cumple

**Cálculo de Acero de Refuerzo en Losa de Fondo**

a. Cálculo de la Reacción Amplificada del

Suelo

Las Cargas que se transmitirán al suelo son:

|                              | Carga Muerta (Pd) | Carga Viva (P <sub>L</sub> ) | Carga Líquido (P <sub>H</sub> ) |
|------------------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Peso Muro de Reservorio      | 5,443 Kg          | ----                         | ----                            |
| Peso de Losa de Techo + Piso | 5,256 Kg          | ----                         | ----                            |
| Peso del Clorador            | 979 Kg            | ----                         | ----                            |
| Peso del líquido             | ----              | ----                         | 5,424.30 kg                     |
| Sobrecarga de Techo          | ----              | 676 Kg                       | ----                            |
|                              | 11,678.16 kg      | 676.00 kg                    | 5,424.30 kg                     |

Capacidad Portante Neta del Suelo

$$q_{sn} = q_s - g_s h_t - g_c e_L - S/C \quad 0.96 \text{ kg/cm}^2$$

Presión de la estructura sobre terreno

$$q_T = (Pd+P_L)/(L*B) \quad 0.23 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Correcto}$$

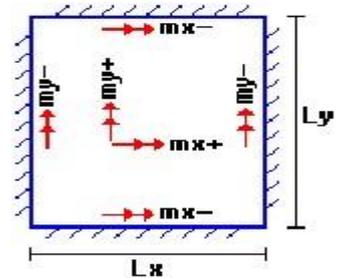
Reacción Amplificada del Suelo

$$q_{snu} = (1.4*Pd+1.7*P_L+1.7*P_H)/(L*B) \quad 0.34 \text{ kg/cm}^2$$

Área en contacto con terreno  $7.84 \text{ m}^2$

b. Cálculo del Acero de Refuerzo

El análisis se efectuará considerando la losa de fondo armada en dos sentidos, siguiendo el criterio que la losa mantiene una continuidad con los muros, se tienen momentos finales siguientes por el Método de los Coeficientes:



Luz Libre del tramo en la dirección corta  $L_x = 2.10 \text{ m}$   
 Luz Libre del tramo en la dirección larga  $L_y = 2.10 \text{ m}$

Momento + por Carga Muerta Amplificada  $C_x = 0.018 \quad M_x = 165.5 \text{ kg.m}$   
 $C_y = 0.018 \quad M_y = 165.5 \text{ kg.m}$

Momento + por Carga Viva Amplificada  $C_x = 0.027 \quad M_x = 157.5 \text{ kg.m}$   
 $C_y = 0.027 \quad M_y = 157.5 \text{ kg.m}$

Momento - por Carga Total Amplificada  $C_x = 0.045 \quad M_x = 676.3 \text{ kg.m}$   
 $C_y = 0.045 \quad M_y = 676.3 \text{ kg.m}$

Momento máximo positivo (+)

**323 kg.m** Cantidad:

Área de acero positivo (Superior)

0.86 cm<sup>2</sup> Usando **1**  s= 0.82 m

|   |                            |        |  |
|---|----------------------------|--------|--|
| Momento máximo negativo (-)             | <b>676 kg.m</b>            |        |  |
| Área de acero negativo (Inf. zapata)    | 1.82 cm <sup>2</sup>       | Usando | 1 <input type="text" value="1/2"/> s= 0.70 m |
| Área de acero por temperatura           | <b>4.50 cm<sup>2</sup></b> | Usando | 1 <input type="text" value="3/8"/> s= 0.32 m |
| <b>c. Verificación del Cortante</b>     |                            |        |  |
| Fuerza Cortante Máxima                  | <b>3,579 kg</b>            |        | $\phi = 0.53\sqrt{f}$                        |
| Resistencia del concreto a cortante     | 8.87 kg/cm <sup>2</sup>    |        |  |
| Esfuerzo cortante último = $V/(0.85bd)$ | 1.68 kg/cm <sup>2</sup>    | Cumple |  |

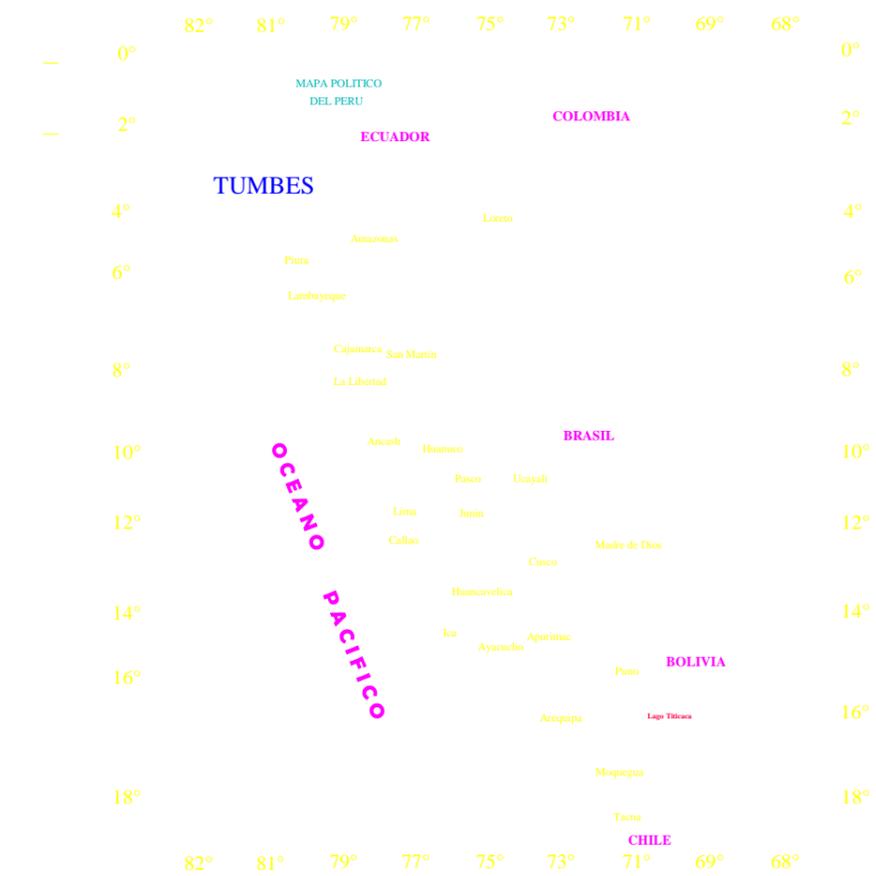
### **RESUMEN**

|  |        | <b>Teórico</b> | <b>Asumido</b> |
|--|--------|----------------|----------------|
| Acero de Refuerzo en Pantalla Vertical.  | Ø 3/8" | @ 0.26 m       | @ 0.25 m       |
| Acero de Refuerzo en Pantalla Horizontal | Ø 3/8" | @ 0.26 m       | @ 0.25 m       |
| Acero en Losa de Techo (inferior)        | Ø 3/8" | @ 0.16 m       | @ 0.15 m       |
| Acero en Losa de Techo (superior)        | Ø 3/8" | Ninguna        |                |
| Acero en Losa de Piso (superior)         | Ø 3/8" | @ 0.26 m       | @ 0.25 m       |
| Acero en Losa de Piso (inferior)         | Ø 3/8" | @ 0.26 m       | @ 0.25 m       |
| Acero en Zapata (inferior)               | Ø 1/2" | @ 0.26 m       | @ 0.20 m       |

## **Anexo 9: Planos**



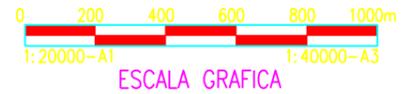
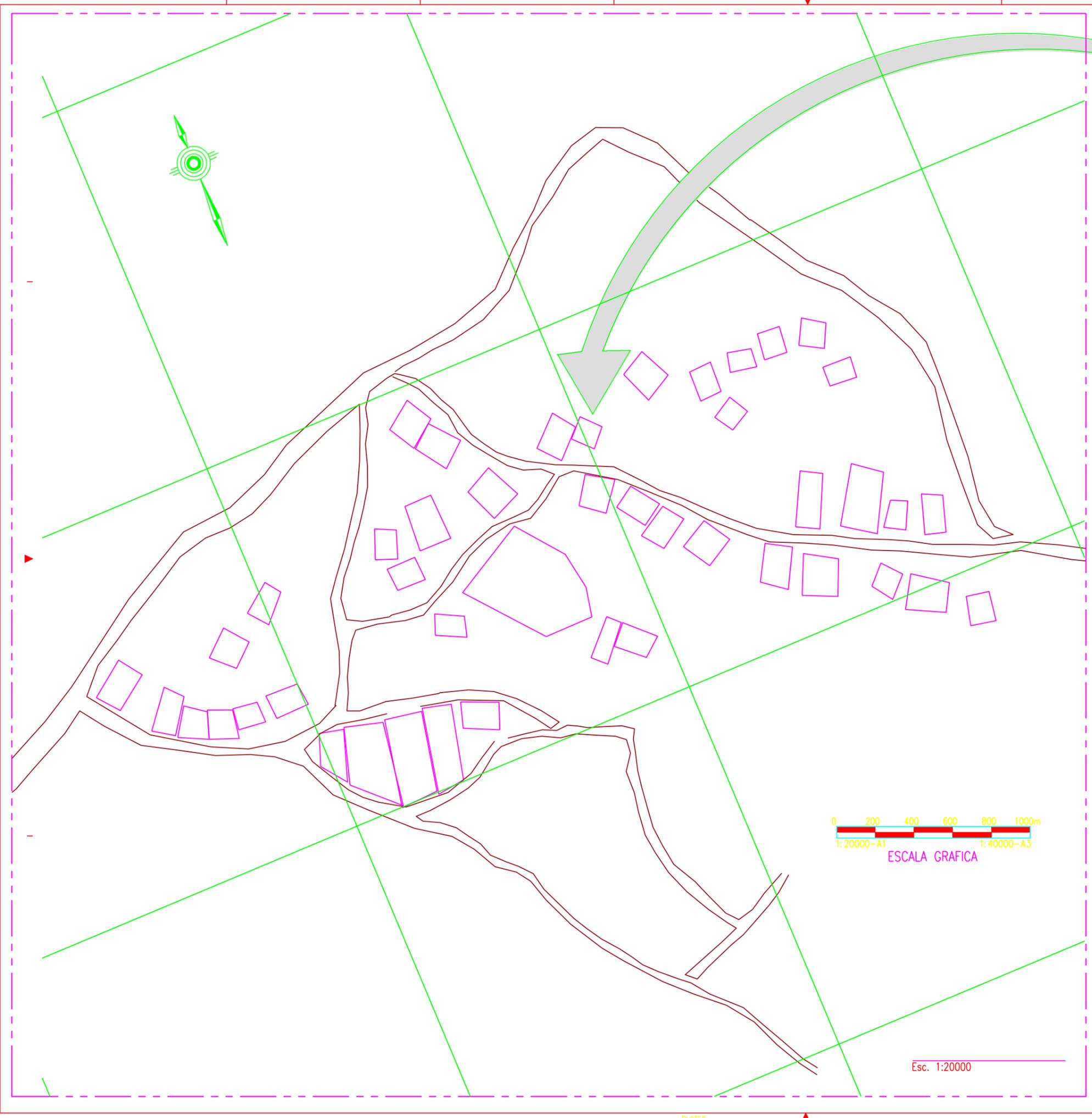
**ESQUEMA DE LOCALIZACION**



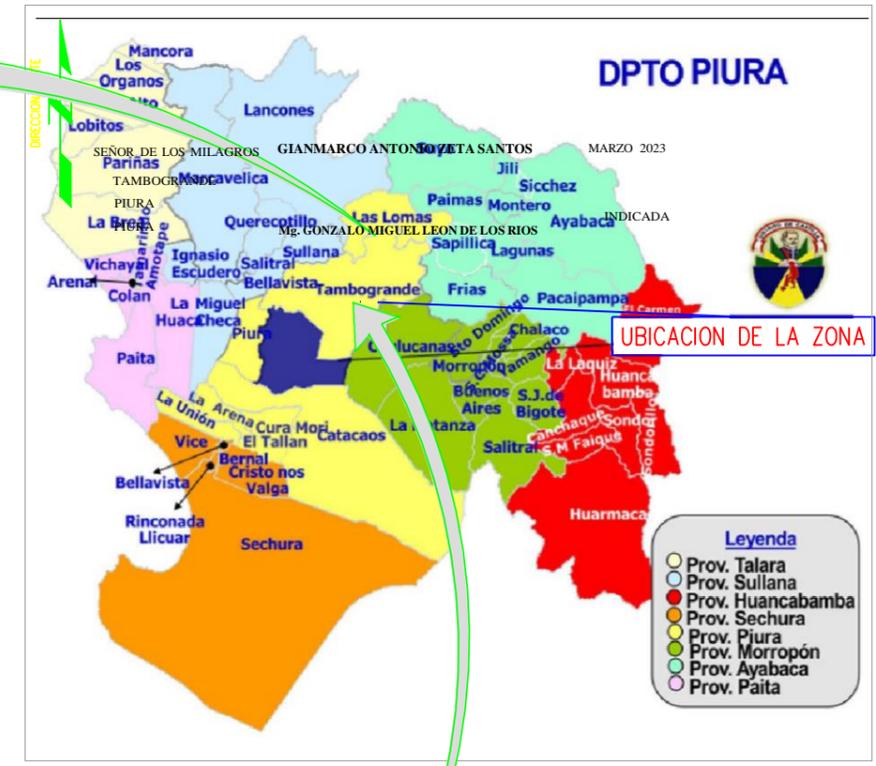
TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE TITULO PROFESIONAL EN INGENIERIA CIVIL.

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN LA MEJORA DE LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA Y REGION PIURA - 2022.  
 PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN **UL-01**

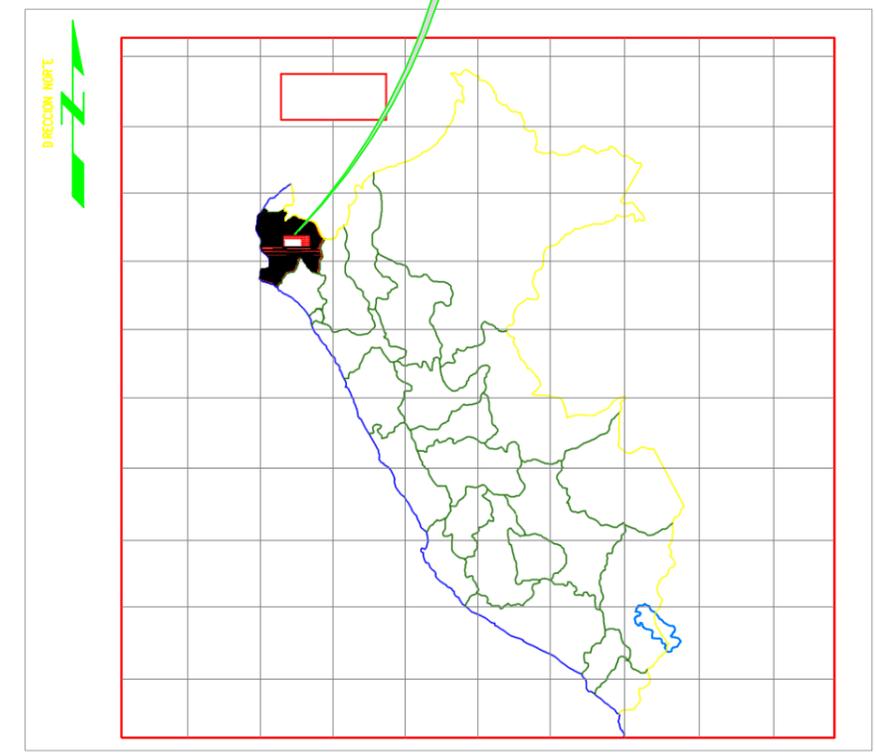
**PLANO DE UBICACION**



Esc. 1:20000



Esc. 1:50000



**ULADECH**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**PROYECTO:**

**PLANO:**

|   |                      |                |                |
|---|----------------------|----------------|----------------|
| <b>UBICACION</b><br>Centro Poblado:<br>Distrito:<br>Provincia:<br>Región: | <b>DIBUJADO POR:</b> | <b>FECHA:</b>  | <b>LAMINA:</b> |
|   | <b>ASESOR:</b>       | <b>ESCALA:</b> |                |



N

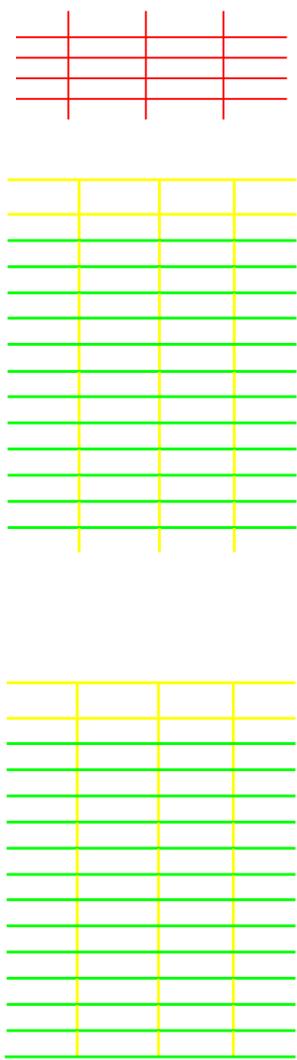
DISEÑO  
CAPTACION DE LADERA  
N:9457473.5983  
E:563860.5439  
Z:87

VALVULA DE PUERGA

DISEÑO DE  
RESERVORIO  
V:5M3  
N:9457394.9343  
E:563849.6302  
Z:82.00

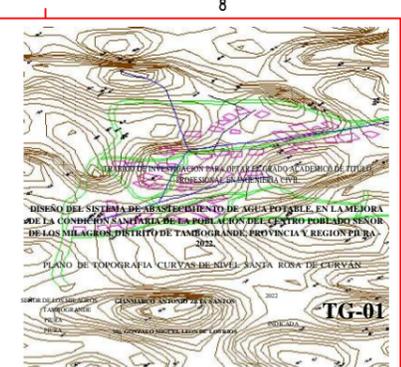
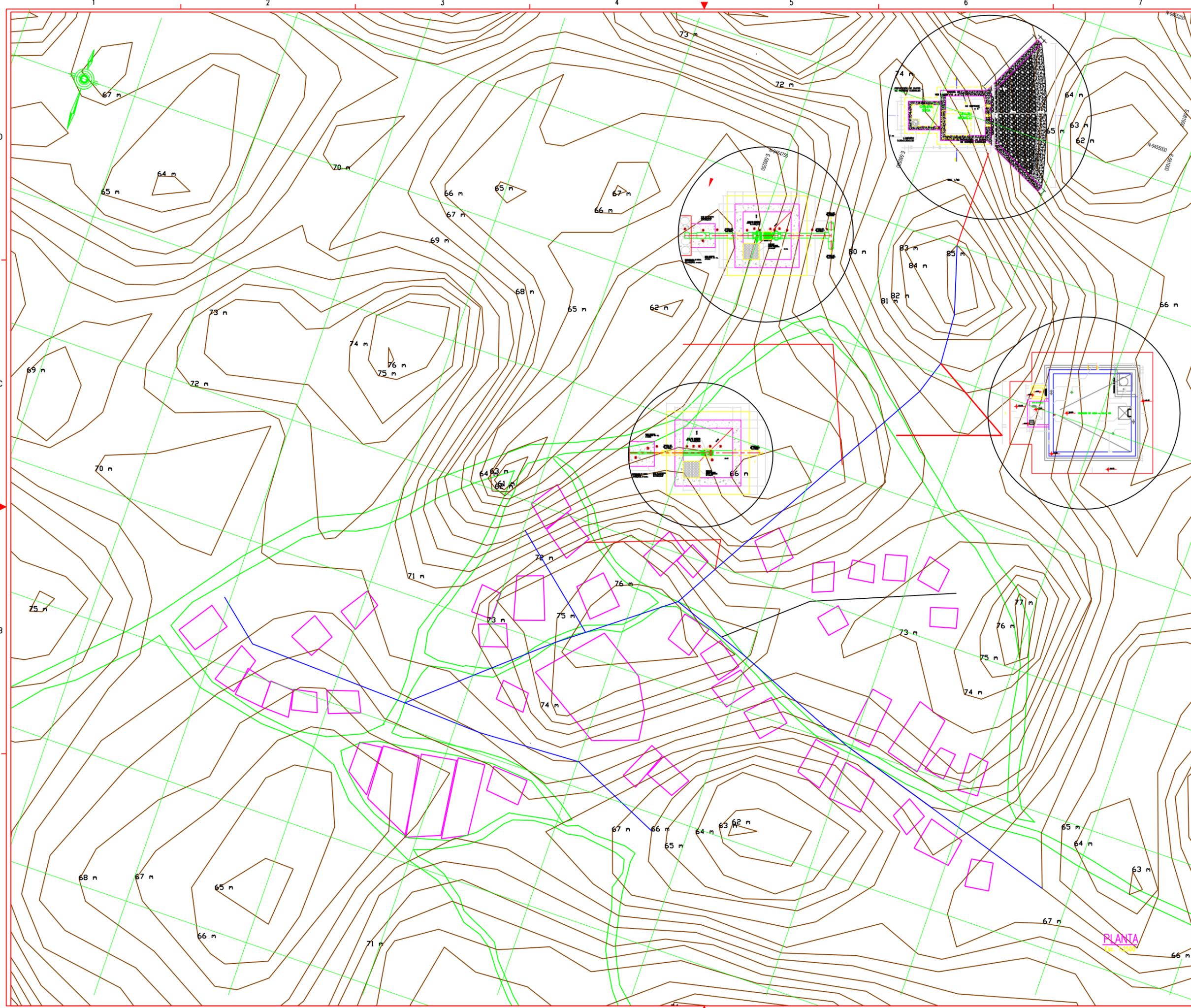
VALVULA DE AIRE

LOTE



Coordinate labels around the perimeter of the drawing:

- Top: E:57820, N:9458000, E:57820, N:9458250, E:57820, N:9458500, E:57820, N:9458750, E:57820, N:9459000
- Right: E:58000, N:9456750, E:58000, N:9457000, E:58000, N:9457250, E:58000, N:9457500, E:58000, N:9457750, E:58000, N:9458000, E:58000, N:9458250, E:58000, N:9458500, E:58000, N:9458750, E:58000, N:9459000
- Bottom: E:57820, N:9454500, E:57820, N:9454750, E:57820, N:9455000, E:57820, N:9455250, E:57820, N:9455500, E:57820, N:9455750, E:57820, N:9456000
- Left: E:57820, N:9454500, E:57820, N:9454750, E:57820, N:9455000, E:57820, N:9455250, E:57820, N:9455500, E:57820, N:9455750, E:57820, N:9456000



**LEYENDA**

|  |                     |
|--|---------------------|
|  | Curva Mayor C/1.00m |
|  | Curva Menor C/0.50m |
|  | Calicata            |
|  | Punto de B.M.       |
|  | Punto de control    |
|  | Poste               |
|  | Viviendas           |
|  | Detalles            |
|  | Canal               |
|  | Acceso              |
|  | Eje Projectado      |
|  | CAPTACION           |
|  | RESERVOIR V=40m3    |

**CALICATAS**

| PUNTO | NORTE       | ESTE        | COTA   |
|-------|-------------|-------------|--------|
| CA-1  | 946702 0796 | 596727 5732 | 80 000 |
| CA-2  | 946768 0703 | 596697 2799 | 80 000 |
| CA-3  | 946685 4575 | 596615 6477 | 78 000 |

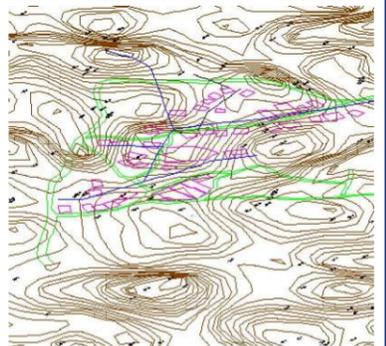
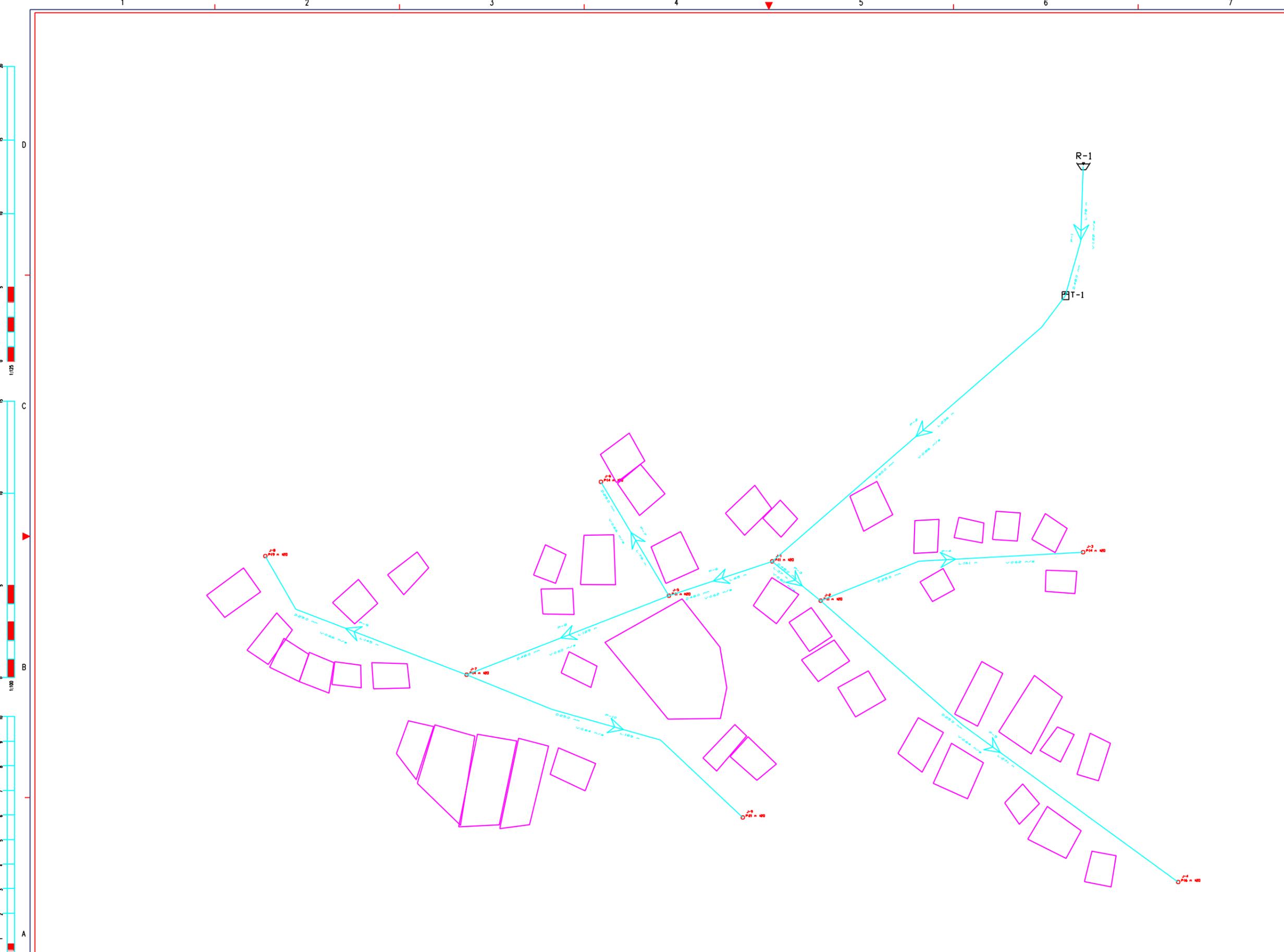
CUADRO DE COORDENADAS UTM  
PUNTOS DE CONTROL  
COIA

CUADRO DE COORDENADAS UTM  
PUNTOS DE CONTROL  
COIA

**NOTAS:**  
1- EL DISEÑO ES UN DISEÑO PRELIMINAR. SE DEBE REALIZAR UN DISEÑO DEFINITIVO.  
2- ELABORADO EN WORD.  
3- LA COORDENADA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DE 0.50 METROS.

ESCALA GRAFICA

|  |  |               |                |
|--|--|---------------|----------------|
|  |  |               |                |
| <b>PROYECTO:</b>                           |  |               |                |
| <b>PLANO:</b>                              |  |               |                |
| <b>DISEÑO POR:</b><br>Nombre:<br>Apellido: | <b>REVISADO POR:</b><br>Nombre:<br>Apellido: | <b>FECHA:</b> | <b>ESCALA:</b> |



**LEYENDA**

|          |                              |
|----------|------------------------------|
| [Symbol] | Curva Mayor C/1.00m          |
| [Symbol] | Curva Menor C/0.50m          |
| [Symbol] | Calicata                     |
| [Symbol] | Punto de B.M.                |
| [Symbol] | Punto de control             |
| [Symbol] | Flote                        |
| [Symbol] | Viviendas                    |
| [Symbol] | Detalle                      |
| [Symbol] | Canal                        |
| [Symbol] | Acceso                       |
| [Symbol] | Eje Proyectado               |
| [Symbol] | CAPTACIÓN                    |
| [Symbol] | RESERVOIR V=40m <sup>3</sup> |

**CALICATAS**

| PUNTO | NORTE       | ESTE        | COTA   |
|-------|-------------|-------------|--------|
| CA-1  | 946702 0796 | 596727 5732 | 80 000 |
| CA-2  | 946768 0703 | 596697 2799 | 80 000 |
| CA-3  | 946685 4575 | 596615 6477 | 78 000 |

**CUADRO DE COORDENADAS UTM PUNTOS DE CONTROL**

|  |  |  | COTA |
|--|--|--|------|
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |

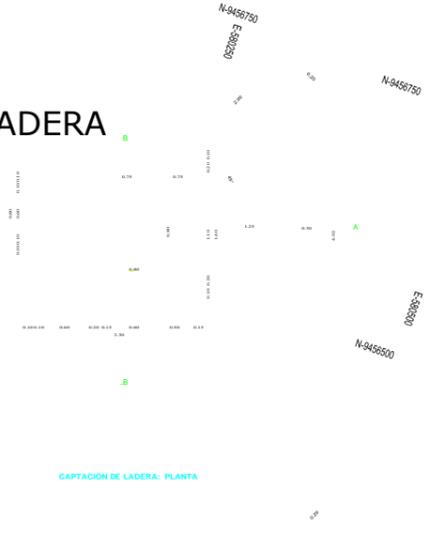
**CUADRO DE COORDENADAS UTM PUNTOS DE CONTROL**

|  |  |  | COTA |
|--|--|--|------|
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |
|  |  |  |      |

**NOTAS:**  
 1.- Delineamiento topometrico con alturas en SLM WGS-84.  
 2.- VACIOS EN SLM.  
 3.- A DISTANCIA ENTRE CURVAS DE 10M ES DE 1:500 METROS.

ESCALA GRAFICA

DISEÑO  
CAPTACION DE LADERA  
N:9457473.5983  
E:563860.5439  
Z:87



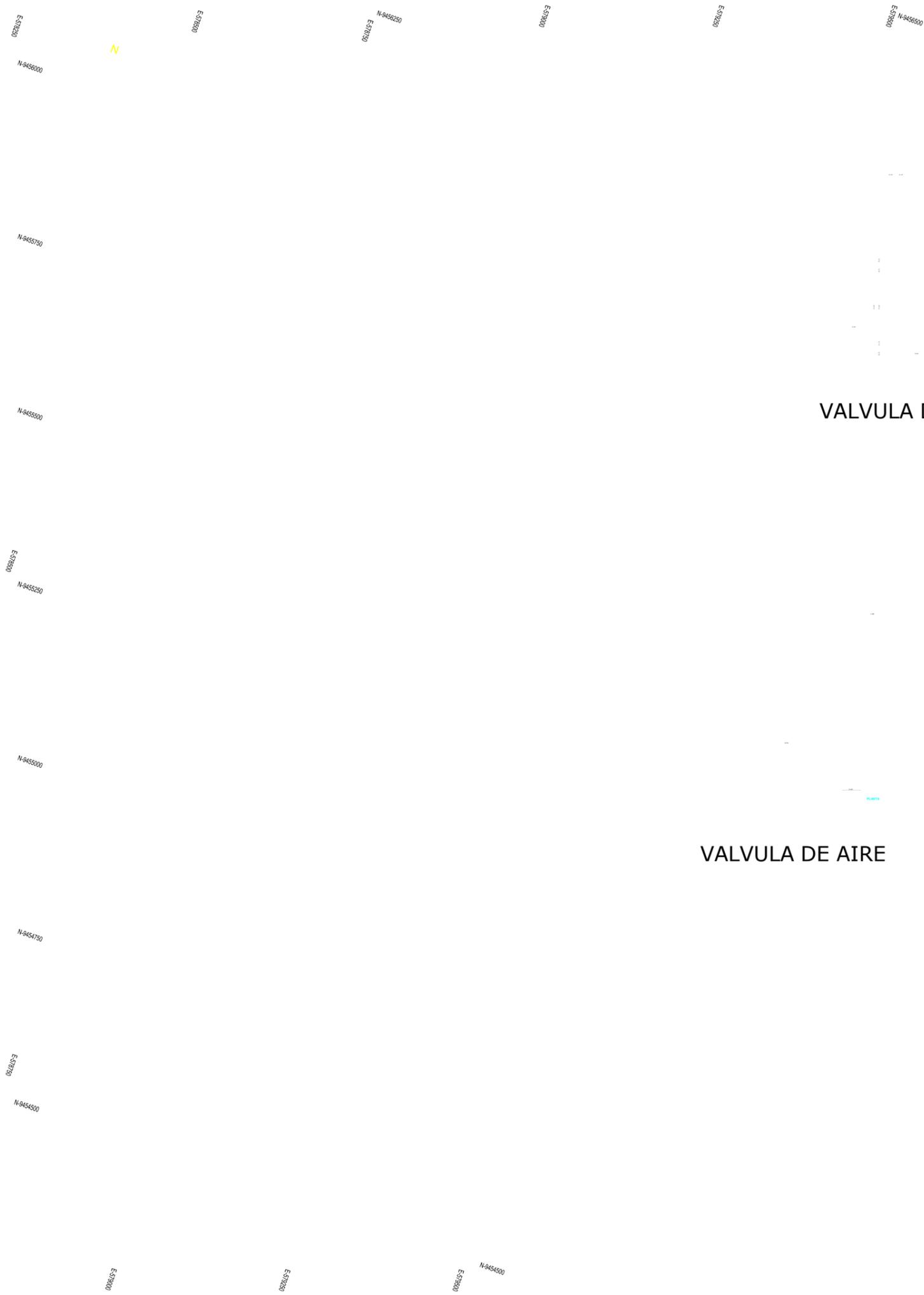
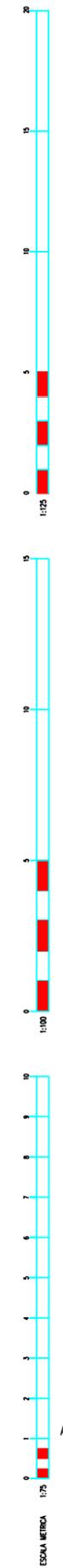
VALVULA DE PUERGA

DISEÑO DE  
RESERVORIO

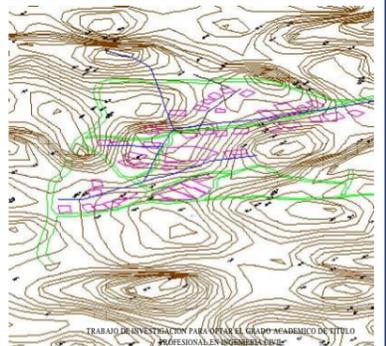
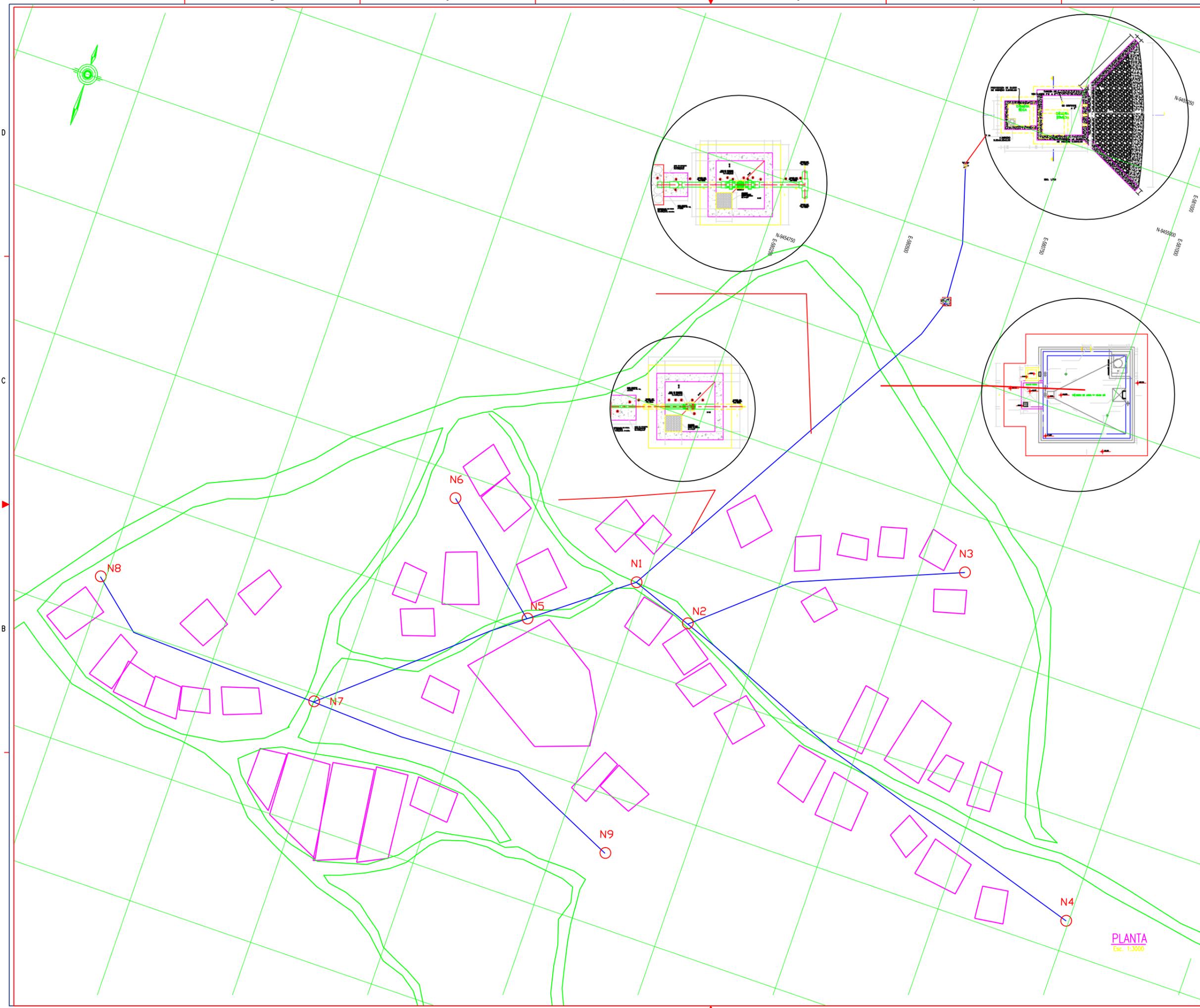
V:5M3  
N:9457394.9343  
E:563849.6302  
Z:82.00



VALVULA DE AIRE



LOTE



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE TÍTULO PROFESIONAL EN INGENIERÍA POR...  
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA MEJORA DE LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA COMUNIDAD DEL CENTRO POBLADO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PROVINCIA DE TAMBOGRANDE, PUEBLO DE LOS MILAGROS, PUEBLO GRANDE, PUEBLO...

PLANO DE TOPOGRAFIA DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE C/0,50m CP SEÑOR DE LOS MILAGROS

| SIMBOLOGIA |                  |  |
|------------|------------------|--|
|            | Calicata         |  |
|            | Punto de control |  |
|            | Poste            |  |
|            | Viviendas        |  |
|            | Detalles         |  |
|            | Canal            |  |
|            | Acceso           |  |
|            | Eje proyectado   |  |
|            | CAPTACIÓN        |  |
|            | RESERVOIR V=40m3 |  |

| CALICATAS |             |             |        |
|-----------|-------------|-------------|--------|
| PUNTO     | NORTE       | ESTE        | COTA   |
| CA-1      | 946702.0796 | 596727.5732 | 80.000 |
| CA-2      | 946768.0703 | 596687.2799 | 80.000 |
| CA-3      | 946885.4575 | 596815.8477 | 78.000 |

| CUADRO DE COORDENADAS UTM PUNTOS DE CONTROL |  |  |      |
|---|--|--|------|
|   |  |  | COTA |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |

| CUADRO DE COORDENADAS UTM PUNTOS DE CONTROL |  |  |      |
|---|--|--|------|
|   |  |  | COTA |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |
|   |  |  |      |

NOTAS:  
 1- EL DISEÑO ES UN PROYECTO ESTÁ REFERIDO AL DIBUJO NSI-04  
 2- ELABORADO EN 2022  
 3- LA COORDENADA ENTRE CUERPOS DE MBL ES DE 600 MTRS.  
 ESCALA GRFICA

|                       |             |         |  |
|-----------------------|-------------|---------|--|
| PROYECTO:             |             | FECHA:  |  |
| PLANO:                |             | ESCALA: |  |
| SEÑOR DE LOS MILAGROS | DISEÑO POR: | FECHA:  |  |
| DISEÑO:               | REVISOR:    | ESCALA: |  |
| Fecha:                | Nombre:     |         |  |
| Apellido:             |             |         |  |

1 2 3 4 5 6 7

D C B A

PLANTA Esc. 1:3000

TG-02

TIP

PLOTEO

# RED\_DE\_DISTRIBUCION\_ZETA\_SANTOS\_GIANMARCO\_ANTO... 13-65.doc

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

37%

★ repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

---

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 4%

Excluir bibliografía

Activo