

Bryan Ottoniel Morales López

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, EN EL CANTÓN
NIMAPA, MUNICIPIO DE TOTONICAPÁN, DEL DEPARTAMENTO DE
TOTONICAPÁN.



Asesor General Metodológico:

Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre 2022

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, EN EL CANTÓN
NIMAPA, MUNICIPIO DE TOTONICAPÁN, DEL DEPARTAMENTO DE
TOTONICAPÁN.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Bryan Ottoniel Morales López

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería
Civil con énfasis en Construcciones Rurales

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre 2022

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, EN EL CANTÓN
NIMAPA, MUNICIPIO DE TOTONICAPÁN, DEL DEPARTAMENTO DE
TOTONICAPÁN.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre 2022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

Prólogo

De acuerdo a los requerimientos del programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título de Licenciado en Ingeniería Civil, se llevó a cabo el presente estudio para presentar posibles soluciones a la problemática que aqueja a los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán y cumplir con la aplicación de los conocimientos adquiridos durante las diferentes etapas de la carrera universitaria, que contribuye a mejorar la calidad de vida de los individuos.

Se diseñó una propuesta para la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para dotar de agua potable a los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, para que este sistema contribuya al combate de reducción de enfermedades gastrointestinales que aqueja a los habitantes del cantón.

Presentación

Las actividades de investigación se realizaron durante los meses de abril a junio del año dos mil veintiuno por un estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Rural de Guatemala como requisito previo a optar al grado académico de licenciado, de conformidad a los estatutos de esa casa de estudios. Es un aporte enfocado a mejorar la calidad de vida de los pobladores mediante la utilización de agua potable para el uso en actividades domiciliarias en el “cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán”.

Con la dotación del vital líquido, del cual carecen los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, se mejoran las condiciones de vida, la higiene aumenta y con ello se disminuyen exponencialmente hasta acabar con las enfermedades gastrointestinales que afectan en la actualidad a los individuos del mencionado cantón.

ÍNDICE GENERAL.

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1	Planteamiento del Problema.....	2
I.2	Hipótesis.....	3
I.3	Objetivos.....	3
I.3.1	General.....	3
I.3.2	Específico.....	3
I.4	Justificación.....	4
I.5	Metodología.....	5
I.5.1	Métodos.....	5
I.5.2	Técnicas.....	7
II.	MARCO TEÓRICO.....	10
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	85
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
IV.1	Conclusiones.....	95
IV.2	Recomendaciones.....	97
	BIBLIOGRAFÍA.	
	ANEXOS.	

ÍNDICE DE CUADROS.

No.	Contenido	Página
1.	Pobladores indican sobre aumento de enfermedades Gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán.....	86
2.	Pobladores indican la frecuencia con que visitan el centro de salud del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán.....	87
3.	Pobladores indican sobre si han recibido capacitaciones para el tratamiento del agua para usos domiciliars en el cantón Nimapa municipio de Totonicapán.....	88
4.	Pobladores indican sobre cuánta agua utilizan al día para actividades domiciliars.....	89
5.	Pobladores indican sobre cuantas personas integran su familia en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....	90
6.	Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre existencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....	91
7.	Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre con qué frecuencia monitorean la calidad de agua para actividades domiciliars en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....	92

8. Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán
indican sobre si cuentan con presupuesto para la ejecución de
obras enfocadas a servicios de agua.....93
9. Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán
indican sobre cuándo fue la última vez que ejecutaron un proyecto
en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....94

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

No.	Contenido	Página
1.	Pobladores indican sobre aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....	86
2.	Pobladores indican sobre con qué frecuencia visitan el centro de salud del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....	87
3.	Pobladores indican sobre si han recibido capacitaciones para el tratamiento del agua para usos domiciliarios en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....	88
4.	Pobladores indican sobre cuánta agua utilizan al día para actividades domiciliarios en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....	89
5.	Pobladores indican sobre cuantas personas integran su familia en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....	90
6.	Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre existencia de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....	91
7.	Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre con qué frecuencia monitorean la calidad de agua para actividades domiciliarios en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....	92

8. Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre con qué frecuencia monitorean la calidad de agua para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.....93

9. Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre cuándo fue la última vez que ejecutaron un proyecto en el cantón Nimapa, Municipio de Totonicapán, Totonicapán.....94

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en Guatemala se trabaja a marcha forzada en la formulación y realización de obras de infraestructura en todos los ámbitos, mayormente en el área de proyectos básicos como: agua potable, alcantarillados, edificios escolares, carreteras, etc.

Derivado de lo anteriormente mencionado, se llevó a cabo un estudio de investigación que consta de cuatro capítulos, el primero contiene introducción, planteamiento del problema, hipótesis interrogativa y causal, objetivos general y específico, justificación y metodología; el segundo capítulo consta del marco teórico relacionado a temas del agua, aguas para actividades domiciliarias, enfermedades gastrointestinales, cuencas, afluentes, caudales, sistemas de captación del agua, diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo y normas relacionadas a la construcción de sistemas de agua potable; el tercer capítulo consta de la comprobación de la hipótesis y el cuarto capítulo de las conclusiones y recomendaciones.

En dicha investigación se determinó mediante encuestas realizadas a los pobladores y autoridades municipales que, el problema que afecta a los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, son las enfermedades gastrointestinales que van en aumento en los últimos cinco años y a su vez se determinó que la falta de dotación de agua y la inexistencia de un sistema de abastecimiento de agua potable eran los causantes de dicho problema.

Se plantea la solución a la problemática que aqueja dicha comunidad, está establece la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable, ello contribuye a reducir las enfermedades gastrointestinales y a su vez se mejoraría la calidad de vida de los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán.

I.1 Planteamiento del Problema

En Guatemala, mayormente en el área rural no se cuenta con abastecimiento de agua potable en la totalidad de las comunidades, esto debido a diferentes causas como, falta de fuentes de agua natural, topografía de la comunidades o falta de recursos y esto conlleva a tener diferentes tipos de enfermedades en los pobladores debido la falta de higiene en el tipo de agua que consumen para sus necesidades básicas; los tipos de enfermedades más comunes por consumo de agua no potabilizada son las enfermedades gastrointestinales, que afectan el sistema digestivo de los seres humanos.

Mediante la investigación realizada se determinó que en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, los habitantes sufren de enfermedades gastrointestinales y a su vez, las mismas van en aumento en los últimos cinco años, esto es debido a la insuficiente dotación de agua para sus actividades domiciliarias y a la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en dicha región.

Con la dotación de agua potable para actividades domiciliarias a todas la viviendas de los pobladores del cantón Nimapa, se disminuiría la cantidad de enfermedades gastrointestinales que aquejan a dicha población, se cortarían la gráfica ascendente de casos y así mejoraría la salud y calidad de vida de los habitantes.

Ya que, si no se toman cartas en el asunto ahora que es controlable por el sistema de salud, la cantidad de casos aumentará sin cesar con el paso del tiempo, lo que complicaría cada vez más y llegaría a ser un problema de salud mayor que podría llegar a tener personas fallecidas por exceso de casos en enfermedades gastrointestinales, ya que el sistema de salud local no se dará abasto para atender a tanto paciente con enfermedades gastrointestinales.

I.2 Hipótesis

“El aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años; por insuficiente dotación de agua para actividades domiciliarias, es debido a la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo.”

¿Es la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, la causante del aumento de enfermedades gastrointestinales, por insuficiente dotación de agua para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años?

I.3 Objetivos

I.3.1 General

Disminuir enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

I.3.2 Específico

Dotar de agua potable para actividades domiciliarias a el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

I.4 Justificación

En la investigación realizada se determinó que en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, los habitantes sufren de enfermedades gastrointestinales y a su vez, las mismas van en aumento en los últimos cinco años por lo que se llegaría a un total de 513 casos si se continúa con la vida que llevan hoy en día los habitantes.

La causa del problema es que los habitantes del cantón Nimapa carecen de agua potable y consumen agua que no es potable para sus necesidades, lo que produce casos de enfermedades gastrointestinales, esto se debe a la falta de dotación de agua potable, debido a la inexistencia de un sistema que abastezca de agua potable para usos domiciliarios a los habitantes del cantón Nimapa.

Con la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable para uso domiciliario de los individuos, la cantidad de personas con enfermedades gastrointestinales en 5 años sería de 124 casos, por tanto, se evitarían 389 (76%) de los casos y con ello mejoraría sustancialmente la salud y calidad de vida de los pobladores del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

La construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, servirá para dotar a las viviendas de los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, con esto todos los individuos contarán con agua previamente tratada y potabilizada para llevar a cabo todas sus actividades básicas, sin limitaciones y sobre todo con una higiene que les permitirá mejorar su salud, por ende eliminar las enfermedades gastrointestinales que los aquejan actualmente e indirectamente mejorar su economía ya que, dejarían de gastar en medicamentos que necesitan adquirir para combatir dichas enfermedades.

I.5 Metodología.

Modelo de Investigación Dominó: Modelo creado por el Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala; muestra en dos páginas, un cuadro con tres columnas estructuradas de la manera siguiente: Columna del problema (efecto, problema, causa, hipótesis, preguntas que comprueban las variables dependiente e independiente, temas de marco teórico y justificación), columna de propuesta de solución (objetivo general, específico, nombre del trabajo de investigación, resultados y costos) y la columna de la evaluación expost de la propuesta.

En el Modelo de Investigación Dominó se resume el trabajo de investigación; como también, la aplicación de la metodología; éste se detalla en el anexo 1 del tomo I.

I.5.1 Métodos.

Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis.

Los métodos utilizados en lo que se refiere a formulación de hipótesis, fue esencial la utilización del método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, establecidos en el árbol de problemas y objetivos que forman parte del anexo de este trabajo de investigación.

Método deductivo.

Para la formulación de la hipótesis, la deducción fue clave, que parte de lo general a lo específico, el cual permitió conocer condiciones generales de vida de los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, a través de las distintas técnicas que se describen más adelante, después se procedió a formular la hipótesis.

Método analítico.

A través de este método, fue posible observar e interpretar los datos obtenidos después de que se presentara la hipótesis, para estudiar las causas de las enfermedades

gastrointestinales que afectan a los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Método marco lógico.

Con una comprensión más clara del problema, se realizó la formulación de la hipótesis, en la que se utilizó el marco lógico para influir, además de definir el área de trabajo, también permitió encontrar la variable hipotética dependiente y la variable independiente para especificar el tiempo de investigación.

El marco lógico también permitió descubrir los objetivos generales y específicos de la investigación y fue a través de este que se pudo establecer el nombre del trabajo.

Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.

Para comprobar la hipótesis, el método de inducción fue auxiliado por los siguientes métodos: estadístico, análisis y síntesis.

Método inductivo.

La inducción fue utilizada, para obtener resultados específicos o exclusivos de los problemas identificados, a fin de extraer conclusiones y recomendaciones generales de dichos resultados.

Método estadístico y analítico.

Estos permitieron determinar parámetros de las encuestas, los cuales ayudaron a comprobar la hipótesis, en que, el alto índice de enfermedades gastrointestinales en los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, en los últimos cinco años, es alta, por la falta de dotación de agua potable y la calidad del agua que los pobladores consumen actualmente.

Método sintético.

Una vez que se obtuvo la información, la síntesis fue utilizada, para sacar conclusiones y recomendaciones de este trabajo, esto también hizo que la generalidad de la información sea coherente con los resultados de la investigación de campo.

I.5.2 Técnicas.

Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis.

Lluvia de ideas.

El uso de esta técnica fue esencial para la recopilación de ideas, lo que permitió determinar cuáles son los mayores problemas que afrontan los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Observación directa.

Esta técnica se utilizó, directamente en el área de impacto del estudio y para este propósito, se visitó el cantón Nimapa y se determinó que no cuentan con ninguna fuente que abastezca de agua potable a los pobladores.

Investigación documental.

Esta técnica se utilizó, para determinar si existen documentos similares o relacionados con el problema a estudiar, para evitar la duplicación del trabajo académico a realizar. Los documentos consultados se especifican en la bibliografía.

Entrevista.

Una vez que se formó una comprensión general del problema, se procedió a entrevistar a pobladores mayores de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán y a los miembros del concejo municipal y colaboradores

de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Totonicapán, para obtener información más precisa sobre los problemas encontrados. Después de realizar las entrevistas, con una comprensión más clara del problema, se utilizó el método deductivo, y a través de las técnicas descritas anteriormente, fue presentada la hipótesis. Para este propósito, se apoyó con el método de marco lógico el cual permitió encontrar las variables dependientes e independientes.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Cálculo del tamaño de la muestra.

Para comprobar la variable dependiente se utilizó el cálculo de la muestra al 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa; que fue dirigida a los pobladores mayores de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán con un total de 800 y un cálculo de muestreo de 69 pobladores mayores de 18 años a encuestar.

Encuestas.

Se elaboraron dos tipos de encuesta; la primera fue dirigida a los pobladores mayores de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán para comprobar la variable dependiente y la segunda a los miembros del concejo municipal y colaboradores de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Totonicapán, para la comprobación de la causa.

Censo.

Con el objetivo de comprobar la variable independiente de la inexistencia de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable para uso domiciliario en el cantón Nimapa, se realizó un censo de dieciséis personas entre miembros de concejo municipal y colaboradores de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Totonicapán.

Técnica de análisis.

El análisis incluyó la interpretación de los valores absolutos y relativos de los datos tabulados, los que se obtuvieron después de la aplicación de las boletas de investigación, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada,

Coefficiente de correlación.

Al calcular el coeficiente de correlación, proporciono un indicador estadístico, que en consecuencia permitió conocer la correlación lineal entre dos variables cuantitativas (X,Y), en otras palabras, medir el comportamiento de la curva durante los últimos cinco años. Según la formula establecida por la universidad, el coeficiente de correlación es 0.95.

Proyección de línea recta.

Se elaboró la gráfica comparativa con y sin proyecto para proyectar el impacto que generan la problemática estudiada a futuro, sobre el índice de enfermedades gastrointestinales en los pobladores del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

II. MARCO TEÓRICO

El agua.

Se conoce como agua a una sustancia cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrogeno. El agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido, también puede hallarse en estado gaseoso o en estado sólido.

Agua es la sustancia que aparece con más presencia en la superficie terrestre y es mucho mayor su presencia en comparación con la tierra; en su mayoría el agua se encuentra en los océanos y es agua salada; el agua forma los océanos, los ríos y las lluvias, además de ser parte constituyente de todos los organismos vivos. La circulación del agua en los ecosistemas se produce a través de un ciclo que consiste en diferentes procesos como la evaporación, precipitación y el desplazamiento hacia el mar.

El agua dulce contiene una cantidad mínima de sales disueltas que la diferencian al agua de mar, que es salada. A través de un proceso de potabilización, el ser humano logra convertir el agua dulce en agua potable, es decir, apta para el consumo humano gracias al valor equilibrado de sus minerales. Es importante destacar que la escasez de agua potable en numerosas regiones del planeta genera más de 5 millones de muertes al año. (Valdivieso, 2021, pág. s.p)

El agua mineral, como su nombre lo indica, contiene minerales y otras sustancias disueltas, de modo que al agregarle un valor terapéutico se logra alterar el sabor. El agua mineral es el tipo de agua es el que se comercializa envasado en todo el mundo. (Valdivieso, 2021, pág. s.p).

El agua es el mayor solvente universal debido a que en ella pueden disolverse la gran mayoría de las sustancias, es un excelente conductor de calor y de la electricidad,

posee una enorme cualidad adhesiva que le permite mojar objetos y cuerpos, gracias a la polaridad de sus moléculas. (Valdivieso, 2021, pág. s.p).

El agua se encuentra en los distintos elementos naturales que están distribuidos en toda el planeta, la podemos encontrar en tres estados diferentes, de la siguiente manera: En estado líquido que le permite fluir por ríos, arroyos y océanos, en estado gaseoso se puede encontrar como vapor en la atmósfera y por último se encuentra en los polos, o cuando los lagos y ríos se congelan y se convierten en hielo, a esto se le conoce como estado sólido.

El 70% de la superficie terrestre está cubierta de agua líquida y, de ella, alrededor del 96% corresponde al agua que se encuentra en los océanos y es salada; del restante 30% cerca del 69% es el agua que se encuentra congelada en los polos; solo entre un 1% y un 4% corresponde al valor de agua presente en la atmosfera. (Valdivieso, 2021, pág. sp).

El agua es la sustancia que se considerada como un recurso renovable, cuando se tiene un control estricto en su uso, de lo contrario si no se tiene control en el uso de tal sustancia, se convierte en un recurso no renovable, limitado por las cantidades que se mueven en el sistema natural; sin embargo, se ha considerado como inagotable o infinita, por lo que se ha usado de manera irresponsable en las actividades del ser humano; es importante considerar que el agua algún día se agotará por ser un recurso finito y no siempre dispondremos de ella.

La captación del agua depende de la cantidad de precipitación que tengamos en las diferentes regiones y del grado de desarrollo que se tenga en las diferentes poblaciones, que permita diferentes métodos de recolección, tratamiento y su debida distribución para convertirla en apta para el consumo humano; en Guatemala existe

una gran variación en las diferentes formas de captar el agua para el consumo humano en la mayoría de las áreas rurales del país.

El área rural de Guatemala se caracteriza por ver a la población, en su mayoría niños y mujeres recorrer grandes distancias a pie y con el peso de recipientes pesados en rutas en pésimo estado, para poder ir a obtener agua del río, arroyo, pozo, pileta o chorro comunal más cercano y lo más lamentable es observar que el agua que extraen es de pésima calidad a simple vista contaminada, que si se le hiciera algunas análisis físico o bilógico se podría constatar que es agua contaminada no apta para consumo humano, esta situación demuestra las condiciones de desigualdad que existen en Guatemala.

Tipos de agua.

Si bien se puede definir como agua a dicha sustancia en cualquier forma o estado en que se pueda presentar, es preciso aclarar que existen diferentes tipos de agua en función de sus características físicas, químicas o biológicas:

Agua Potable.

Este tipo de agua tiene las características adecuadas para el consumo humano. (Aqua, 2021, pág. s.p).

Agua Dulce.

El agua dulce se encuentra de manera natural en la superficie terrestre, así también en fuentes subterráneas. (Aqua, 2021, pág. s.p).

Agua Salada.

Este es el tipo de agua que posee una concentración de sales minerales disueltas cerca del 35% y se encuentra presente en los océanos. (Aqua, 2021, pág. s.p).

Agua Salobre.

Es el tipo de agua que cuenta con menos sales disueltas que la salada, pero más que la dulce. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Agua Dura.

Es el agua que contiene minerales disueltos en un alto nivel. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Agua Blanda.

Es el tipo de agua que cuenta con una mínima cantidad de sales disueltas. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Agua Destilada.

Se nombra así cuando ha sido purificada o limpiada mediante un proceso de destilación. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Agua Residual.

Cualquier tipo de agua que ya fue alterada negativamente (contaminada) por la influencia del ser humano. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Aguas Negras.

Tipo de agua contaminada con heces u orina por cualquier ser vivo. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Aguas Grises:

Es el tipo de agua que sale de una vivienda luego de haber tenido un uso doméstico, también se conoce como agua usada. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Agua Cruda o bruta.

Es el agua que nunca ha tenido ningún tipo de tratamiento y se encuentra en fuentes o reservas naturales. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Funciones para el ser humano.

El agua se encuentra en las diferentes funciones que ejerce y todas ellas son esenciales para la salud de los humanos y de los diferentes ecosistemas que componen el planeta tierra, sean acuáticos o terrestres o aéreos, el agua también aporta numerosos beneficios para la salud del humano como: (Aquae, 2021, pág. s.p).

Transportar nutrientes a las células del cuerpo humano y ayuda para la producción de energía , lo cual es el medio en el que se logran disolver los líquidos corporales.

Ayuda a regular la temperatura en el cuerpo.

Ayuda a facilitar la eliminación de toxinas y el exceso de nutrientes por la orina.

Mantiene hidratado el cerebro.

Es vital en el proceso de normalización de la tensión arterial.

Una buena hidratación con agua preserva la elasticidad, suavidad y tono de la piel.

Produce reacciones de hidrolisis en la digestión.

Funciona como sostén, lubricante y amortiguador en las articulaciones. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Ciclo del agua.

El ciclo hidrológico o ciclo del agua es uno de los procesos más importantes en la vida, en este el agua sufre una serie de transformaciones y desplazamientos en los que pasa por sus tres estados: líquido, sólido y gaseoso.

Evaporación.

Este proceso se produce cuando el aire se carga de humedad, el sol aumenta la temperatura en los océanos y el resto de las superficies acuáticas, en esta misma fase del ciclo del agua están incluidas la transpiración y sudoración de los seres vivos y la sublimación que se produce en la superficie de los glaciares. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Condensación.

Las nubes se forman en este proceso, el proceso de condensación se produce cuando las moléculas de agua reducen su movilidad y se unen sobre partículas sólidas suspendidas en el aire y al final se enfría el agua; (Aquae, 2021, pág. s.p).

Precipitación.

También se conoce como precipitación a la lluvia y esta se produce, según se enfrían y condensan las gotas, crecen de tamaño y caen debido a su peso. (Aquae, 2021, pág. s.p).

Infiltración y Escorrentía.

Se conoce como infiltración a toda agua que por medio de la gravedad después del proceso de precipitación cae sobre tierra firme, retorna a los mantos acuáticos en forma de aguas filtradas hacia las superficies subterráneas, por medio del proceso de escorrentía, debido a la topografía. (Aquae, 2021, pág. s.p).



Fuente: Dra. Ana Zita Fernandes. Significados.com. Ciclo del agua.

Fuentes de agua.

Son lugares de donde nace o emana agua de manera natural en cualquier época del año; cuando el agua está libre de cualquier tipo de contaminación se dice que es adecuada para consumo humano y se conoce como agua potable; las fuentes de agua natural disponibles en el medio ambiente pueden clasificarse en tres tipos: aguas meteorológicas, superficiales y subterráneas.

Aguas meteorológicas.

Es una fuente que procede directamente de la atmosfera por medio de la precipitación o en forma de lluvia, las cuales deben captarse antes que lleguen a la superficie terrestre por medio de toneles, cisternas o tanques de almacenamiento, para evitar su contaminación, este tipo de fuente se utiliza para poblaciones pequeñas y donde es muy difícil y no hay forma de abastecer de agua a la población. (Aquaes, 2021, pág. s.p).

Aguas superficiales.

Son todas aquellas fuentes que se encuentra en el seno o superficie de los ríos, lagunas o alguna cuenca de embalse y pueden ser tomadas con facilidad de su fuente. (Aqua, 2021, pág. s.p).

Aguas subterráneas.

Son las fuentes de agua que se filtran en el suelo y emanan en forma de manantiales, este tipo de fuente sufre modificaciones ya que, al atravesar las capas terrestres se mineralizan, absorben ácido carbónico, pierden oxígeno, etc.; las aguas subterráneas comprenden zonas de saturación y zonas de aireación que quedan separadas por un nivel freático y se encuentran en zonas de cavidades conectadas entre sí. (Aqua, 2021, pág. s.p).

Las fuentes subterráneas más importantes de abastecimiento son:

Manantiales de fondo centrado.

Se nombran así a los depósitos subterráneos que emanan verticalmente en un punto definido con profundidad variable.

Manantiales de brote definido.

Son laderas concentradas que emanan horizontalmente en uno o varios puntos.

Manantiales de fondo difuso.

Son los manantiales que salen a la superficie en forma dispersa en un área determinada, son afloramientos verticales.

Agua para actividades domiciliarias.

Conocidas las diferentes tipos de agua y fuentes de las que emanan, se encuentran las aguas para actividades domiciliarias, están son las que se utilizan dentro de una vivienda por los pobladores que la habitan, es el agua que se utiliza para todas las necesidades cotidianas de un humano, como bañarse, lavarse las manos, ir al baño, lavar las ropa, implementos de comida, etc. y por obligación este tipo de agua debe de ser potable, ya que en muchos casos por restricciones económicas las personas consumen de esta agua.

La mayoría de los guatemaltecos en el área rural no cuentan recursos para comprar del agua comercial embotellada para consumo humano, por lo que es indispensable que el estado garantice que todos tengan al menos un grifo o chorro del cual emane agua potable que pueda ser apta para consumo humano y realizar todas sus actividades de manera normal y sin limitaciones.

El agua para usos domiciliarios debe de estar potabilizada; el (Código de Salud, Decreto 90-97) del Congreso de la República de Guatemala, en su sección II, establece lo relacionado con agua potable y es lo siguiente:

Artículo 78.

El estado mediante el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en coordinación con el Instituto de Fomento Municipal son los encargados de impulsar una política prioritaria y de necesidad pública, que garantice el acceso y cobertura universal de la población a los servicios de agua potable con énfasis en la gestión de las propias comunidades para garantizar el manejo sostenible del recurso. (Decreto, 90-97).

Artículo 79.

El estado dio la obligación a las municipalidades de abastecer de agua potable a todas las comunidades situadas en toda su jurisdicción territorial establecida en ley tal como

lo dicta el Código Municipal y las necesidades de la población en el contexto de las políticas de Estado en esta materia y consignadas en la presente ley. (Decreto, 90-97).

Artículo 80.

El encargado de proteger todas las fuentes de agua es El Estado a través del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en coordinación con instituciones del sector, deben de velar por la conservación, protección y uso racional de las diferentes fuentes de agua potable, las Municipalidades del país están obligadas como principales prestatarias del servicio de agua potable a proteger y conservar las fuentes de agua y apoyar y colaborar con las políticas del Sector, para el logro de la cobertura universal dentro de su jurisdicción territorial, en términos de calidad y de cantidad del servicio. (Decreto, 90-97).

Artículo 81.

El agua es un derecho universal de utilidad pública por tal, El Estado a través del Ministerio de Salud, Instituciones del Sector y otras, debe garantizar que los ríos, lagos, lagunas, riachuelos, nacimientos y otras fuentes naturales de agua, puedan en base a dictamen técnico, declararse de utilidad e interés público, para el abastecimiento de agua potable en beneficio de las poblaciones urbanas y rurales de acuerdo con la ley específica, la servidumbre de acueducto se regulara en base al Código Civil y otras leyes de la materia. (Decreto, 90-97).

Artículo 82.

Fomento de la construcción de servicios. El Ministerio de Salud en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada en congruencia con lo establecido en los artículos 78 y 79 del Decreto 90-97, deben fomentar la construcción de obras destinadas a la provisión y abastecimiento permanente de agua potable a las poblaciones urbanas y rurales. (Decreto, 90-97).

Artículo 83.

En todo centro de trabajo o empresa el empleador debe de proveer a sus empleados agua y a su vez debe de garantizar que la misma sea potable para su adecuado, funcionamiento y necesidades personales. (Decreto, 90-97).

Artículo 84.

Existe prohibición tajante de tala de árboles en las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas y fuentes de agua, hasta 25 metros de sus riberas. La violación o caso omiso a dicha disposición será sancionada de acuerdo a lo que establece el presente decreto. (Decreto, 90-97).

Artículo 85. Obligación a las Organizaciones no gubernamentales/ONG.

El Ministerio de Salud, las Municipalidades y la comunidad organizada, establecerán las prioridades que las organizaciones no gubernamentales deban atender para abastecer los servicios de agua potable. (Decreto, 90-97).

Artículo 86. Normas.

El Ministerio de Salud establecerá las normas vinculadas a la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable para consumo humano para vigilar en coordinación con las Municipalidades y la comunidad organizada la calidad del servicio y del agua de todos los abastos para uso humano, sean estos públicos o privados. (Decreto, 90-97).

Artículo 87. Purificación del agua.

Las obligadas a velar que se tenga un estricto control en la purificación del agua para que la misma sea potable son las Municipalidades y demás instituciones públicas o privadas encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, en base a los métodos que sean establecidos por el Ministerio de Salud y este deberá brindar asistencia técnica a las Municipalidades de una manera eficiente para su

cumplimiento. La violación a esta disposición conllevara sanciones penales en que pudiera incurrirse. (Decreto, 90-97).

Artículo 88. Certificado de calidad.

Todo proyecto de abastecimiento de agua, previo a su puesta en ejecución, deberá contar con un certificado extendido de manera ágil por el Ministerio de Salud en el cual se registre que es apta para el consumo humano. Si el certificado no es extendido en el tiempo establecido en el reglamento respectivo, el mismo se dará por extendido y se responsabilizará de cualquier daño al funcionario o empleado que no emitió opinión en el plazo estipulado. (Decreto, 90-97).

Artículo 89. Conexión de los servicios.

Los propietarios o poseedores de inmuebles y abastecimientos de agua ubicados en el radio urbano, dotado de redes centrales de agua potable, deberán conectar dichos servicios de acuerdo con los reglamentos municipales; corresponde a las Municipalidades controlar el cumplimiento de esta disposición. (Decreto, 90-97).

Artículo 90. Agua contaminada.

Es totalmente prohibido utilizar el agua contaminada, para el consumo humano y el cultivo de vegetales alimentarios que son utilizados para el consumo humano. (Decreto, 90-97).

Artículo 91. Suspensión de servicio.

Es prohibido en toda población que cuenta con servicio de agua potable, suspender este servicio, salvo casos de fuerza mayor que determinaran las autoridades del Ministerio de Salud, en coordinación con las municipalidades tales como deuda, alteración del sistema dudosa por parte del usuario. (Decreto, 90-97).

Para operativizar lo estipulado en el Artículo 86 del Decreto 90-97, que refiere que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social establecerá las normas en relación con la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable, en comunicación con las Municipalidades, en 2009 se crea el Reglamento de Normas Sanitarias para la Administración, Construcción, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano, Acuerdo gubernativo 113-2009. (Tejada, 2020, pág. 18)

En dicho reglamento se disponen las normas sanitarias, registros de servicios, vigilancia y control del agua que los prestadores de servicios de agua potable (Municipalidad y demás instituciones o personas públicas o privadas) deben cumplir para purificar el agua con base en los métodos establecidos por dicho Ministerio; por su parte, el Código Municipal, Decreto 12-2002, establece las competencias del municipio con relación al abastecimiento domiciliario de agua potable, debidamente clorada, Artículo 68, literal a. (Tejada, 2020, pág. 18)

En el Código de Salud, en la Sección II, Agua Potable, el Artículo 91 establece la prohibición de suspender el servicio de agua potable, salvo casos de fuerza mayor, este artículo queda respaldado por el Artículo 5, literal w, del acuerdo 113-2009 en donde se dispone que: Los prestadores del servicio deben informar a la población que vaya a ser afectada con una anticipación de, al menos, cuarenta y ocho horas cuando el abastecimiento de agua deba ser interrumpido por causa de mantenimiento o reparación de algún componente del servicio. (Tejada, 2020, pág. 18)

Quien determina las normas y métodos para la purificación de agua es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social mediante el Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos de purificación y métodos de purificación de agua para consumo humano, Acuerdo gubernativo 1148-2009, con base en el Artículo 87 del Código de Salud; en dicho manual también se hace referencia a la remoción de

sólidos, intercambio de gases, uso del proceso de aireación y desinfección. (Tejada, 2020)

Los métodos de desinfección estipulados en el manual son: aplicación de cloro y sus derivados, aplicación de ozono y aplicación de radiación ultravioleta; los métodos de desinfección solar del agua (SODIS por sus siglas en inglés) y agua hervida quedan únicamente para ser utilizados en situaciones de desastres o emergencia; el seguimiento a la aplicación de los métodos es responsabilidad de las Direcciones de Área de Salud del Ministerio de Salud Pública, con el apoyo del Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de Agua de Consumo Humano, creado por Acuerdo ministerial SP-M-278-2004. (Tejada, 2020, pág. 19)

El Código de Salud en su Artículo 88 refiere que todo proyecto de abastecimiento de agua, previa ejecución, deberá contar con un certificado de calidad del agua emitido por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, para lo cual deberá remitirse al Reglamento para la Certificación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Proyectos de Abastecimiento, Acuerdo Gubernativo 178-2009, que en su artículo 5 establece que: toda solicitud de extensión del certificado de calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento deberá acompañarse de la documentación que contenga, como mínimo, lo siguiente: (Tejada, 2020, pág. 19)

Nombre del proyecto de abastecimiento.

Ubicación detallada del proyecto de abastecimiento.

Identificación del ente responsable de la prestación del servicio.

Identificación del ente responsable de la ejecución de la obra sanitaria.

Identificación o nombre de las fuentes de agua a ser utilizadas.

Ubicación detallada de las fuentes de agua a ser utilizadas.

Valor de aforo promedio de las fuentes de agua a ser utilizadas; evaluado para época seca y lluviosa.

Número estimado de personas a ser beneficiadas por el proyecto.

Descripción de los componentes que integran el proyecto.

Valores bimensuales durante los últimos seis meses, de las siguientes propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua a ser utilizada:

Calcio.

Cloruros.

Grupo coliforme fecal.

Color.

Conductividad.

Hierro.

Magnesio.

Manganeso.

Nitratos.

Nitritos.

Olor.

Potencial de hidrógeno.

Sabor.

Sulfatos. (Tejada, 2020, pág. 20)

En el siguiente cuadro se enmarcan los Acuerdos Gubernativos más esenciales, creados con el fin de controlar y normar la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable y agua para consumo humano en Guatemala, así como la vigilancia de la calidad del agua y su debida purificación.

Acuerdos Estatales para agua potable o de consumo humano	
Acuerdo Gubernativo 113-2009	Reglamento de normas sanitarias para la construcción, administración, operación y mantenimiento de los servicios de abastecimiento de agua para consumo de humano.
Acuerdo Gubernativo 178-2009	Reglamento para la certificación de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento.
Acuerdo Ministerial 1148-09	Manual de normas sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano.
Acuerdo SP-M-278- 2004	Creación del Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de Agua Para Consumo Humano (PROVIAGUA).

Fuente: Guía de normas y estándares técnicos aplicados a agua y saneamiento. Normas para agua de consumo humano, agua potable y agua envasada.

Normas Guatemaltecas Obligatorias emitidas por COGUANOR para el control de agua potable para consumo humano en Guatemala	
COGUANOR NGO29011	Ensayos físicos. Determinación de Color y Turbiedad.
COGUANOR NGO29012	Determinación de metales. Calcio, Dureza, Hierro.
COGUANOR NGO29013	Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Alcalinidad, Fluoruro, Nitrato, Nitrito, Oxígeno disuelto, Potencial de Hidrógeno.
COGUANOR NGO30034	Hipoclorito de sodio en solución acuosa.
COGUANOR NGO 29001	Agua Potable, Agua para consumo humano, Agua envasada para consumo humano.

Fuente: Guía de normas y estándares técnicos aplicados a agua y saneamiento. Normas para agua de consumo humano, agua potable y agua envasada.

Norma COGUANOR NTG 29001, Agua para consumo humano.

Esta norma fue creada exclusivamente para dar las especificaciones y características que debe de tener el agua que deben consumir los humanos en Guatemala y expresa lo siguiente:

Objeto.

La norma NTG 29001 establece los valores en rangos que deben de tener todas las características del agua definida para consumo humano.

Campo de aplicación.

Esta norma se aplica al agua destinada para la alimentación y uso doméstico, que provenga de fuentes como: pozos artesanales, mecánicos, nacimientos o ríos; el agua de consumo humano puede estar almacenada en un tanque de almacenamiento, red de distribución o depósitos.

Se excluyen a las aguas purificadas envasadas y aguas carbonatadas, las cuales son cubiertas por normas específicas.

Definiciones.

Agua potable o agua apta para consumo humano.

Es el tipo de agua que, por sus características, organolépticas, físicas, químicas y bacteriológicas, no representa un riesgo para la salud del consumidor y cumple con lo establecido en la norma NTG 29001.

Características físicas y organolépticas del agua.

Son aquellas que se detectan a través de sensores o por medios analíticos de laboratorio.

Características químicas del agua.

Son aquellas que se originan de elementos o compuestos químicos orgánicos e inorgánicos.

Características microbiológicas del agua.

Son aquellas que provienen de la presencia de microorganismos que determinan su calidad.

Cloro residual libre.

Es el parámetro químico disponible después de la cloración, a su vez indica la concentración de cloro disuelto.

Límite Máximo Permisible (LMP).

Es un valor de concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua no es apta para el consumo humano.

Límite Máximo Aceptable (LMA).

Es el valor que indica que el agua no es dañina para la salud del humano, y es la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual estas características son percibidas por los consumidores desde el punto de vista sensorial.

Programa de análisis mínimo, los análisis en esta etapa de control son.

Análisis microbiológico.

Este análisis determina en el agua coliformes totales y *Escherichia coli*.

Análisis fisicoquímico.

Determina en el agua el color, turbiedad, cloro residual libre, conductividad, potencial de hidrogeno (pH), cloruros, sulfatos, calcio, dureza total, magnesio, nitratos, nitritos, hierro y manganeso totales.

Programa de análisis complementario.

Incluye la ejecución del programa de análisis mínimo, ampliado con: aluminio, cobre, cadmio, arsénico, cianuro, mercurio total, cromo total, plomo, zinc, selenio, sólidos disueltos totales y sustancias orgánicas o pesticidas que afectan a la salud del humano.

Red de distribución.

Se conoce como red de distribución de un sistema de abastecimiento de agua potable a un conjunto de tuberías de diferente diámetro que se conducen desde un tanque de almacenamiento o distribución que almacena el agua, así como accesorios y dispositivos que permiten el flujo correcto del agua y a su vez logra llegar a los consumidores de forma constante, con una presión apropiada sin dañar ningún componente de la red y con una dotación de litros, habitante por día suficiente para llevar a cabo todas sus necesidades cotidianas; también se consideran parte de una red de distribución de agua a los camiones cisterna y depósitos de cualquier naturaleza.

Sustancia plaguicida.

Es un término que incluye a compuestos que forman parte de los siguientes grupos: insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, alguicidas y nematocidas, así como otros productos derivados de sus metabolismos, productos que no tienen degradación y de reacción de estos.

Radionúclidos o radioisótopos.

Se caracteriza por ser un núcleo atómico que emite radiaciones ionizantes para transformarse en otro núcleo, que a su vez puede seguir o dejar de emitir radiaciones, hasta llegar a estabilizarse, transformándose al final un núcleo estable.

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Cloro residual libre.	0,5	1,0
Cloruro (Cl ⁻)	100,0	250,0
Dureza Total (CaCO ₃)	100,0	500,0
Sulfato(SO ₄ ⁻)	100,0	250,0
Aluminio (Al)	0,050	0,100
Calcio (Ca)	75,0	150,0
Cinc (Zn)	3,0	70,0
Cobre (Cu)	0,050	1,500
Magnesio (Mg)	50,0	100,0
Manganeso total (Mn)	0,1	0,4
Hierro total (Fe)	0,3	-----

a) El ministerio de Salud Pública y Asistencia Social es el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia.

b) No se incluye Límite Máximo Permisible porque la Organización Mundial de la Salud establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al Límite Máximo Admisible.

Fuente: Norma COGUANOR NTG 29001. Características químicas que debe tener el agua para consumo humano.

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 ^(a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT ^(b)
Conductividad eléctrica	750 uS/cm	1500 uS/cm ^(d)
Potencial de hidrogeno	7.0-7.5	6.5-8.5 ^{(c)(d)}
Solidos totales disueltos.	500.0 mg/L	1000.0 mg/L
a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto. b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT) c) En unidades de pH d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C.		

Fuente: Norma COGUANOR NTG 29001. Características químicas que debe tener el agua para consumo humano.

Acuerdo Gubernativo 178-2009.

Este acuerdo fue creado por el Organismo Ejecutivo en el año 2009 para poder crear un reglamento que diera todo tipo de criterios técnicos y administrativos para poder certificar la calidad del agua que se distribuirá en cualquier proyecto de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales de Guatemala; y en sus primeros artículos establece lo siguiente:

Artículo 2.

Al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, a través de las Direcciones de Área de Salud, le compete velar por el cumplimiento del presente reglamento, (Acuerdo Gubernativo 178-2009).

Artículo 3.

Para efectos de interpretación y aplicación del reglamento, se entenderán las siguientes definiciones:

Agua para consumo humano.

Agua destinada para beber, preparación de alimentos e higiene personal y que será distribuida por medio de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Certificado de calidad.

Documento emitido por la autoridad sanitaria competente, que acredite que una fuente de agua es apta para ser utilizada en un sistema de abastecimiento de agua potable, de acuerdo con su aptitud sanitaria para cumplir con las normas y especificaciones de potabilidad vigentes y con base en sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas y la métodos de tratamiento y desinfección previstos.

Desinfección.

Eliminación de microorganismos patógenos contenidos en aguas de consumo humano, mediante métodos establecidos por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Tratamiento.

Modificación de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano, para que cumpla con las normas y especificaciones de potabilidad vigentes.

Obra sanitaria.

Infraestructura civil utilizada en conjunto con equipos, materiales, personal y acciones de administración, operación y mantenimiento, para el abastecimiento de agua para consumo humano.

Proyecto de abastecimiento.

Es la etapa previa la ejecución de un sistema de abastecimiento de agua potable para consumo humano, desde los estudios hasta el diseño final, únicamente pendiente de ejecutarlo en la realidad.

Sistema de abastecimiento.

Es un sistema compuesto de obras sanitarias, equipos, materiales, personal y acciones de administración, operación y mantenimiento, cuyo objetivo es la satisfacción de las necesidades de abastecimiento de agua potable para consumo humano de un grupo de habitantes. (Acuerdo Gubernativo 178-2009).

Artículo 4.

Toda persona pública o privada, individual o jurídica, responsable de un proyecto de abastecimiento de agua para consumo humano, deberá solicitar y obtener el certificado de calidad del agua para consumo humano de dicho proyecto, previo a su puesta en ejecución, la solicitud deberá ser escrita y dirigida al director del Área de Salud correspondiente, según la jurisdicción que corresponda al proyecto de abastecimiento de agua potable. (Acuerdo Gubernativo 178-2009).

Artículo 6.

Las Direcciones de Área de Salud deben realizar inspección sanitaria para todos aquellos proyectos de abastecimiento para los que sea solicitada la extensión del certificado de la calidad del agua para consumo humano, la inspección debe realizarse a las fuentes a ser empleadas, como al área en donde se ejecutará el proyecto; el objetivo de la inspección verificar la veracidad de la información presentada adjunta a la solicitud correspondiente. (Acuerdo Gubernativo 178-2009).

Artículo 7.

El ente rector del Área de Salud debe de extender el Certificado de Calidad de Agua para consumo humano para un proyecto de abastecimiento de agua potable, si y solo si se cumplan los siguientes requisitos:

Los métodos y procesos previstos para el tratamiento y desinfección del agua a ser utilizada estén de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes evaluadas deberán ser sanitariamente aptas para ser sometidas a los procesos y métodos de tratamiento y desinfección propuestos para el proyecto de abastecimiento de manera que se cumplan las normas y especificaciones de potabilidad vigentes.

Las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes evaluadas no deben presentar variaciones significativas en el tiempo, y no debe existir evidencia de exposición a fuentes de contaminación. (Acuerdo Gubernativo 178-2009).

Artículo 8.

En base de la evaluación realizada al expediente de mérito, si la inspección practicada, por la Dirección del Área de Salud correspondiente determina que no se cumplen los criterios establecidos en el artículo 7 del Acuerdo Gubernativo 178-2009, por lo tanto, no procede la prórroga. del certificado de calidad, deberá orientar al interesado respecto de las medidas correctoras. (Acuerdo Gubernativo 178-2009).

Artículo 9.

Luego de dar cumplimiento a lo establecido en los artículos 4 y 5 del Acuerdo Gubernativo 178-2009, el plazo máximo para resolver la solicitud de certificación de la calidad del agua es de treinta días. (Acuerdo Gubernativo 178-2009).

Enfermedades gastrointestinales.

Se conocen como enfermedades gastrointestinales a aquellas que atacan el sistema digestivo, dígase el estómago y los intestinos, generalmente son ocasionados por bacterias, parásitos, virus y algunos alimentos como la leche y ciertos tipos de grasas; en otros casos, estas enfermedades están relacionadas con diferentes tipos de cáncer y con el colon, y se conocen como síndrome de colon con diarrea y sin diarrea; Una enfermedad muy común es la gastroenteritis viral, que se desarrolla a partir de un virus y produce diarrea y vómitos, y en un nivel infeccioso más avanzado requiere el uso de antibióticos. (Ramírez, 2020, pág. s.p).

Del mismo modo, las enfermedades ácido-pépticas y gastrointestinales son aquellas que afectan a nuestro sistema digestivo y surgen por un aumento en la producción de ácido y pepsina.

Aparato digestivo.

El aparato digestivo es un conjunto de órganos encargados de transformar los alimentos para que puedan ser absorbidos y utilizados por las células del organismo, este conjunto de órganos está conformado por la boca, esófago, glándulas salivales, faringe, estómago, páncreas, hígado, vesícula biliar, intestino delgado, intestino grueso y ano. (Ramírez, 2020, pág. s.p).

Las patologías o enfermedades más comunes del aparato digestivo son.

Esofagitis.

Es una inflamación que daña los tejidos del esófago y algunos de sus síntomas son la dificultad para tragar acompañado de dolor.

Gastritis.

Es la inflamación del revestimiento del estómago.. (Ramírez, 2020, pág. s.p).

Con la llegada de la temporada de lluvia se incrementan los casos de enfermedades gastrointestinales que producen diarrea, esto puede estar relacionado al aumento del consumo de alimentos y agua contaminada debido a inundaciones, desborde de ríos y contaminación de cultivos; además de una inadecuada limpieza y desinfección del alimento previo a su preparación o consumo.

La diarrea es la evacuación de heces sueltas o líquidas de una persona, se presenta tres o más veces durante el día, o cuando la frecuencia de las deposiciones es mayor que lo normal para la persona, las principales causas de su apareamiento es la infección del tracto digestivo, que puede estar causada por bacterias, virus y parásitos, entre otros. Afecta principalmente a niños menores de 5 años y personas mayores de sesenta años; en nuestro país es muy frecuente, tanto que ha llegado a registrarse como la segunda causa de enfermedad en niños pequeños en donde los principales peligros son la deshidratación y desnutrición. (Ramírez, 2020, pág. s.p).

Las condiciones que influyen para que se presente la enfermedad en niños menores de 5 años son diversas, estas son las principales:

Usar agua contaminada para preparar la pacha.

Dar de comer a los niños, alimentos contaminados o mal refrigerados.

No lavarse las manos correctamente, después de ir al baño o cambiar pañales y luego preparar alimentos.

Dar de comer a los niños alimentos vencidos o en mal estado.

No enseñarles a los niños como deben de lavarse las manos correctamente.

Falta de lugares adecuados para la disposición de las heces y basura. (Ramírez, 2020, pág. s.p).

¿Cómo evitar adquirir enfermedades gastrointestinales?

Evitar totalmente consumir agua no potabilizada, es muy importante lavarse las manos antes de comer y después de ir al baño, evitar ingerir alimentos de puestos callejeros, lugares sin baños o con dudas sobre la procedencia de los alimentos, lavar y desinfectar bien las frutas y verduras.

Cuencas.

Se conoce como cuenca a la unidad territorial en que el agua que cae por precipitación confluye y desagua en un punto común o desemboca todas en un mismo río, lago o mar; En el área de una cuenca habitan seres humanos, animales y plantas, todos ellos interrelacionados; Los límites de la cuenca se conocen como “cuencas”, que consisten en una línea imaginaria que une los puntos más altos en el área delimitada entre dos vertientes.

En una cuenta se identifican los siguientes elementos:

Río principal.

Es el afluente que actúa como el único recolector de las aguas que vienen de otros afluentes menores.

Los afluentes.

Es el conjunto de ríos secundarios que desembocan en el río principal, cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada subcuenca; las obras que son construidas por los humanos que se observan dentro del área de la cuenca suelen ser ciudades, viviendas, campos de cultivo o carreteras; las intervenciones humanas en la cuenca causan desequilibrio y provocan desastres naturales, ya que se sobreexplota la cuenca con la extracción de recursos como la madera, que causan inundaciones en las partes bajas de la cuenca. (MAGA/JICA, s.f, pág. 13).

Cuenca hidrográfica.

Es la superficie de terreno definida por el patrón de escurrimiento del agua, son sistemas independientes, en donde interactúan en tiempo y espacio aspectos biológicos, físicos, productivos, sociales, económicos, culturales, legales e institucionales.

Una cuenca hidrográfica es el área territorial delimitada por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un lago u océano; este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas. (MAGA/JICA, s.f, pág. 13).

En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales, la infraestructura que el hombre ha creado, en ella el hombre desarrolla sus actividades económicas y sociales que generan diferentes efectos favorables y desfavorables para el bienestar humano.

No existe ningún punto en la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica y estas se definen por.

Tamaño geográfico.

Todas las cuencas hidrográficas pueden ser grandes, medianas o pequeñas, por ejemplo, para Centroamérica la cuenca del río Lempa (El Salvador), Chixoy (Guatemala), Reventazón (Costa Rica) pueden considerarse grandes cuencas, en el contexto de Centroamérica, sin embargo, estas en tamaño son pequeñas si se las compara con la cuenca del río Amazonas o la cuenca del Plata en Sudamérica, por lo que, en cuanto a su tamaño y complejidad, los conceptos de pequeñas cuencas o microcuencas pueden ser muy relativos a la hora de desarrollar acciones, recomienda luego utilizar criterios conjuntos de comunidades o unidades territoriales manejables desde el punto de vista hidrográfico. (MAGA/JICA, s.f, pág. 14).

Su ecosistema.

El ambiente o ecosistema en el que se encuentran las cuencas hidrográficas, establecen una condición natural, así tenemos, las cuencas áridas, cuencas tropicales, cuencas húmedas y cuencas frías.. (MAGA/JICA, s.f, pág. 14).

Su objetivo.

Por su capacidad natural de sus recursos, objetivos, vocación, y características, las cuencas pueden denominarse hidroenergéticas, para agua de población, agua para riesgo, agua para navegación, pecuaria, hortícola y municipal. (MAGA/JICA, s.f, pág. 14).

Considerada su topografía o relieve y accidentes del terreno, las cuencas pueden denominarse planas, quebradas, accidentadas o cuencas de alta montaña.

La cuenca hidrográfica como sistema.

MAGA/JICA, (s.f) afirma:

Para comprender por qué la cuenca hidrográfica es un sistema, es necesario explicar que:

En la cuenca hidrográfica existen interacciones entre todos sus elementos, por ejemplo, si hay una deforestación importante en la parte alta, es posible que en invierno o época de lluvias haya inundaciones en las partes bajas.

En toda cuenca hidrográfica hay entradas y salidas, por ejemplo, el ciclo hidrológico permite cuantificar la cantidad de agua que ingresa a la cuenca por precipitación y otras formas; y luego hay una cantidad que sale de la cuenca, por su río principal en las desembocaduras o por el uso que adquiere el agua.

En una cuenca hidrográfica existen interrelaciones, por ejemplo, la degradación de un recurso como el agua, se relaciona con la falta de educación ambiental en el ser humano, esto por la falta de aplicación de leyes, con tecnologías inadecuadas, etc. (pág. 14).

MAGA/JICA, (s.f) afirma:

El sistema de una cuenca hidrográfica está integrado por los subsistemas siguientes:

Biológico, compuesto esencialmente por la flora y la fauna, y los elementos cultivados por el hombre.

Físico, compuesto por su geología, el suelo, subsuelo, recursos hídricos y del clima.

Económico, compuesto por el conjunto de actividades productivas que realiza el humano como: agricultura, ganadería, recursos naturales, industria y servicios.

Social, compuesto por los elementos demográficos, institucionales, tendencia de la tierra, salud, educación, vivienda, culturales, organizacionales, políticos, etc. (pág. 15).

De acuerdo a la ubicación de la cuenca y al nivel de intervención humano en ella, varían todos los elementos que componen los subsistemas.

Partes de una cuenca hidrográfica.

Las cuencas hidrográficas tienen tres partes o zonas que mantienen una interacción cerrada ellas son: la parte alta, la parte media y la parte baja, en estas tres zonas es el impacto del agua es distinto.

La parte superior de la cuenca hidrográfica capta el agua de lluvia, la regula y la suministra a otras partes de la cuenca; todas las actuaciones que se realicen en esta parte repercutirán en el resto de la cuenca. (MAGA/JICA, s.f, pág. 15).

La parte media de la cuenca es donde se realizan la mayor parte de las diversas actividades productivas, es la región donde se ejerce mayor presión hacia la parte alta de la cuenca; Esta es una zona de transición o de amortiguamiento entre las acciones de la parte superior y los efectos que se manifiestan en la parte inferior de la cuenca. (MAGA/JICA, s.f, pág. 15).

La parte baja de la cuenca está generalmente cerca de la costa y en esta zona se manifiestan los impactos positivos o negativos de las acciones que se estaban o se realizan en la parte alta y media de la cuenca. (MAGA/JICA, s.f, pág. 15).

En Guatemala las cuencas hidrográficas se ubican dentro de tres grandes vertientes, las cuales son: Pacífico, Atlántico o Caribe y Golfo de México, dentro de las cuales están ubicadas 38 cuencas, 194 cuerpos de agua continentales, divididos en 7 lagos, 49 lagunas, 109 lagunetas, 19 lagunas costeras, 3 lagunas temporales y 7 embalses distribuidos en 18 de los 22 departamentos del país y que abarcan una superficie de $1,067km^2$ distribuidos en 18 de los 22 departamentos del país y que abarcan una superficie de $1,067km^2$. (MAGA/JICA, s.f, pág. 15).

Vertiente del Pacífico es la que está formada en la parte alta, por los valles del altiplano central del país que drenan a la misma vertiente y a las del Atlántico y del Golfo de México; los canales cruzan la cadena volcánica y finalmente desembocan en la planicie costera hasta llegar al Océano Pacífico; aquí las cuencas son estrechas, con fuerte pendiente en la parte media y muy suave en la parte baja. (MAGA/JICA, s.f, pág. 15).

Debido a las condiciones orográficas la Vertiente del Atlántico se tiene como una de las zonas más secas del istmo centroamericano, pero está bien definida, e incluye los ríos con mayor longitud del territorio nacional.. (MAGA/JICA, s.f, pág. 16).

Las cuencas hidrográficas se pueden subdividir en áreas más pequeñas denominadas subcuencas y microcuencas y se utilizan como unidades para la planificación territorial; esta subdivisión se hace de acuerdo a los diferentes afluentes que los componen.

Ya que las cuencas hidrográficas son utilizadas para planificación, es de suma importancia el buen manejo de la parte superior o alta de la cuenca, porque, al mantener una cobertura boscosa, esto ayudara a controlar la cantidad y estacionalidad del agua que escurre por los ríos manantiales, además, es muy importante el manejo

de las tierras agrícolas para evitar la erosión especialmente las que están en áreas de la ladera. (MAGA/JICA, s.f, pág. 16).

¿Como delimitar una cuenca hidrográfica?

Las cuencas hidrográficas se delimitan físicamente por medio de diferentes características de la topografía, como una carta topográfica, un plano altimétrico o un mapa topográfico, que contenga suficiente detalle de la altimetría del terreno; entre las escalas más comunes se tienen, 1:25,000 y 1:50,000, aunque para fines de diseño e intervención, las escalas más recomendables pueden ser 1:10,000 o 1:5,000; el tamaño y complejidad del relieve de la cuenca indicaran cuál es la escala más apropiada.

Para terrenos planos la escala debe de ser mayor, ya que, requieren más detalle de las curvas de nivel, por el contrario, terrenos muy accidentados y de variadas pendientes requerirán menor detalle de curvas a nivel y la escala podría ser menor.

Aforos.

El aforo de caudales de fuentes naturales es la operación de medición del volumen de agua que transita en una sección establecida en un intervalo de tiempo determinado.

El aforo consta de dejar caer o entrar cierto volumen de agua en tiempo determinado y mediante un cálculo simple de dividir el volumen de agua dentro del intervalo de tiempo que transcurrió, para determinar el caudal que se tiene de la fuente o en la tubería que se realice la medición

Las mediciones de caudales mediante aforos se pueden ejecutar de dos formas:

De forma continua o permanente, donde en la zona que se desea aforar se realiza la instalación de estaciones limnimétricas (las que miden) o de estaciones limnigráficas (las que registran datos).

De manera puntual, instantánea o asilada, donde en la zona en que se desea efectuar el aforo se realizan mediciones de caudal en determinados instantes de tiempo donde se desee conocer la magnitud de una corriente en concreto.

Métodos de aforo empleados para determinar el caudal.

Al seleccionar la sección a aforar, se debe tener conocimiento y certeza de que la forma de la sección no se verá afectada por cambios en el tiempo, es decir, corresponde a una sección de la fuente que no sufre socavación y no está en proceso de sedimentación. (Fibras y Normas de Colombia, 2019)

Para calcular el caudal, la mayoría de los métodos de aforo se basan en la ecuación de continuidad $Q = V \cdot A$, donde V representa la velocidad en el tramo y A la zona donde se realizó el aforo. (Fibras y Normas de Colombia, 2019)

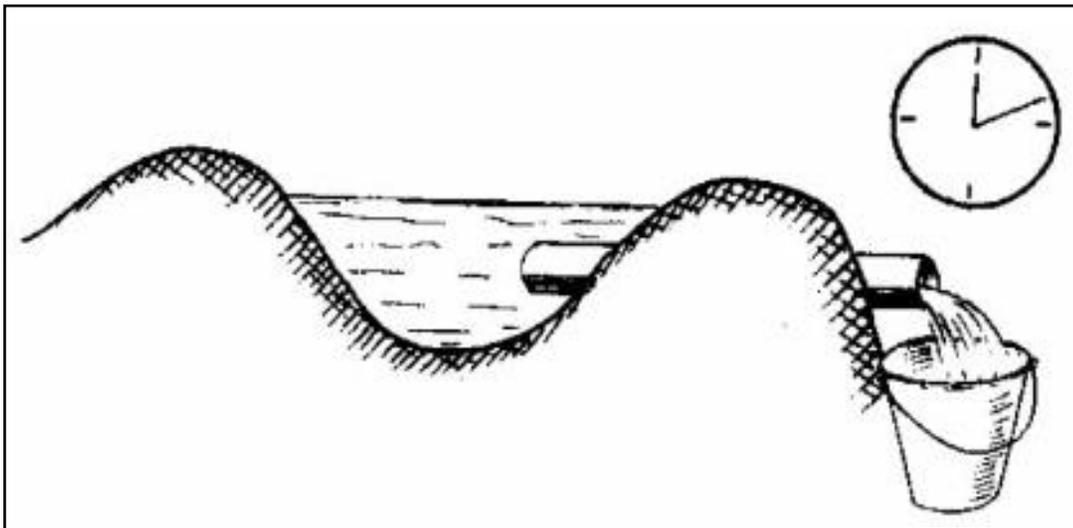
Los métodos más utilizados para conocer el caudal de una fuente hídrica son los siguientes:

Aforo volumétrico.

Este tipo de aforo es la representación más sencilla para calcular caudales mínimos o pequeños, consiste en desviar el agua hacia un canal o tubería que descargue el agua en un recipiente y así, medir el tiempo que tarda en llenarse mediante un cronómetro. Para fuentes con caudales superiores a 4 litros/segundo, se recomienda realizar la medición volumétrica en un recipiente con capacidad de 10 litros, que se llenará en aproximadamente 3 segundos; para corrientes que presenten caudales inferiores a 50

litros/segundo, se recomienda utilizar un recipiente de 200 litros.(Fibras y Normas de Colombia, 2019)

La ecuación de primer grado que se utiliza para el cálculo del caudal es $Q = V/t$, donde V es el volumen del recipiente y t es el tiempo de llenado del recipiente, para una mayor precisión de este cálculo, es recomendable realizar varias tomas del tiempo de duración del llenado del recipiente, promediar dichos tiempos para posteriormente aplicar la ecuación de caudal antes mencionada. (Chow, 1988, pág. 181).



Fuente: Ven Te Chow. Hidrología aplicada. Método de Aforo Volumétrico.

Aforo con tubo de pitot.

Para medir velocidades de flujo bajo presión, es decir, flujos que se mueven a través de tuberías o conductos, se utiliza la medición con tubo de Pitot, sin embargo, también se aplica en la medición de velocidades de flujo en pequeñas corrientes naturales; el aforo de Pitot también permite medir la velocidad de la corriente a diferentes profundidades, por lo que se puede conocer la velocidad media en el tramo por donde circula el fluido y se realiza el aforo, la cual, multiplicada por el área del tramo, es

obtenido. como resultado el flujo de la corriente. (Fibras y Normas de Colombia, 2019).

Aforo con trazadores fluorescentes o colorantes.

El uso de colorantes es uno de los métodos más sencillos y exitosos para medir el caudal en corrientes de agua, una vez seleccionada la sección de aforo, en la que el caudal de agua es constante y uniforme, se añade colorante en el punto de partida aguas arriba y se mide el tiempo de llegada al final del punto final aguas abajo, con el dato de la distancia entre los puntos inicial y final, esto se puede dividir entre el tiempo que tardó en llegar el colorante de punta a punta, con ello se logra obtener la superficie o tasa de flujo subsuperficial de la corriente. (Fibras y Normas de Colombia, 2019)..

Aforo con flotadores.

El empleo de este tipo de aforo se limita a situaciones donde no se requiera conocer con exactitud o mayor precisión el valor del caudal, el aforo con flotadores es el método más sencillo de realizar, pero también es el más impreciso, se utiliza principalmente para conocer la cantidad de agua que circula en canales o cauces pequeños; por lo tanto, con este tipo de aforo únicamente se pretende conocer la velocidad media en la sección para poder multiplicarla por su área, y conocer el caudal según la ecuación de continuidad ($Q = V \cdot A$). (Fibras y Normas de Colombia, 2019).

(Fibras y Normas de Colombia, 2019) afirma:

El tipo de medida de caudal mediante flotadores consiste en tomar un tramo de longitud L en la corriente, medir el área A del tramo y posteriormente lanzar un cuerpo que puede flotar aguas arriba como primer punto de control o punto de partida, cuando el cuerpo pasa por el punto de partida, se toma el tiempo que tarda el objeto en viajar hasta llegar al punto de control final aguas abajo.

Para realizar ese método de aforo se puede utilizar las tres clases de flotadores que son las siguientes:

Flotador de Superficie.

Este tipo de flotador arroja la velocidad cerca de la superficie libre de la corriente y puede ser cualquier objeto que flote con su centro de gravedad cerca de la superficie libre del agua.

Flotador de Subsuperficie.

Este flotador se utiliza principalmente para determinar la velocidad y dirección de las corrientes subterráneas en lagos, puertos y grandes masas de agua; Consiste en un flotador de superficie unido por un cable a otro sumergido de mayor peso y que tiene el cable tensado sin hundir el flotador de superficie. Como el flotador sumergido es relativamente grande, el efecto del objeto en la superficie generalmente se deprecia.

Flotador de Bastón o Varilla.

Este tipo de flotadores se construyen con palos de madera o cilindros huecos de metal lastrado en un extremo para que puedan flotar en posición vertical con el extremo sin peso, ligeramente expulsado de la superficie del agua, es muy importante considerar que el flotador debe estar lo más cerca posible del fondo del canal sin tocarlo en ningún punto de su trayectoria para evitar tomar datos erróneos.



Fuente: www.blog.fibrasynormasdecolombia. Método de Aforo con flotadores.

Aforo con molinete o correntómetro.

Fibras y Normas de Colombia, 2019 afirma:

El tipo de aforo con molinete se utiliza para determinar con mayor precisión el caudal de una corriente, donde el elemento de medición consiste en una rueda con una serie de aspas que se mueven a través de la corriente, la velocidad de giro de las aspas depende de la velocidad de la corriente. agua en el punto donde se realiza el aforo; en las corrientes superficiales se instalan pequeños molinetes sobre barras que soportan a los técnicos u operarios que caminan por el agua, mientras que, en la medida del caudal en grandes ríos, las lecturas se hacen desde un puente y se baja el molinete mediante cables con pesos para sostenerlo contra la corriente del río.

El molinete permite medir la velocidad en un solo punto y para calcular el caudal total de la fuente de agua se requieren varias mediciones; El procedimiento consiste en medir y trazar en papel cuadriculado la sección transversal de la corriente a medir y dividirla en tramos que cubran el área total del tramo, la velocidad media correspondiente a cada tramo y cuando existan aguas poco profundas, la medición se realiza en una sola lectura a 0.60 metros de la profundidad del nivel freático de la fuente.



Fuente: www.blogfibrasynormasdecolombia.com. Método de Aforo con flotadores.

Caudales.

Se define como caudal a cierta cantidad de fluido que circula por medio de una sección por unidad de tiempo; la sección puede ser una serie de tubos o tubería, río o canal, generalmente, el caudal se identifica con algún flujo volumétrico que transite por un área determinada en una unidad de tiempo específica.

La ecuación más básica para determinar el caudal que circula en cualquier ducto es la siguiente:

$$Q = V / T$$

Donde:

Q = Caudal (m^3 / segundo).

V = Volumen de la sección por donde circula el fluido (m^3).

T = Tiempo que tarda el fluido en circular por la sección (segundos).

¿Cómo se determina el caudal en una fuente hídrica?

Determinar la variación que tiene el caudal que circula por una determinada sección de un río o cauce natural es de suma importancia, principalmente en los estudios hidrológicos enfocado en la calidad del recurso hídrico ya que el valor mínimo del caudal de una fuente ayuda a determinar el cálculo de la demanda del recurso para la población. (Fibras y Normas de Colombia, 2019).

Si la fuente de agua está ubicada en áreas con altas precipitaciones durante todo el año, el caudal será continuo y regular, y si está ubicada en áreas con precipitaciones erráticas, habrá inundaciones graves durante la temporada de lluvias y reducirá su nivel de agua por el resto del año, a este fenómeno se conoce como sequía o estiaje.

El caudal de los ríos puede aumentar o disminuir según la estación de tiempo en que se encuentre , por ejemplo, los ríos alimentados principalmente por el derretimiento de los casquetes nevados aumentan su caudal en la primavera, mientras que los ríos tienen caudales máximos en la temporada de lluvias y valores mínimos en sus aguas por la precipitación meteórica en la temporada de lluvias las estaciones o meses más secos. (Fibras y Normas de Colombia, 2019).

Sistemas de captación del agua.

Captación de agua.

La captación de agua consiste en recolectar y almacenar agua proveniente de diversas fuentes para su uso benéfico, el agua captada de una cuenca y conducida a estanques reservorios puede aumentar significativamente el suministro de ésta para el consumo humano luego de potabilizarla.

Las estructuras que componen un sistema de captación de agua deben de garantizar seguridad, estabilidad, durabilidad y funcionamiento en todos los casos; las obras de captación de agua deben de disminuir el riesgo de contaminar la fuente de donde proviene el agua, a su vez debe evitar la entrada de elementos en suspensión (basura) y la reproducción abrupta de algas o plantas en las estructuras de la obra. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 32).

Captaciones superficiales.

Este tipo de captación se realiza en un río o riachuelo que circule sobre la superficie de la tierra.

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

El sitio en dónde se debe ubicar la captación debe contar como mínimo con las siguientes condiciones:

Preferiblemente su ubicación debe de estar en tramos planos o en la orilla exterior de las curvas de los cuerpos de agua cuando no acarreen sólidos o material flotante, de lo contrario deberá ubicarse en la orilla interior de las curvas.

Deberá escogerse un sitio que garantice que los sólidos y material flotante no ingresen a las estructuras de la obra.

De preferencia se debe evitar elegir una fuente de agua que se encuentre aguas abajo de zona importante de contaminación.

Las estructuras del sistema de captación y la fuente deben aislarse para evitar el ingreso de cualquier tipo de agente externo como, personas no autorizadas, animales, u cualquiera que pueda alterarla.

Las captaciones de agua deben ubicarse en un lugar en donde no exista peligro de deslaves que puedan dañarla.

Debe ubicarse la obra de captación en lugares en donde se formen bancos de arena o también conocido como azolvamiento. (pág. 32).

Bocatoma de fondo.

Este elemento del sistema de captación consiste en una estructura estable perpendicular a la corriente de agua con una rejilla que permite la entrada de este y evite entrada de material de mayor tamaño que pueda ocasionar tapones u obstrucción en diferentes unidades de tratamiento. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 32).

La rejilla que contiene la bocatoma de fondo deberá estar inclinada a 60 grados y su área libre será de 150 a 200% del área de flujo que protege, esta debe de ser de hierro fundido y su colocación debe permitir su limpieza y reemplazo, las barras de la rejilla

deben estar espaciadas entre 1 o 2 cm. aseguradas con tornillos de bronce o acero inoxidable; la velocidad de aproximación de la corriente en la rejilla debe ser tal que no permita sedimentación ni acumulación de material orgánico, con la justificación en diseño con los cálculos respectivos; la velocidad del fluido debe ser mayor a 0.60 m/s. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 33).

Captación lateral.

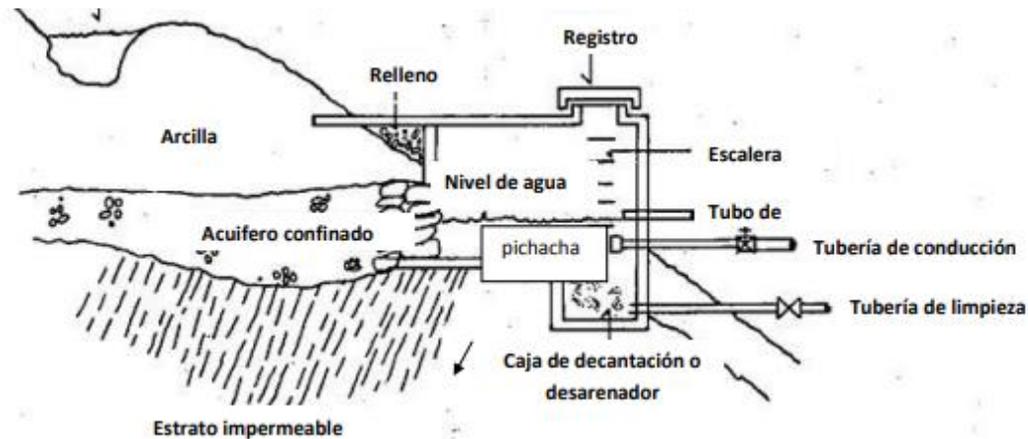
Se recomienda el tipo de captación lateral cuando existe una fuente superficial cuyo caudal es significativo o 4 veces superior al caudal máximo diurno; Las tomas estarán provistas de válvulas de desagüe o limpieza, rebosadero y caja de inspección con tapa sanitaria. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 33).

Captaciones de agua de manantial.

Este tipo de captación debe construirse de forma que se garantice que el caudal del afloramiento pueda ser captado en un tanque colector, ya su vez debe construirse con material impermeable con total protección sanitaria. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 34).

Para evitar que se cuele el agua de escorrentía se debe colocar una cuneta interceptora o contracuneta, a su vez, es necesario proteger la obra de captación con un cerco.

El nivel superior de la pichacha que se coloque debe estar al menos 10 cm por debajo del nivel del agua, esto con el fin de evitar que ingrese aire a la tubería y la presión sobre el brote. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 34).



Fuente: Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Captación de agua de manantial.

Galerías de infiltración.

Las galerías de infiltración son conductos horizontales con cierta pendiente contruidos para interceptar y recolectar toda el agua subterránea que fluye por gravedad en el sistema de captación, el agua debe ser recolectada en un reservorio cubierto, las galerías de infiltración se ubican paralelas a los cauces de los ríos para asegurar una recarga permanente y su uso debe contar con una evaluación hidrogeológica. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 35).

Se construyen con tuberías de un diámetro tal que garantizan la capacidad requerida; estas tuberías se colocarán con junta perdida o tendrán perforaciones diseñadas para captar el caudal necesario, los conductos se cubrirán con material graduado, en base con la granulometría del material del acuífero y las características del agua, generalmente se coloca sobre el colector una capa de 20 cm de grava de 19 mm (3/4") de 15 cm de espesor. tubo. grava fina y 15 cm de arena gruesa lavada; En el diseño se debe tener en cuenta el número de perforaciones, el diámetro y posicionamiento de los agujeros y el tipo de tubo. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 35).

Con el objetivo de inspección, limpieza y desinfección, se diseñan las cajas correspondientes y como medio de protección sanitaria se utiliza una capa impermeable y drenaje en la superficie; la velocidad máxima de entrada de agua por los orificios de la tubería será como máximo de 0.05 m/s y la velocidad del agua por la tubería no será inferior a 0.60 m/s. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 35).

Toma de agua según los principios del ariete hidráulico.

El ariete hidráulico se puede utilizar cuando la fuente de agua natural está ubicada en un nivel más bajo que el punto de distribución y su caudal sea de 10 a 36 veces el caudal requerido por los habitantes del lugar, la relación entre altura de descarga y altura de caída varía entre 6:1 y 12:1, además la tubería de alimentación debe tener una longitud de 5 a 10 veces la carga de alimentación; de lo contrario debe construirse una obra auxiliar para solventar este problema; de cualquier manera, el diseñador se debe referir a los catálogos de especificaciones de los fabricantes de ariete hidráulico y justificar sus criterios. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 35).

Agua subterránea.

Es el agua que encontramos por debajo de la superficie de la tierra y para tener acceso a ella, debe de hacerse un pozo, de los cuales hay dos tipos: pozo artesanal o excavado a mano y pozo perforado por algún método mecánico.

Pozos excavados a mano.

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Los pozos excavados a mano como su nombre lo indica, son los que se excavan de manera artesanal, sin ayuda de ningún equipo mecánico, estos deben ubicarse de la siguiente manera:

Aguas arriba de cualquier zona con alta contaminación.

Zonas que no sean vulnerables a inundaciones.

Como mínimo a 20 m de distancia de fosas sépticas, pozos de absorción, letrinas, sumideros o cualquier otra fuente de contaminación.

Para construir un pozo excavado a mano deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

En el área de captación, se debe asegurar la presencia de piedras sueltas colocadas ordenadamente para asegurar el libre flujo de agua desde la fuente, con el mínimo riesgo de obstrucción.

El subsuelo del sitio seleccionado no debe estar ubicado en el lugar de fallas, grietas o socavamientos que faciliten el paso de aguas superficiales.

Una losa de concreto reforzado provista de una tapa de inspección con cierre hermético constituirá la cubierta del pozo, ésta cubierta debe descansar sobre un brocal sólidamente construido de al menos 80 cm de alto y debe sobresalir por lo menos 20 cm del nivel del piso.

Cuando sea permitido por la profundidad del pozo, se debe instalar una bomba manual para la extracción del agua y esta facilite la extracción de agua del pozo.

Es recomendable encamisar el pozo con tubería de concreto en las zonas de alto riesgo de deslaves.

El diámetro interno mínimo del pozo debe de contar con 90 cm libres para facilitar la limpieza y mantenimiento de este.

Los pozos excavados a mano deben tener como mínimo en época de estiaje una altura con agua de 1.5 metros, el caudal mínimo se establece en base al caudal requerido

para abastecer a las viviendas que serán abastecidas por el mismo pozo y el nivel original del pozo debe restituirse en un máximo de 12 horas. (pág. 36).



Fuente: www.aquasistemas.com.gt. Pozo Artesanal o excavado a mano.

Pozos perforados por métodos mecánicos.

Los pozos mecánicos perforados al igual que los excavados a mano deben de ubicarse de la siguiente manera:

Aguas arriba de cualquier fuente potencial de contaminación.

Zonas no inundables o de fácil acceso para el agua superficial.

Como mínimo a 20 m de distancia de fosas sépticas, sumideros, letrinas o cualquier otra fuente de contaminación.

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Para determinar el diámetro a perforarse en un pozo mecánico se requiere lo siguiente:
Mediante la determinación y conocimiento del caudal de demanda.

Determinar mediante un estudio hidrogeológico el nivel freático aproximado del área en donde se desea perforar el pozo mecánico.

Para conocer el diámetro que debe tener de encamisado el pozo se requiere lo siguiente:

Seleccionar un diámetro de tubería al carbono disponible comercialmente, que permita una holgura entre ésta y las paredes de la perforación de al menos 1 pulgada libre.

El dato de producción efectiva del pozo se toma a cabo de 36 horas de bombeo continuo y para diseño consta de un 70% del caudal de la prueba de bombeo.

De la bomba a instalar el diámetro se determina en base al caudal efectivo del pozo y la profundidad a la que se instale la bomba, se debe prever de antemano que posiblemente la bomba se ubicará en la segunda estación más baja considerada en el diseño de la tubería ranurada del encamisado.

El espacio que queda entre el diámetro de la perforación del pozo y el tubo de encamisado deberá rellenarse con grava de ¼” o menor dimensión en toda su profundidad, con un sello sanitario que comprende un con mortero hecho a base de una mezcla rica en cemento hasta los últimos tres metros superiores.

El tubo fabricado a base de concreto del encamisado debe sobresalir 25 centímetros respecto al nivel del piso de la caseta de bombeo.

Al rededor de la caseta de bombeo deben disponerse de forma que favorezca el drenaje de las aguas superficiales hacia el exterior.

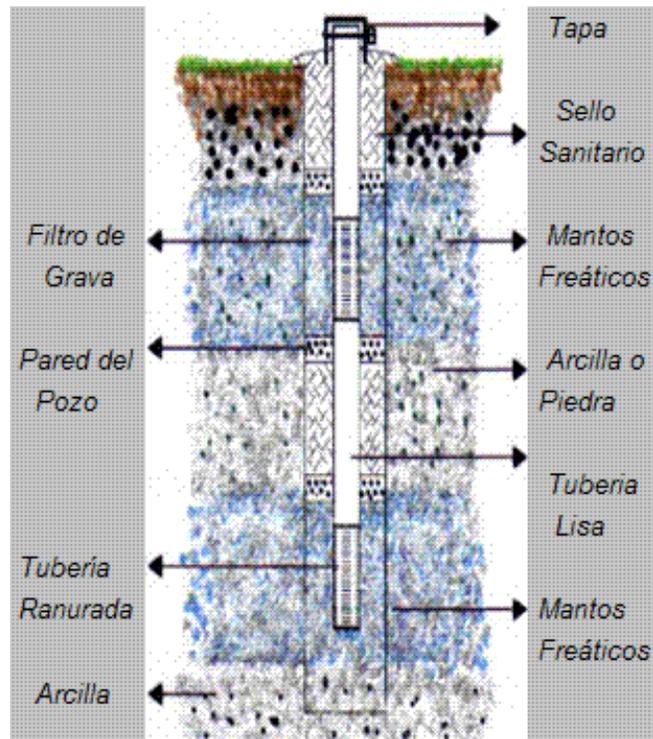
Se debe correr un registro electrónico con el fin de establecer el diseño que tendrá la grilla y su ubicación en relación a los acuíferos a explotar, antes de entubar el pozo.

Se debe considerar la posible ubicación de tuberías lisas intermedias para la futura ubicación de los equipos de bombeo.

Los tubos ranurados se pueden utilizar con un soplete de acetileno en las áreas adyacentes al acuífero. Se deben colocar rejillas, debidamente diseñadas de acuerdo a la granulometría del acuífero, de tal forma que impidan el paso de arena que pueda dañar los equipos y obstruir el pozo. la entrada en las rejillas o filtro no debe superar los 0.03 m/s. (pág. 37).

Una vez terminada la perforación y luego de entubado el pozo, los residuos de perforación y conglomerados de arena deben ser limpiados y removidos con aire comprimido o balde mecánico adecuado, con un mínimo de 24 horas, la producción efectiva del pozo debe estimarse con base en la prueba de producción de bombeo continuo, esta prueba debe durar por lo menos 24 horas a caudal constante, con la medición del caudal de alimentación del manto freático, mediante una bomba de capacidad adecuada, además también se debe hacer una prueba de recuperación de 24 horas. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 38).

Los materiales por emplear para la tubería de revestimiento, rejilla, columna de bombeo y demás elementos en contacto con el agua deberán ser resistentes a su acción corrosiva y soportar los esfuerzos máximos a los que puedan estar sometidos; al final, el nivel dinámico para el flujo de diseño requerido debe definirse nuevamente en función de los resultados de la prueba de bombeo. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 38).



Fuente: www.tierrasegura.com. Perfil de Pozo Mecánico.

Dotación de agua.

Dotación de agua en diseño se conoce como la cantidad de agua que se asigna a cada habitante en un día; comúnmente se expresa en litros por habitante por un día (l/hab/día).

Para la adecuada elección de la dotación de agua deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

Clima.

Abastecimiento privado.

Cantidad y calidad de agua.

Presiones.

Nivel de vida.

Tipo de servicios públicos o comunales.

Medición.

Actividades productivas.

Tipo de administración que se le dé al sistema.

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Se deben de tomar en cuenta, si se cuenta con estudios de demanda de la población o poblaciones similares; a falta de dichos estudios se tomarán los valores siguientes:

Servicio exclusivo a base de llena cántaros:

30 a 60 l/hab/día.

Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales:

60 a 90 l/hab/día.

Servicio exclusivamente de conexiones prediales fuera de la vivienda:

60 a 120 l/hab/día.

Servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda:

90 a 170 l/hab/día (pág. 26).

Diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo.

Un sistema de abastecimiento de agua potable debe de contar con los siguientes elementos como mínimo:

Captación de agua.

Existen dos tipos de captaciones de agua, las que se captan de manera natural de fuentes superficiales y las aguas que se captan de manera subterránea, para estas es necesario perforar un pozo.

A las captaciones de fuente natural se les conoce comúnmente como nacimientos de agua, en ellos se construyen obra hidráulicas para captar toda el agua que florezca en la superficie; a las captaciones que se realizan mediante un pozo artesanal o mecánico por el hecho de encontrarse de manera subterránea, es necesario utilizar un equipo de bombeo para succionar el agua durante toda la profundidad del pozo.

Línea de Conducción.

Se conoce así a la línea o conjunto de tubería que conduce el agua desde la captación hasta un tanque de almacenamiento o de distribución.

Se conduce el agua a un tanque de distribución, únicamente para tener el agua acumulada y lista para salir hacia la línea de distribución; y el agua se conduce de la captación hacia un tanque de almacenamiento cuando la misma se capta de un pozo, ya que los pozos se ubican en las partes más bajas de toda el área del sistema de abastecimiento y la misma debe conducirse hasta la parte más alta del área mediante bombeo en dónde estará ubicado el tanque de almacenamiento; para que posteriormente el agua fluya por gravedad ya sea de un tanque de almacenamiento o distribución hacia la línea que distribuye el agua a las viviendas del sistema.

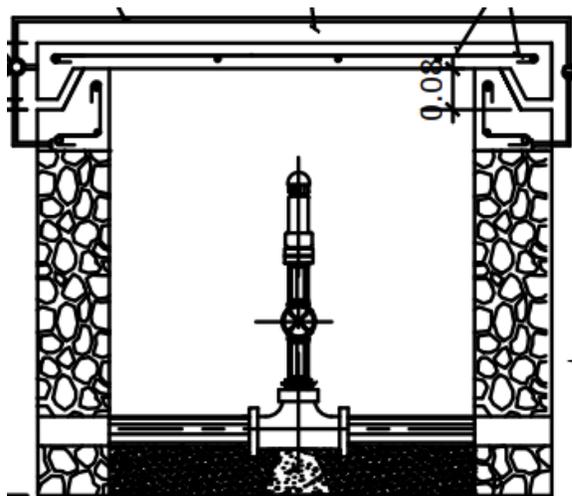
Proceso de Desinfección:

Previo a conducir el agua de la captación hacia cualquiera de los tanques, es necesario analizar si la misma es apta para el consumo humano, de lo contrario si en los análisis físico químico y bacteriológico emitidos por el Área de Salud de la jurisdicción los resultado son adversos, es totalmente obligatorio que el agua sea desinsectada para convertirla en potable, para que la misma pueda ser utilizada en las diferentes viviendas del sistema.

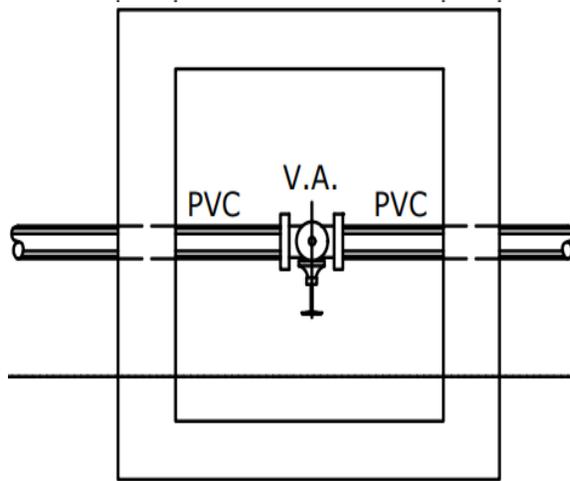
Este proceso de desinfección se hace comúnmente previo a la entrada del agua hacia el tanque de almacenamiento o distribución, para que el agua que ingrese al tanque ya este potabilizada y no se tenga ningún inconveniente para su posterior distribución.

Válvula de aire.

Estas válvulas deben de emplearse en la línea de conducción en los puntos más altos de la misma, cuando sea necesario; su función es eliminar toda cantidad de aire que pueda acumularse en la tubería durante todo su flujo en la línea de conducción y así esto evite perder presión el tubería y el agua se conduzca sin ningún inconveniente hacia el tanque al cual se dirige.



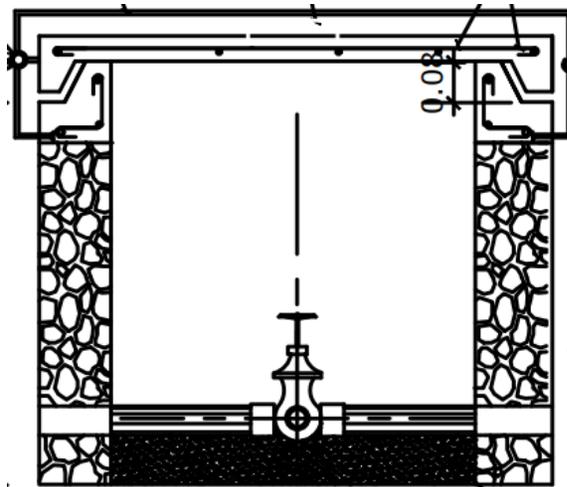
Fuente: Elaboración Propia. Perfil Válvula de Aire.



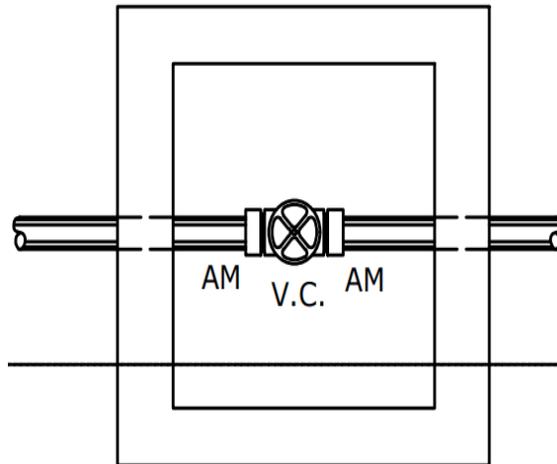
Fuente: Elaboración Propia. Planta Válvula de Aire.

Válvula de limpieza.

Estas válvulas deben de colocarse en las partes más bajas de la línea de conducción y su función es extraer las partículas de los sólidos que se filtran en los conductos de tubería y obstruyen el flujo de agua debido a que reducen la sección transversal del mismo, con el empleo de estas válvulas, se apoya a que el flujo sea continuo en toda su trayectoria.



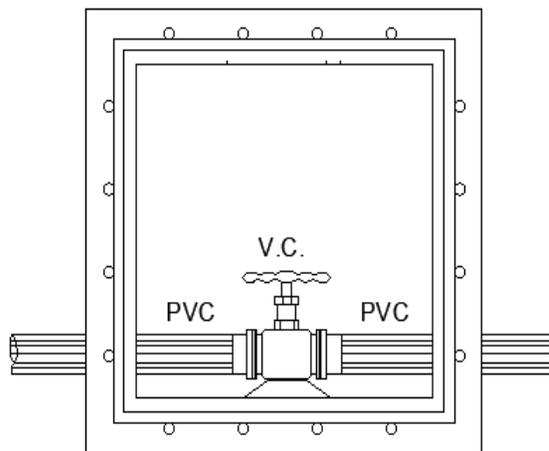
Fuente: Elaboración Propia. Perfil Válvula de Limpieza.



Fuente: Elaboración Propia. Planta Válvula de Limpieza.

Válvula de compuerta.

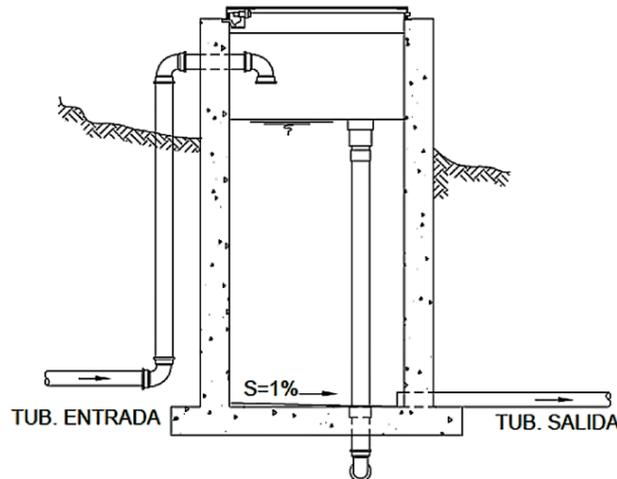
Estas válvulas deben instalarse en las estructura de la captación, tanque de distribución o almacenamiento en el cual se almacenará el agua que será distribuida para abastecer a la población beneficiada; su función es controlar el paso del flujo de agua.



Fuente: Elaboración Propia. Perfil Válvula de Compuerta.

Caja rompe-presión.

Son cajas que se colocan en puntos estratégicos del sistema de abastecimiento y su función es disipar la presión en la tubería, estas ayudan a eliminar la presión cuando la misma esta por sobrepasar los límites de capacidad dados por el fabricante de la tubería que se emplea en el sistema; en la línea de conducción la presión nunca deberá de sobrepasar la presión de las tuberías y en la línea de distribución la presión deberá mantenerse en el rango de 10 a 60 metros columna de agua, para conseguir este equilibrio en ambas líneas del sistema de abastecimiento, se deben emplear cajas rompe-presión.



Fuente: TIXE 2004a, p.8. Perfil Caja Rompe-Presión.

Tanque de Almacenamiento.

Son tanques que se deben ubicar en el punto más alto del área que comprenderá el sistema de abastecimiento, son construidos a base de piedra bola o concreto reforzado en su mayoría, son de gran capacidad, por lo regular cuentan con un volumen entre 20 hasta 100 metros cúbicos, pero eso lo define la cantidad de población que el sistema beneficiará; su función principal es almacenar en cantidad el agua ya desinfectada y lista para distribuirla a las viviendas para consumo humano, a través de las conexiones domiciliarias.

Línea de distribución.

Es una línea de tubería que consta desde la salida del tanque de almacenamiento hasta las viviendas de los habitantes beneficiados, está por lo regular conduce el agua por gravedad, mediante tubería con un diámetro y presión establecida, el diámetro de la tubería puede variar durante el trayecto siempre forma diminutiva, pero nunca podrá volverse a aumentar a un diámetro mayor por el que se conduzca actualmente el agua, estas condiciones deben ser claramente explicadas y plasmadas por el diseñador del sistema de abastecimiento de agua potable en el diseño.

Las redes o líneas de distribución pueden ser ramales abiertos o cerrados según este ubicadas las viviendas de la población a beneficiar.

Conexiones domiciliarias.

Es el punto final del sistema de abastecimiento y consta de conectar el agua a través de diferentes accesorios como codos, te, adaptadores macho o hembra, etc. desde el ramal o tubería principal hacia cada vivienda beneficiada, por lo general consta de un grifo que queda instalado en el interior de cada vivienda y puede ser abierto y cerrado por los habitantes de esta, para gozar del beneficio de acceso a agua potable.

Previo a toda construcción de infraestructura civil, debe crearse un diseño y en el caso de los sistemas de abastecimiento de agua potable no es la excepción; para el diseño de estos sistemas se deben seguir varios pasos.

Como primer paso se determina el tipo de fuente del que se extraerá el agua para abastecer el sistema, hay dos tipos de fuente:

Fuente natural.

A este tipo de fuente también se le conoce como nacimiento, y este consta de agua que se encuentra de manera natural en la superficie de la tierra, sin necesidad de realizar excavaciones.

Pozos.

Este tipo de fuente se encuentra de manera subterránea en la tierra, por lo que hay que realizar excavaciones para poder encontrar el agua; existen diferentes tipos de pozos entre los más comunes son:

Pozos artesanales: Se realiza la perforación y el agua se extrae de forma manual mediante garrucha.

Pozos mecánicos: Se realiza la perforación y el agua se extrae de manera mecánica mediante un motor o bomba.

Al tener seleccionada la fuente de la que se dotará el sistema, se procede a realizar los siguientes pasos:

Aforo.

Como parte de las evaluaciones preliminares, el encargado de establecer la topografía del área de la fuente de captación será un profesional, técnico o el ingeniero de proyecto en vista preliminar, quien realizará el aforo de las fuentes en verano o época seca, con el objetivo de mejorar las pautas de diseño.

Para verificar la forma adecuada de realizar el aforo de las fuentes, el proyectista deberá remitirse a lo que al respecto disponga el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, según Acuerdo Gubernativo 113-2009 y su guía técnica.

Calidad de agua.

Es un dato esencial para el diseño, ya que el agua de mala calidad debe ser sometida a tratamiento para potabilizarla y se apta para el consumo humano, la calidad del agua depende de factores fisicoquímicos y bacteriológicos que deben cumplir ciertos parámetros que permitan beberla y destinarla a otros usos sin riesgos a la salud , se deberá realizar los análisis del agua de la fuente que se utilizará para abastecer de agua a la comunidad, para disponer el tipo de tratamiento que deberá utilizarse o la ausencia de este.

Censo de población a servir.

Se deben obtener datos confiables sobre la población actual, el número de viviendas y el número promedio de habitantes por vivienda como parte de la recopilación de datos esenciales para el diseño; en el diseño, esta población debe ser proyectada hacia el futuro para poder anticipar el período de diseño definido.

Topografía.

Deberá incluirse en la información previa al diseño, las posibles rutas del sistema de agua potable, de las cuales se deberá elegir la que haga más eficiente el diseño mediante un estudio topográfico preliminar cuyo nivel quedará a criterio de éste, también se debe hacer uso de las tecnologías disponibles que faciliten esta tarea, como la revisión de mapas aéreos, imágenes satelitales, GPS, imágenes digitales y el uso de instrumentos de precisión.

Equipos de bombeo de tipo sumergible en pozos perforados mecánicamente.

La capacidad de la bomba y la potencia del motor deben ser suficientes para elevar el caudal de bombeo esperado contra la carga dinámica total, la eficiencia de la bomba en ningún caso será inferior al 60%, la bomba debe instalarse a una profundidad tal que aseguren una sumergibilidad que garantice una refrigeración adecuada, se recomienda 1.5 del nivel dinámico. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 38).

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

A la salida de los equipos de bombeo se deben prever como mínimo los siguientes dispositivos:

Manómetro en la descarga.

Tubería de limpieza.

Válvulas de retención y de paso en la línea de descarga.

Junta flexible en la línea de descarga.

Protección contra golpe de ariete si fuera necesario.

Elementos que permitan determinar en cada caso la altura del nivel de bombeo.

Al pie del equipo de bombeo, se debe considerar la instalación de una pichacha y una válvula de cheque vertical. (pág. 38).

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Se debe calcular la capacidad del motor para suministrar la potencia requerida por la bomba en base al desempeño del conjunto, más una capacidad del 10 al 25% para compensar el desgaste normal del equipo.

Debe preverse la instalación de un mecanismo electrónico en el interior del tubo de descarga, que permita al sondeo determinar los niveles estáticos y dinámicos del agua.

Es imprescindible instalar sensores de nivel para evitar que la bomba funcione en seco. (pág. 39).

Sistema por bombeo.

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Condiciones generales.

Cuando un sistema de agua potable se diseña por bombeo, se deben considerar los siguientes factores:

El análisis socioeconómico de la población:

Con que tipo de energía eléctrica se cuenta para la operación del equipo de bombeo o el costo de cualquier otra fuente de energía para que pueda trabajar.

La posible necesidad de tratamiento y desinfección de agua.

La administración, operación y mantenimiento de cualquier sistema de bombeo, en términos generales, es siempre más costosa que la de un sistema de gravedad similar. (pág. 51).

Protección contra golpe de ariete.

El encargado del diseño debe considerar el golpe de ariete para evitar daños en las tuberías y otros dispositivos que puedan producir el cambio repentino de presión y dirección del flujo ocasionado por el funcionamiento de válvulas y bombas, para ello se debe prever la construcción de obras accesorias. necesario; En las líneas de bombeo se utilizan dispositivos de alivio si la presión dinámica más la sobrepresión del golpe de ariete igualan o superan la presión de trabajo de la tubería, el diámetro económico se determina en base a la tubería y los costos energéticos proyectados a futuro cercano. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 51).

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Ecuaciones para determinar el diámetro económico de la tubería de bombeo:

Bombeo continuo.

$$D = K\sqrt{Q}$$

Donde:

D: diámetro (mm).

K: factor que esté entre 0.9 y 1.4

Q: caudal de bombeo (l/s).

Bombeo discontinuo.

$$D = 1.3 * 1.4 * H\sqrt{Q}$$

Donde:

D: diámetro (mm).

Q: caudal de bombeo (l/s).

H: Horas de bombeo al día 24 horas. (pág. 52)

Información básica para la selección de una bomba y sus dimensionales.

Para seleccionar un equipo de bombeo, se deben tener en cuenta los siguientes datos:

Caudal de bombeo: Litros/segundo.

Temperatura del agua: Grados Celsius (°C).

Temperatura del lugar: Grados Celsius (°C).

Altura sobre el nivel del mar: Metros.

Presión atmosférica del lugar: Metros Columna de Agua (m.c.a.).

Presión de vapor: Metros Columna de Agua (m.c.a.).

Columna de succión positiva neta requerida por la bomba: Metros.

Velocidad específica: Revolución por minuto (r.p.m.).

Eficiencia: En porcentaje (%).

Cálculo de potencial de los equipos de bombeo.

Es importante verificar la ubicación del pozo mecánico, tanque de succión o fuente a bombear.

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Ecuación para calcular la potencia de la bomba.

$$P = \frac{Q_b * CDT}{76 * e}$$

Donde:

P: potencia (HP).

Q_b : caudal de bombeo (l/s).

CDT: carga dinámica total (m).

e : eficiencia (donde 0.6 otras y 0.8 sumergibles)

76: factor de conversión. (pág. 52).

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Caudal de bombeo.

Ecuación para determinar el caudal de bombeo.

$$Q_b = \frac{QMD * 24}{\text{Numero de horas de bombeo}}$$

Donde:

Q_b : caudal de bombeo en litros/segundo.

QMD: caudal máximo diario en litros/segundo.

Se recomienda un máximo de 12 horas diarias para la vida útil del equipo. Si hay demandas inesperadas, se recomienda un máximo de 18 horas al día. En cualquier caso, se debe consultar al fabricante del equipo.

Cálculo de líneas de bombeo.

Es importante calcular las líneas de bombeo a través del criterio del diámetro económico, debido a los costos de las tuberías y el consumo de energía eléctrica.

$$D_e = \sqrt{\frac{1.974 * Q_b}{v}}$$

Donde:

D_e : diámetro económico.

Q_b : Caudal de bombeo requerido o de gasto.

V: velocidad entre el rango de 0.6 m/s

La aplicación de la fórmula con las velocidades de la gama proporciona el diámetro económico mínimo y máximo, de los cuales se elegirá el mejor de los diámetros de la gama, previa verificación de la implicación en el consumo de energía eléctrica; las tuberías elegidas nos servirán para calcular los gastos o pérdidas por la carga dinámica total al final. (pág. 53).

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Carga dinámica total.

Para calcular la Carga Dinámica Total, es necesario estimar las distancias que recorre el agua, desde el punto de entrada del agua a la bomba, hasta el punto de descarga, en base a las distancias horizontales, así como el material de las tuberías, conducción y su diámetro. Con esta estimación, la carga se puede calcular de la siguiente manera.

Componentes de la Carga Dinámica Total.

CDT = CE + CDC = Carga Estadística + Carga Dinámica.

CDT = Carga Dinámica Total

CE = Carga Estadística y CD = Carga Dinámica

CDT = CE + CD = (Nivel estadístico + Altura de Carga) + (Abatimiento + Fricción)

Para determinar las pérdidas de carga desde el ingreso del agua en lo profundo hasta el punto de descarga se utilizará la ecuación o fórmula de Hazen Williams.

$$K_f = K * L * Q^2$$

Donde:

H_f: pérdida de carga, expresada en (m).

K: es una constante empírica con unidades de (m³/s)⁻²,

L : es la distancia total recorrida por el agua en las tuberías. (m).

Q: es el flujo o caudal de bombeo expresado en (m³/s)

Formula de pérdidas de carga de ERIS/USAC, de uso actual en las instituciones.

Derivado de la anterior formula de Hazen Williams, tenemos:

$$H_f = \frac{1743.81141 * L * Q^{.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Donde:

Hf: perdida de carga (m).

L: longitud de la tubería (m).

Qb: caudal de bombeo (l/s).

C: coeficiente que depende del material de la tubería

D: diámetro de la tubería (pulgadas). (pág. 54).

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Perdidas de carga.

Las pérdidas de carga se determinan mediante la siguiente ecuación:

$$CDT = Hf1 + Hf2 + Hf3 + Hf4 + Hf5$$

Donde:

CDT: Carga Dinámica Total.

Hf1: con L, que va del Setting hasta la boca o cabezal del pozo.

Hf2: Línea de Impulsión, va del cabezal del pozo hasta la descarga.

Hf3: Es la longitud de la altura que va desde el cabezal del pozo hasta la cota de altura de la descarga en el tanque. (Altura de la Descarga).

Hf4: Carga por velocidad = $V^2/2g$.

Hf5: Perdida de cargas por accesorios

Hf5 = 10% (Hf1 + Hf2 + Hf3 + Hf4) = CE + CD. (pág. 55).

Introducción de los datos obtenidos en la fórmula:

$$P = \frac{Q_b * CDT}{76 * e}$$

Donde:

P: potencial en Caballos de fuerza (HP).

Qb: caudal de bombeo (l/s).

CDT: carga dinámica total (m).

e: eficiencia de la bomba.

76: factor de conversión.

Energía para el funcionamiento de las bombas.

Las fuentes posibles son:

Energía eléctrica de la red nacional.

Energía de una planta hidroeléctrica en el lugar.

Energía por motores de combustión interna.

Energía humana.

Energía Solar.

Energía Eólica.

Energía Hidráulica.

La energía que proviene del sol, comúnmente llamada energía solar, puede ser utilizada en lugares remotos que no cuentan con energía eléctrica y que son de difícil acceso, para efectos de abastecimiento de agua, el equipo no requiere del uso de baterías; la energía hidráulica puede impulsar arietes, turbinas o plantas hidroeléctricas para generar electricidad. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 56).

Normas relacionadas a la construcción de sistemas de agua potable.

Las normas garantizan la unidad de criterios dispersos que buscan sentar las bases para la interoperabilidad de un sistema de proceso o un producto, en este caso el diseño y construcción de un sistema de agua potable, se entiende como parámetros cualitativos o cuantitativos que guían las acciones en torno a actividades específicas.

Criterios utilizados como referencia para el dimensionamiento de tuberías y otro tipo de obras relacionadas con el diseño de sistemas de agua potable y drenaje en zonas rurales. en Guatemala, son normados por el Instituto de Fomento Municipal INFOM, en seguimiento a la orden girada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS.

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Componentes de un sistema de abastecimiento de agua.

Fuente.

Línea de conducción.

Almacenamiento.

Línea de Distribución.

Redes de Distribución.

Fuente.

Las fuentes pueden ser una o varias, del mismo tipo o diferentes, aportan agua en cantidad y calidad suficiente al sistema, los tipos de fuente más utilizados son los manantiales o nacimientos, ríos, lagos y aguas subterráneas. como pozos mecánicos.

El agua de precipitación o de condensación también se puede utilizar para abastecer una vivienda o una comunidad, las fuentes superficiales pueden ser: nacimientos, ríos o lagos y las fuentes subterráneas: pozos artesanales o pozos profundos. (pág. 15).

Línea de conducción.

Esta línea está conformada por todos los elementos que se encargan de transportar el agua desde un punto de almacenamiento o pozo por medio de presión y fuerza impulsada por una bomba, para su posterior distribución a una población.

En los sistemas de abastecimiento de agua potable, si el caudal de una fuente no es suficiente y se necesita de otra fuente alejada en cuanto a su ubicación, puede existir más de una línea de conducción en el sistema de abastecimiento. (Pág. 16).

Almacenamiento.

Son tanques contruidos con hormigón armado, acero estructural y otros materiales, se ubican en uno o varios puntos, donde se regula y almacena el agua que se va a distribuir en una comunidad y depende de la oferta y demanda de agua en cierto tiempo, los tanques de almacenamiento están ubicados en los puntos topográficos más altos de toda el área de diseño o en su defecto pueden ser tanques elevados a una altura máxima de 20 metros; lo importante es que se obtenga la energía necesaria para que el agua pueda ser distribuida con el caudal y la presión que se requiera según el diseño. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 17).

En pequeñas comunidades rurales el volumen de almacenamiento suele ser un porcentaje del caudal de diseño; cuando se trata de agua de lluvia, el almacenamiento puede ser un recipiente de variado volumen, ya sea de barro o arcilla, de plástico o de hormigón armado, que generalmente se ubica en la propiedad del usuario. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 17)

Distribución.

La red de distribución es el conjunto de tuberías, ramales, válvulas y demás dispositivos de control que en un sistema de abastecimiento de agua potable cumplen la función de distribuir agua a una determinada población; el agua se puede distribuir

en cada hogar a través de conexiones domiciliarias a través de conexiones comunitarias como los llena cántaros.

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Factores de diseño.

Los factores de diseño a considerar son los siguientes:

Censo de población.

Se debe realizar un censo de población e indicar el número total de habitantes y por vivienda, nombre de los jefes de familia y su número de identificación personal.

Periodo de diseño.

Es el período de tiempo por el cual se considera que el diseño de un sistema de agua potable o acueducto será funcional y cumplirá su misión de abastecer de agua potable a una comunidad o población con eficiencia.

Para determinar el período de diseño se deben de tomar en cuenta los siguientes factores:

Vida útil de los materiales.

Comportamiento del sistema en sus primeros años.

Calidad de los materiales y de las construcciones.

Futuras ampliaciones al sistema.

Población de diseño.

Caudal por servir.

Según la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano, se establecen los siguientes períodos de tiempo para los diferentes componentes del sistema de abastecimiento.

Obras civiles: 20 años.

Equipos mecánicos: 5 a 10 años.

Tiempo de gestión aproximado a considerar de 2 años.

Cálculo de población futura.

Para una proyección de la población futura se pueden utilizar varios métodos, uno de ellos el método geométrico, y se pueden comparar los resultados con el fin de obtener un valor más cercano a la realidad. La tasa de crecimiento adoptada debe estar justificada.

La información básica sobre la población debe obtenerse de instituciones especializadas como el Instituto Nacional de Estadística INE; También se deben tener en cuenta los censos escolares, los registros municipales y los del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS o las encuestas de densidad de población realizadas por diversas instituciones. (pág. 25).

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

También deberá tenerse en cuenta cuando sea necesario la tasa de mortalidad y natalidad, las tendencias de emigración a los centros urbanos, la población flotante y debida al crecimiento industrial o de cualquier naturaleza inusual.

Formula de crecimiento poblacional geométrico:

$$P_f = P_o(1 + i)^n$$

Donde:

Pf: población final.

Po: población inicial.

i: tasa de crecimiento poblacional %

n: número de años en el futuro. (pág. 26)

Caudales de diseño.

Los caudales de diseño son los consumos considerados para el dimensionamiento de las tuberías y obras hidráulicas en cada componente de un sistema de abastecimiento de agua, con base en la información básica, estudio de capacidad y población.

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

A continuación, se describen como se determinan los diferentes caudales de diseño:

Caudal medio diario (Q_m).

El Caudal medio diario se obtiene a través de multiplicar la dotación por la población futura dividido por el número de segundos que contiene un día (86,400 segundos).

$$Q_m = \frac{(Dot * P_f)}{86400}$$

Donde:

Q_m : caudal diario (l/s).

Dot: dotación (l/hab/día).

P_f : número de habitantes proyectados al futuro. (pág. 27).

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Caudal máximo diario (Q_{MD}).

En primer lugar se debe determinar si existe un registro de este parámetro para la población específica, de lo contrario deberá considerarse como el producto del caudal medio diario por un factor que va de 1.2 a 1.5 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes y de 1.2 para mayores de 1000 habitantes, en el diseño se debe justificar el factor que haya seleccionado; el consumo de agua no es igual en un día de verano como en un día de invierno; el factor máximo diario FMD aumenta el caudal medio diario en un 20 a 50% considerado el posible aumento del caudal, es decir su variación en un día promedio.

$$Q_{MD} = Q_m * FMD$$

Donde:

QMD: caudal máximo diario (l/s).

Qm: Caudal medio diario (l/s).

FMD: Factor máximo diario. (pág. 27).

INFOM/MSPAS, (2011) afirma:

Caudal máximo horario (QMH).

Se debe obtener el caudal máximo horario mediante la multiplicación del caudal medio diario por un factor que va de 2.0 a 3.0 para poblaciones menores de 1000 habitantes y de 2 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes, la selección de factor es inversa al número de habitantes a servir; Se debe justificar el factor que haya seleccionado el consumo de agua varía considerablemente de la hora del día; por ejemplo, la demanda del caudal será mínima a las 12 de la noche, pero será un máximo a las 6 de la mañana; el factor máximo horario considera estas variaciones que pueden suscitarse en el consumo de agua.

$$QMH = Q_m * FMH$$

Donde:

QMH: caudal máximo horario (l/s).

Qm: caudal medio diario (l/s).

FMH: factor máximo horario. (pág. 28).

Caudal de Uso simultaneo (redes de distribución).

La ecuación para determinar el caudal de uso simultaneo, es la siguiente:

$$q = k\sqrt{n - 1}$$

Donde:

q: caudal de uso simultaneo no menor de 0.20 l/s.

k: coeficiente = 0.20 predial o 0.15 llena cántaros.

n: número de conexiones o llena cántaros futuros.

Para el diseño de los ramales de distribución se debe hacer una comparación entre los cálculos del caudal obtenidos en la FMH y el criterio de uso simultáneo, se debe utilizar el resultado que sea mayor de ambos. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 28).

Capacidades de diseño de las diferentes partes del sistema.

Fuentes y captación.

El diseño de la obra de captación se debe realizar en base al caudal máximo diario, la fuente o fuentes deben garantizar que el caudal sea continuo, se deben tener en cuenta para el análisis los caudales de época seca, así como los estudios hidrológicos correspondientes, Una vez utilizadas las fuentes, se deben garantizar las actividades relacionadas con la recarga hídrica en su entorno, así como asegurar que su uso no comprometa el recurso hídrico en el corto, mediano y largo plazo. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 29).

De la misma manera, se debe evitar en lo posible la generación de conflictos que se originen entre comunidades por el uso de fuentes, en este sentido se debe dar preferencia a aquellas soluciones que permitan soluciones para hacer un uso sustentable de los recursos hídricos de un región específica. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 29).

Líneas de conducción.

Las líneas de conducción por gravedad se deben diseñar con el caudal máximo diario, las líneas de conducción por bombeo por el caudal de bombeo.

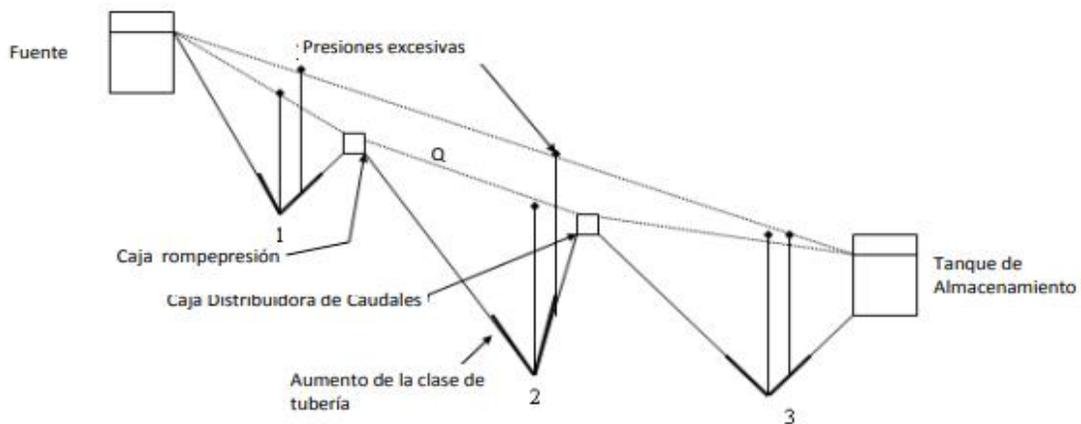
La fórmula para determinar el caudal de bombeo es la siguiente:

$$Q_b = \frac{QMD * 24}{\text{No. horas de bombeo}}$$

Donde:

Q_b : caudal de bombeo (l/s).

QMD: caudal máximo diario (l/s).



Fuente: Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Línea de Conducción con sus piezométricas.

Tanques de almacenamiento o distribución.

Para determinar el volumen del tanque de distribución se recomienda utilizar los datos de la demanda real de la comunidad, ya que no se cuenta con datos precisos, se debe considerar para su diseño del 25 al 40% del caudal promedio diario en el caso de sistemas de gravedad y del 40 al 65% en sistemas de bombeo, entre los tanques de succión y distribución, justificándolo mediante un diagrama de masas. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 30).

Tanque de succión o alimentación.

En todo caso, el tanque de succión no debe ser menor de 5 metros cúbicos, pero para determinar el volumen exacto del tanque de succión o alimentación, se debe establecer

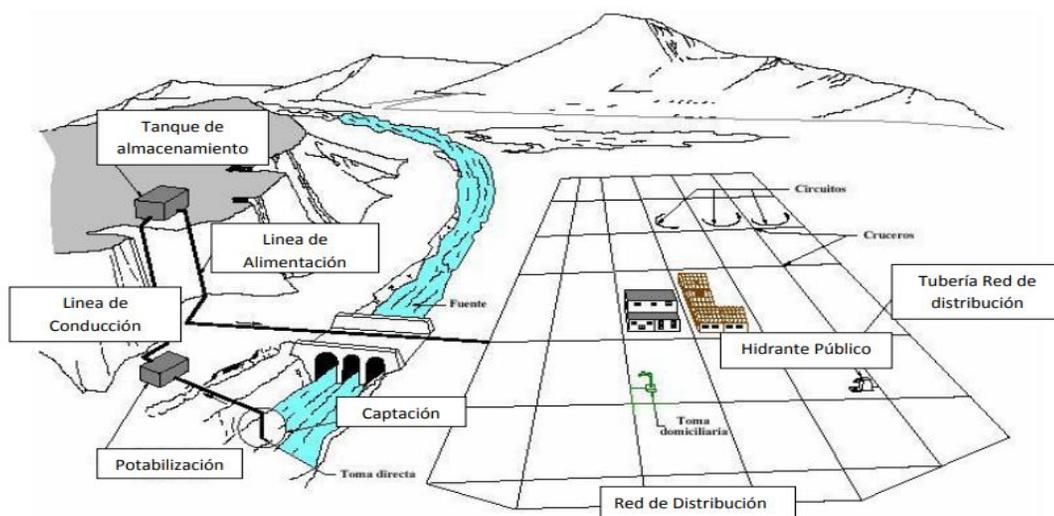
en base a la relación entre el caudal de la fuente y el caudal de bombeo , a su vez, el volumen adoptado debe justificarse mediante un diagrama de masas. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 30).

Estación de bombeo.

Se tienen en cuenta factores económicos y de consumo, así como la capacidad de los equipos de bombeo para establecer el número de horas de bombeo, se recomienda que este periodo no supere las 18 horas diarias en motores eléctricos y las 12 horas diarias en motores eléctricos o diésel. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 30).

Planta de purificación.

El funcionamiento de la planta de potabilización o tratamiento deberá ser continuo y deberá diseñarse en base al caudal máximo diario, deberá instalarse antes de los tanques de almacenamiento y después de la distribución; para el proceso de tratamiento se deberá considerar lo dispuesto en el Acuerdo Ministerial 1148-2009, que establece los procesos y métodos de potabilización del agua para consumo humano. (INFOM/MSPAS, 2011, pág. 30).



Fuente: Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La investigación se realizó en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, departamento de Totonicapán, con la finalidad de comprobar la hipótesis planteada: “El aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años; por insuficiente dotación de agua para actividades domiciliarias, es debido a la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo.”; la información se obtuvo de dos tipos de poblaciones las cuales son:

Para comprobar la variable dependiente (Y) o el efecto, se tomó de referencia el total de 800 pobladores mayores de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, se procedió a realizar el análisis del cálculo de la muestra de población finita cualitativa, con el 90% del nivel de confianza y 9.5% de error de muestreo, se determinó la muestra de 69 habitantes.

Para comprobar la variable independiente (X) o la causa se realizó un censo que fue dirigido al concejo municipal y colaboradores de la DMP de la municipalidad de Totonicapán, con un total de 16 personas.

A continuación, se presentan los cuadros y gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizada por el investigador; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro 1 al 5 y grafica del 1 al 5, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro 6 al 9 y grafica 6 a 9, para comprobar la variable independiente.

Se hace la observación que con la gráfica 1 se comprueba la variable dependiente; y, con la gráfica 6 se comprueba la variable independiente, contenidas en la hipótesis de trabajo formulada.

Cuadros y gráficas que comprueban la variable dependiente (Y) o efecto.

Cuadro 1

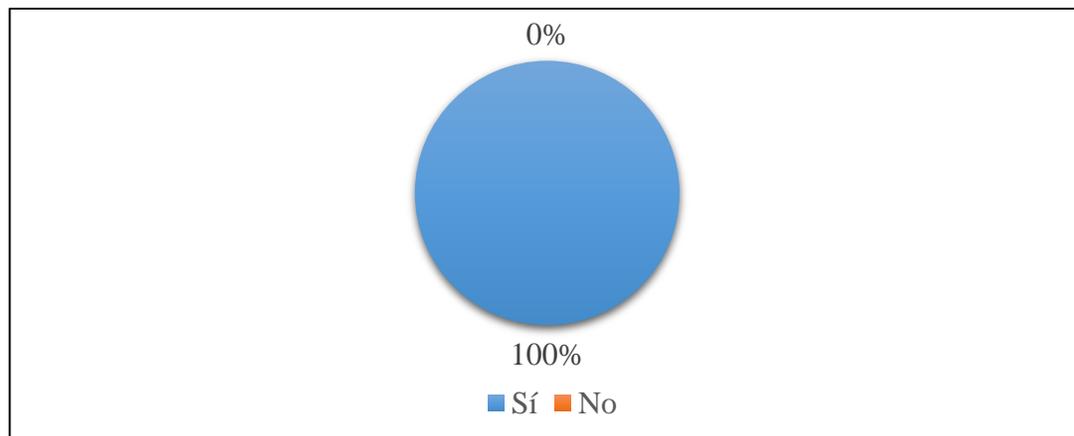
Pobladores indican sobre aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	69	100
No	0	0
TOTALES	69	100

Fuente: censo dirigido a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán. Abril 2021.

Gráfica 1

Pobladores indican sobre aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.



Fuente: censo dirigido a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán. Abril 2021.

Análisis: Todos los pobladores afirman que existe el aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, por lo que se comprueba la variable dependiente de la hipótesis planteada.

Cuadro 2

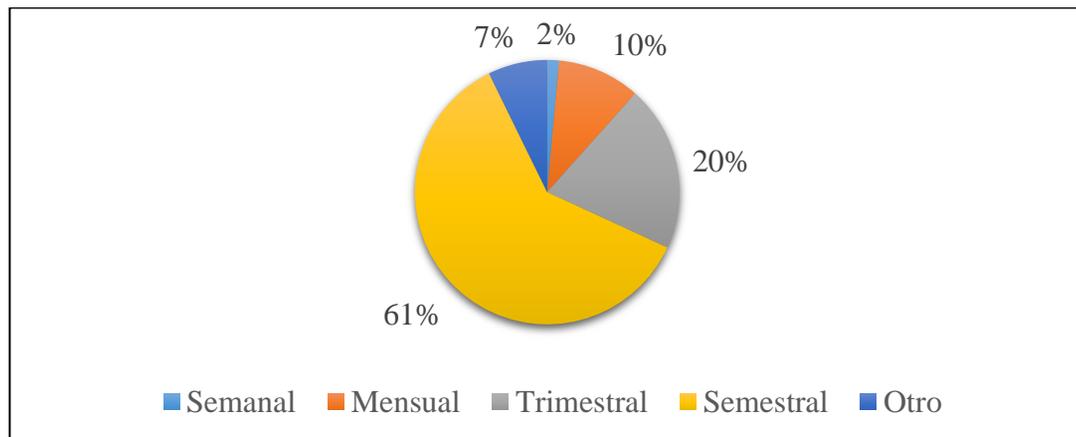
Pobladores indican la frecuencia con que visitan el centro de salud del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Semanal	1	2
Mensual	7	10
Trimestral	14	20
Semestral	42	61
Otro	5	7
TOTALES	69	100

Fuente: censo dirigido a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán. Abril 2021.

Gráfica 2

Pobladores indican sobre con qué frecuencia visitan el centro de salud del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.



Fuente: censo dirigido a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán. Abril 2021.

Análisis: 6 de cada 10 pobladores indican que visitan semestralmente el centro de salud del cantón Nimapa, del municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Cuadro 3

Pobladores indican sobre si han recibido capacitaciones para el tratamiento del agua para usos domiciliarios en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	7	10
No	62	90
TOTALES	69	100

Fuente: censo dirigido a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán. Abril 2021.

Gráfica 3

Pobladores indican sobre si han recibido capacitaciones para el tratamiento del agua para usos domiciliarios en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.



Fuente: censo dirigido a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán. Abril 2021.

Análisis: La mayoría, 9 de cada 10 pobladores indican que no han recibido capacitaciones para el tratamiento del agua para uso domiciliarios en el cantón Nimapa, del municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Cuadro 4

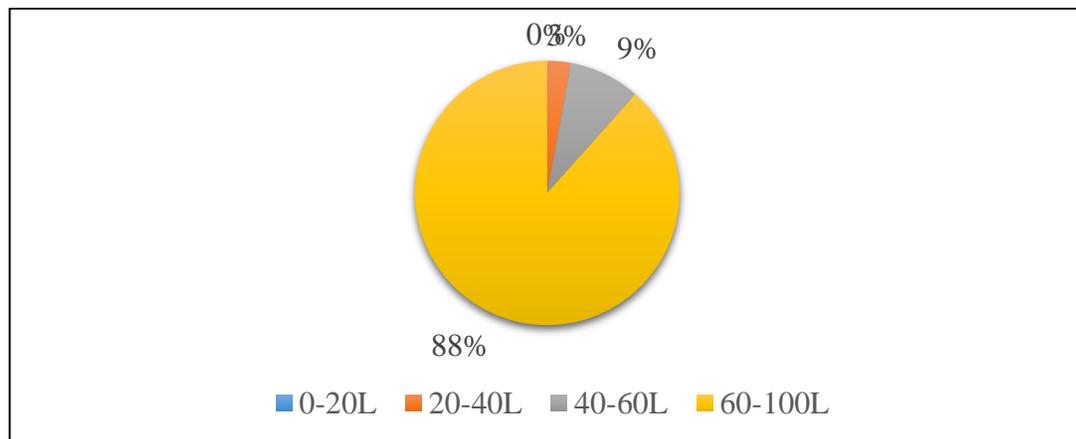
Pobladores indican sobre cuánta agua utilizan al día para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0-20L	0	0
20-40L	2	3
40-60L	6	9
60-100L	61	88
TOTALES	69	100

Fuente: censo dirigido a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán. Abril 2021.

Gráfica 4

Pobladores indican sobre cuánta agua utilizan al día para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.



Fuente: censo dirigido a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán. Abril 2021.

Análisis: En el cuadro y gráfica anteriores 9 de cada 10 pobladores indican que utilizan de 60 a 100 litros de agua al día para realizar actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, del municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Cuadro 5

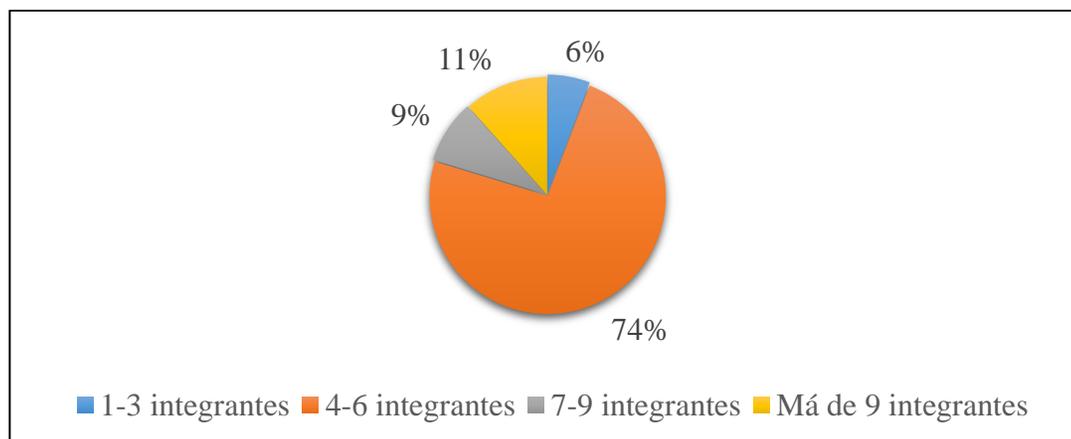
Pobladores indican sobre cuántas personas integran su familia en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1-3 integrantes	4	6
4-6 integrantes	51	74
7-9 integrantes	6	9
Más de 9 integrantes	8	11
TOTALES	69	100

Fuente: censo dirigido a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán. Abril 2021.

Gráfica 5

Pobladores indican sobre cuántas personas integran su familia en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.



Fuente: censo dirigido a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán. Abril 2021.

Análisis: 7 de cada 10 pobladores indican que de 4 a 6 personas integran su familia en el cantón Nimapa, del municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Cuadros y gráficas que comprueban la variable independiente (X) o causa.

Cuadro 6

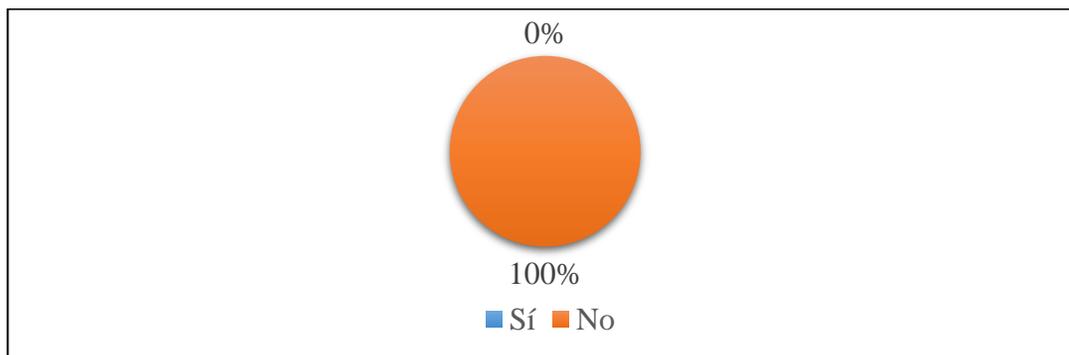
Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Tonicapán indican sobre existencia de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en el cantón Nimapa, municipio de Tonicapán, Tonicapán.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	0	0
No	16	100
TOTALES	16	100

Fuente: censo dirigido al concejo municipal y colaboradores de la DMP de la Municipalidad de Tonicapán. Abril 2021.

Gráfica 6

Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Tonicapán indican sobre existencia de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en el cantón Nimapa, municipio de Tonicapán, Tonicapán.



Fuente: censo dirigido al concejo municipal y colaboradores de la DMP de la Municipalidad de Tonicapán. Abril 2021.

Análisis: Todos los integrantes del concejo municipal y colaboradores de la DMP de la municipalidad de Tonicapán afirman que no existe diseño y construcción de un sistema de agua potable por bombeo en el cantón Nimapa, municipio de Tonicapán, Tonicapán, por lo que se comprueba la variable independiente de la hipótesis planteada.

Cuadro 7

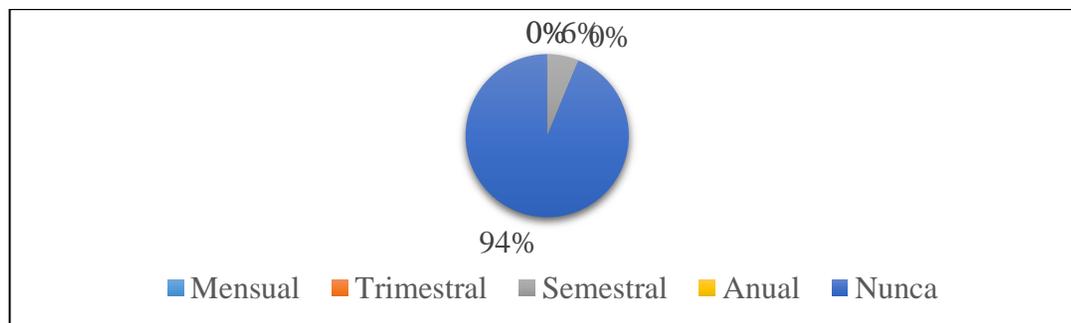
Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre con qué frecuencia monitorean la calidad de agua para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Mensual	0	0
Trimestral	0	0
Semestral	1	6
Anual	0	0
Nunca	15	94
TOTALES	16	100

Fuente: censo dirigido al concejo municipal y colaboradores de la DMP de la Municipalidad de Totonicapán. Abril 2021.

Gráfica 7

Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre con qué frecuencia monitorean la calidad de agua para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.



Fuente: censo dirigido al concejo municipal y colaboradores de la DMP de la Municipalidad de Totonicapán. Abril 2021.

Análisis: 9 de cada 10 integrantes del concejo municipal y colaboradores de la DMP de la municipalidad de Totonicapán indican que nunca se monitorea la calidad de agua para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, del municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Cuadro 8

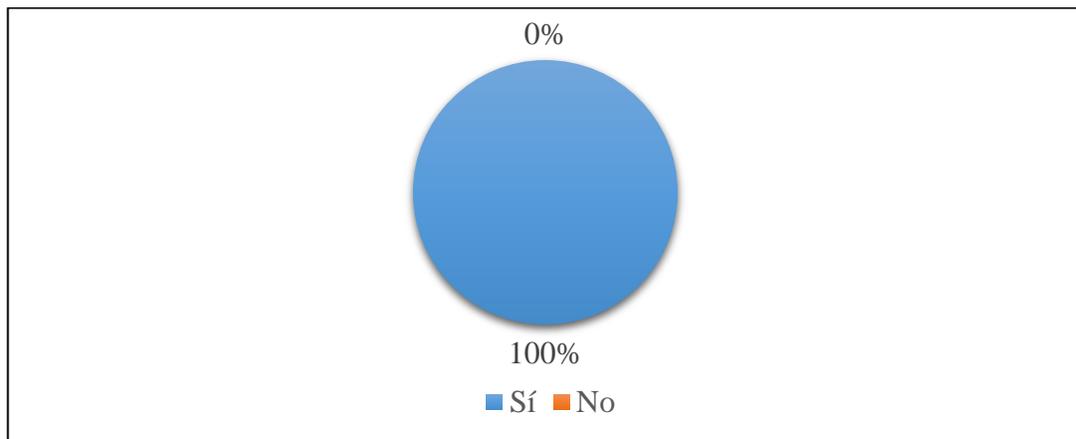
Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre si cuentan con presupuesto para la ejecución de obras enfocadas a servicios de agua.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	16	100
No	0	0
TOTALES	16	100

Fuente: censo dirigido al concejo municipal y colaboradores de la DMP de la Municipalidad de Totonicapán. Abril 2021.

Gráfica 8

Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre si cuentan con presupuesto para la ejecución de obras enfocadas a servicios de agua.



Fuente: censo dirigido al concejo municipal y colaboradores de la DMP de la Municipalidad de Totonicapán. Abril 2021.

Análisis: En su totalidad los integrantes del concejo municipal y colaboradores de la DMP de la municipalidad de Totonicapán afirman que cuentan con presupuesto para la ejecución de obras enfocadas a servicios de agua.

Cuadro 9

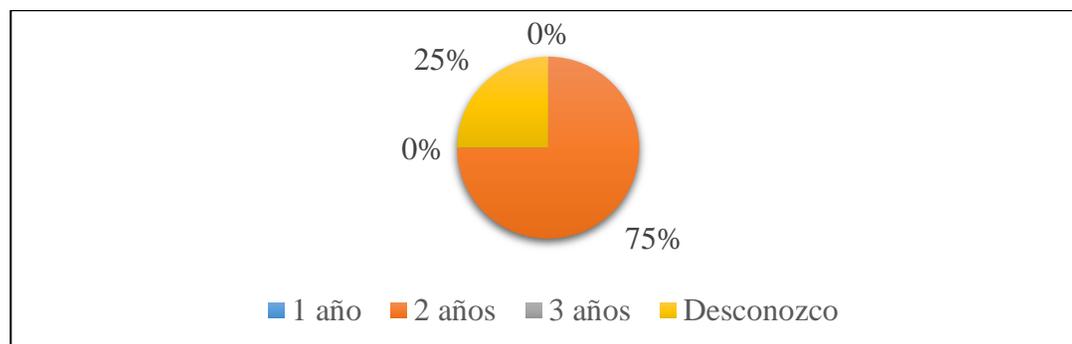
Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre cuando fue la última vez que ejecutaron un proyecto en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1 año	0	0
2 años	12	75
3 años	0	2
Desconozco	4	25
TOTALES	16	100

Fuente: censo dirigido al concejo municipal y colaboradores de la DMP de la Municipalidad de Totonicapán. Abril 2021.

Gráfica 9

Concejo municipal y colaboradores de la DMP de Totonicapán indican sobre cuando fue la última vez que ejecutaron un proyecto en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.



Fuente: censo dirigido al concejo municipal y colaboradores de la DMP de la Municipalidad de Totonicapán. Abril 2021.

Análisis: En el cuadro y gráfica anteriores 8 de cada 10 integrantes del concejo municipal y colaboradores de la DMP de la municipalidad de Totonicapán indican que hace 2 años se ejecutó un proyecto en el cantón Nimapa, del municipio de Totonicapán, Totonicapán.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos a través de la investigación realizada en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, arrojan incremento de enfermedades gastrointestinales por falta de dotación de agua como consecuencia de no existir un sistema de abastecimiento de agua potable, por lo que se enlistan las siguientes conclusiones.

1. Se comprueba la hipótesis planteada: “aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, durante los últimos 5 años, por falta de dotación de agua, es debido a la inexistencia de un sistema de abastecimiento de agua potable”. La variable dependiente se comprobó con el 90% de nivel de confianza y 9.5% de error de muestreo y la variable independiente con el 100% de nivel de confianza y 0% de nivel de muestreo.
2. El aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa no ha cesado en los últimos cinco años.
3. Los pobladores del cantón Nimapa no acuden cotidianamente al centro de salud, para chequear su salud.
4. No se imparten capacitaciones sobre el tratamiento del agua para usos domiciliarios a los pobladores del cantón Nimapa.
5. Los pobladores del cantón Nimapa no cuentan con la cantidad de agua necesaria para su consumo diario.

6. No se monitorea la calidad del agua que consumen hoy en día los pobladores del cantón Nimapa.
7. No se cuenta con diseño y planificación para la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable.
8. La población va en aumento cada año en el cantón Nimapa y cada vez se torna más difícil tener acceso al agua.
9. No existe un sistema de abastecimiento de agua potable para dotar de agua a la población del cantón Nimapa.
10. Falta de inversión en obras necesarias para mejorar la calidad de vida de los habitantes del cantón Nimapa.

IV.2 Recomendaciones

Las conclusiones obtenidas a través de la investigación realizada en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, arrojan incremento de enfermedades gastrointestinales por falta de dotación de agua como consecuencia de no existir un sistema de abastecimiento de agua potable, por lo que se sugiere seguir las siguientes recomendaciones.

1. Operativizar la propuesta de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

2. Evitar el aumento de enfermedades gastrointestinales, con la dotación de agua potable para usos domiciliarios a los pobladores del cantón Nimapa.
3. Incentivar a los pobladores del cantón Nimapa a que acudan al centro de salud, para chequear su salud cotidianamente y así evitar complicaciones mayores.
4. Crear un manual de uso para tratamiento del agua, para su posterior consumo en actividades domiciliarias.
5. Dotar de una cantidad adecuada de agua potable (litros/día) a cada habitante del cantón Nimapa.
6. Monitorear mensualmente la calidad del agua con la que se abastecería a los pobladores del cantón Nimapa.
7. Diseñar y planificar un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado para dotar al cantón Nimapa.
8. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable con proyecciones a futuro, para que no haya problema con el crecimiento poblacional.
9. Implementar un sistema de abastecimiento de agua potable en el cantón Nimapa.
10. Priorizar las obras a ejecutar, para cubrir las necesidades básicas del cantón Nimapa.

BIBLIOGRAFIA.

1. Aparicio, F. (1989). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Editorial Limusa, México
2. Chow, V. T., Maidment, D. R. y Mays, L. W. (1988). *Hidrología Aplicada*. Editorial Mc Graw-Hill; Estados Unidos de América
3. COGUANOR., Comision Guatemalteca de Normas. *Normas para exámenes bacteriologicos y fisico- químico sanitario*. Guatemala.
4. Decreto. (1997). *Decreto 90-97 Congreso de la republica de Guatemala, Codigo de Salud*. Guatemala, Guatemala.
5. Empagua. (2005). Proyecto de Emergencia. Tomo 1. *Situación Actual de los Recursos Hídricos en Guatemala. Estudio Hidrológico en el Valle de la Ciudad de Guatemala*. Guatemala.
6. Presidencia de la Republica de Guatemala. (2009). Acuerdo Gubernativo 178-09. *Reglamento para la certificacion de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento*. . Guaetmala.
7. Escuela Regional de Ingenieria Sanitaria y Recursos Hidráulicos. (1981-1982). Universidad de San Carlos de Guatemala. *Demandas de agua y criterios de diseños rurales. 10ed*. Guatemala .

8. Instituto de Fomento Municipal INFOM. (1997). *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. 2a revisión*. Guatemala.
9. Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales y Kreditanstalt Für Wiederaufbau (KFW); con el programa de Agua Potable y Saneamiento Básico Rural IV. (2004). *Manual de administración, operación y mantenimiento*. Guatemala.
10. Ministerio de Agricultura Ganaderia y Alimentacion MAGA/JICA. *Manual de Educación Ambiental sobre el Recurso Hidrico en Guatemala*. Guatemala.
11. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN-INE/MAGA-INSIVUMEH. (2011). *Cuencas Hidrográficas de Guatemala*. Guatemala: ATLAS SIA. .
12. MERRIT, Frederidck S. (1987). *Manual del Ingeniero Civil*. Mexico: McGraw-Hill.
13. Porto, Julian. Perez., & Gardey, Ana. (2010). *Definicion de* . Obtenido de Definicion de agua: <https://definicion.de/agua/>
14. Wilson Mariño Ramírez. (2020). Dpto. de Bienestar Institucional. *Enfermedades gastrointestinales:definición, síntomas y cómo evitarlas*. Bogota, Colombia.
15. Remenieras, G. (1974). *Tratado de hidrología aplicada*. Editores Técnicos Asociados, S.A.; España

16. Secretaria de Planificacion y Progamacion de la Presidencia SEGEPLAN. (2006). *Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de Guatemala*. Guatemala.
17. Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social. (2020). *Agua y alimentos contaminados, provocan enfermedades gastrointestinales*. Guatemala.
18. Ministerio de Salud Publica y Asitencia Social, & INFOM. (2011). *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala.
19. Social., M. d. (1991). *Guía para la preparación, construcción, y supervisión de abastecimientos de agua potable y saneamiento*. Guatemala.
20. Ing. Silvia Argueta Tejada. *Fondo para el logro de los ODM "ONU"* .
Obtenido de Guías de Normas y Estándares Técnicos Aplicados a Agua y Saneamiento.: www.mdgfund.org
21. Toycon, D. (2019). *Manual de manejo de Cuencas*. Editorial World Vision, Canadá

ANEXOS.

Anexo1. Modelo de investigación dominó.

F-30-07-2019-01

Modelo De Investigación: Dominó

(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala)

Elaborado por: Bryan Ottoniel Morales López
Carné: 21-000-1640

Para: Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala
Fecha: 05/09/2022

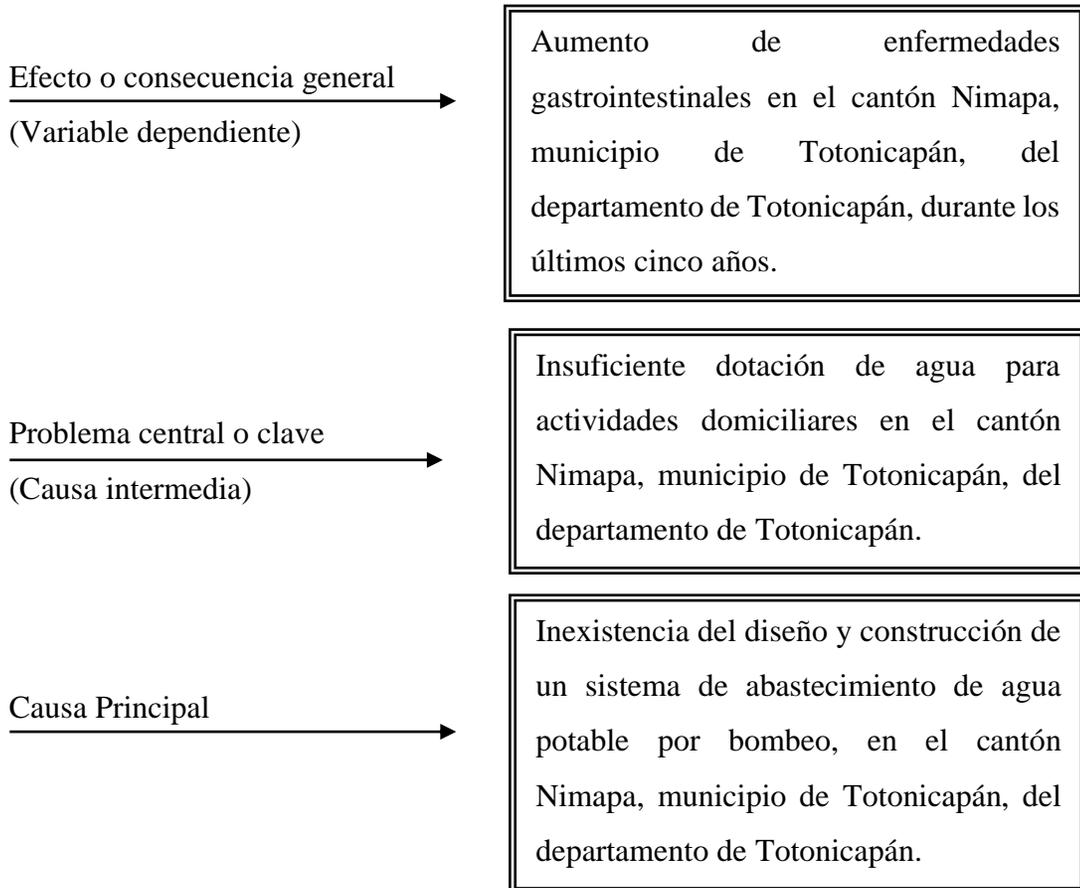
Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años.	4) Objetivo general Disminuir enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al segundo año se reducen las enfermedades gastrointestinales en un 90%. Verificadores: Registro e informes. Supuestos: Mejoran considerablemente las condiciones de vida de los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.
2) Problema central Insuficiente dotación de agua para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.	5) Objetivo específico Dotar de agua potable para actividades domiciliarias a el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.	
3) Causa principal o variable independiente Inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.	6) Nombre PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, EN EL CANTÓN NIMAPA, MUNICIPIO DE TOTONICAPÁN, DEL DEPARTAMENTO DE TOTONICAPÁN.	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al primer año el 100% de las familias cuenta con servicio de agua potable. Verificadores: Registros, videos, imágenes, informes, servicio de agua potable en las viviendas. Supuestos: Instituciones enfocadas en gestión ambiental proporcionan capacitaciones sobre conservación de fuentes de agua subterránea.
7) Hipótesis “El aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años; por insuficiente dotación de agua para actividades domiciliarias, es debido a la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo.” ¿Es la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, la causante del aumento de enfermedades	12) Resultados o productos <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se cuenta con Unidad Ejecutora ✓ Se dispone de propuesta de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán. ✓ Se formula programa de capacitación para la población. 	

<p>gastrointestinales, por insuficiente dotación de agua para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años?</p>		
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto ¿Existe aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años? Sí_____ No_____</p> <p>Boleta de investigación dirigida a población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo</p> <p style="text-align: center;"><u>Es optativo para licenciaturas</u></p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal ¿Existe diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán? Sí_____ No_____</p> <p>Boleta censal dirigida al concejo de la municipalidad de Totonicapán y a los colaboradores de la DMP.</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <ul style="list-style-type: none"> — Utilizar la tabla de contenidos por orden para elaborar el trabajo de investigación (https://urural.edu.gt/wp-content/uploads/2020/01/tabla-de-contenidos-por-orden.pdf) — Utilizar forma y estilo de Universidad Rural de Guatemala. — No utilizar gerundios. — Redactar en tercera persona. — Puede utilizar la biblioteca virtual que está en la página de la Universidad. — Puede utilizar el modelo para elaborar la metodología que está en la página de la Universidad. — Investigar 75 páginas de MARCO TEÓRICO. — En el anexo 1 del tomo II, desarrollar ocho (8) actividades por cada resultado. 	
<p>10) Temas del Marco Teórico 1.El Agua. 2.Agua para actividades domiciliarias. 3.Enfermedades gastrointestinales. 4.Cuencas. 5.Aforos. 6.Caudal. 7.Dotación de agua. 8.Sistemas de captación de agua. 9.Diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo. 10.Normas relacionadas a la construcción de sistemas de agua.</p>		
<p>11) Justificación: El investigador debe de evidenciar con proyección estadística y matemática el Aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años.; así mismo la importancia de implementar la propuesta.</p>		

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

2.1 Árbol de problemas.

Tópico: Propuesta de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo.



Hipótesis del trabajo

Hipótesis causal: “El aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años; por insuficiente dotación de agua para actividades domiciliarias, es debido a la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo.”

Hipótesis interrogativa: ¿Es la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, la causante del aumento de enfermedades gastrointestinales, por insuficiente dotación de agua para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años?

2.2 Árbol de objetivos

Fin u objetivo general



Disminuir enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Tonicapán, del departamento de Tonicapán.

Objetivo específico



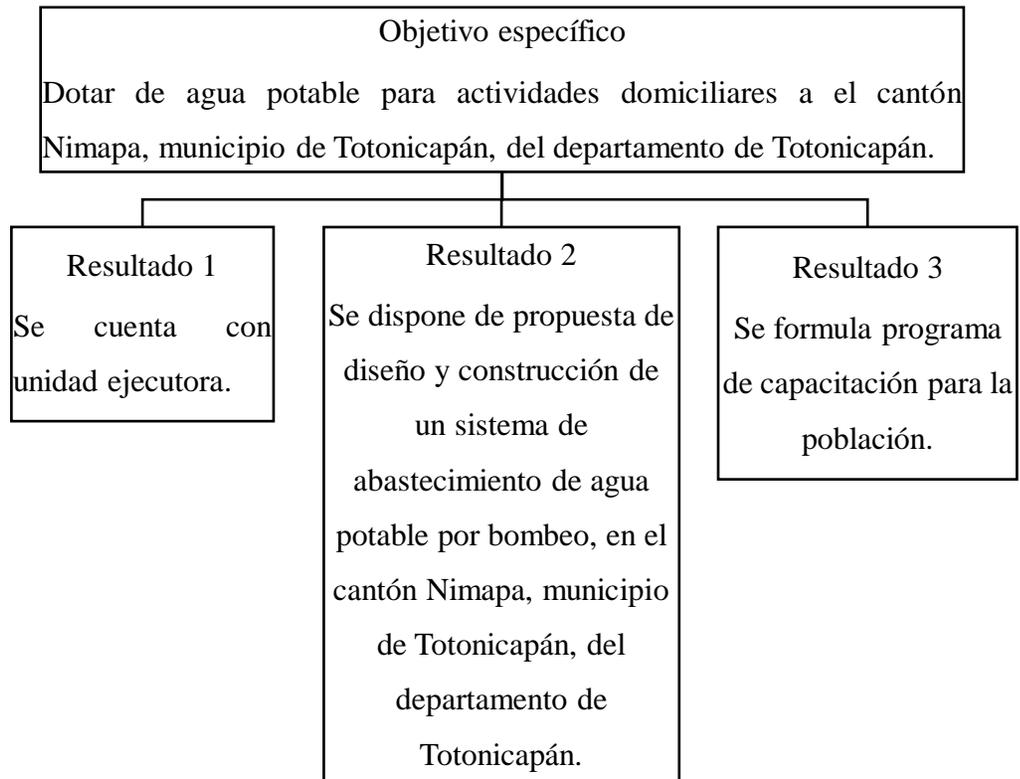
Dotar de agua potable para actividades domiciliarias a el cantón Nimapa, municipio de Tonicapán, del departamento de Tonicapán.

Medio



PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, EN EL CANTÓN NIMAPA, MUNICIPIO DE TOTONICAPÁN, DEL DEPARTAMENTO DE TOTONICAPÁN.

Anexo 3. Diagrama del medio para solucionar la problemática.



Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años.

Esta boleta censal está dirigida a la población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder con una “X” en la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Existe aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años?

Sí _____ No _____

2. ¿Con que frecuencia visita el puesto de salud?

2.1 Mensual _____

2.2 Trimestral _____

2.3 Semestral _____

2.4 Otro _____

3. ¿Ha recibido capacitaciones sobre tratamiento del agua para el uso en actividades domiciliarias?

Sí _____ No _____

4. ¿Cuánta agua utiliza al día para actividades domiciliarias?

4.1 0-20Lt _____

4.2 20-40Lt _____

4.3 40-60Lt _____

4.4 60-100Lt _____

5. ¿Cuántos integran su familia?

4.5 1-3 integrantes _____

4.6 4-6 integrantes _____

4.7 7-9 integrantes _____

4.8 Más de 9 _____

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación de la causa.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: Inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

Esta boleta censal está dirigida al concejo de la municipalidad de Totonicapán y a los colaboradores de la DMP.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder con una “X” en la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Existe diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán?

Sí _____ No _____

2. ¿Con que frecuencia monitorean la calidad de agua para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán?

2.1 Mensual _____

2.2 Trimestral _____

2.3 Semestral _____

2.4 Anual _____

2.5 Nunca _____

3. ¿Cuentan con presupuesto para la ejecución de obras enfocadas a servicios de agua?

Sí _____ No _____

4. ¿Cuándo ejecutaron el último proyecto en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán?

4.1 1 año _____

4.2 2 años _____

4.3 3 años _____

4.4 Desconozco _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Variable independiente

A continuación, se describe el anexo metodológico para calcular la población investigada. No se realizó cálculo de la muestra para determinar la población de la variable independiente “X” en virtud que la población de dicha variable es menor de 35 individuos (16 integrantes del concejo de la municipalidad de Totonicapán y a los colaboradores de la DMP.) Dicha población es para determinar la validez de esta: Inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

Variable dependiente

El cálculo de la muestra se realiza para la variable dependiente (Y), con el 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa.

Este cálculo se realiza a la población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, departamento de Totonicapán. La fórmula utilizada para el cálculo de la muestra con los parámetros arriba indicados es la siguiente:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{Nd^2 + Z^2 pq}$$

N =	800
Z =	1.645
Z ² =	2.706025
p =	0.5
q =	0.5
d =	0.095
d ² =	0.009025
NZ ² pq =	541.205
Nd ² =	7.22
Z ² pq =	0.6765063
Nd ² + Z ² pq =	7.8965063
n =	68.537272

N= Población mayor de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, departamento de Totonicapán

Z= Media normalizada

p= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

d= Error de muestreo

n= Tamaño de la muestra

Se aclara que se utiliza la máxima varianza (p=0.5 y q=0.5), debido a que no existen investigaciones previas a la problemática que se estudia.

El tamaño de la muestra es de 69.

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.95 lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $+ - 0.80$ a $+ - 1$.

A continuación, se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente.

Cálculo de coeficiente de correlación

Año	X (# de Años)	Y Casos de enfermedades gastrointestinales	XY	X ²	Y ²
2016	1	74.00	74.00	1	5476.00
2017	2	75.00	150.00	4	5625.00
2018	3	79.00	237.00	9	6241.00
2019	4	83.00	332.00	16	6889.00
2020	5	92.00	460.00	25	8464.00
Totales	15	403.00	1253.00	55	32695.00

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	1253
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	32695.00
$\sum Y =$	403
$n \sum XY =$	6265
$\sum X * \sum Y =$	6045
Numerador=	220
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum Y^2 =$	163475.00
$(\sum Y)^2 =$	162409.00
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$n \sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	1066
$(n \sum X^2 - (\sum X)^2) * (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2) =$	53300.00
Denominador:	230.87
r=	0.95

Fórmula:

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2) * (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente: $y = a + bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $+ - 0.80$ a $+ - 1$; cuyo cálculo es parte integrante de este documento.

A continuación, se presentan los cálculos y la tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

Proyección lineal.

Año	X	Y	XY	X ²	Y ²
	(Años)	Casos de enfermedades gastrointestinales			
2016	1	74	74	1	5476.00
2017	2	75	150	4	5625.00
2018	3	79	237	9	6241.00
2019	4	83	332	16	6889.00
2020	5	92	460	25	8464.00
Totales	15	403	1253	55	32695.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	1253
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	32695.00
$\sum Y=$	403
$n\sum XY=$	6265
$\sum X*\sum Y=$	6045
Numerador de b:	220
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	4.4
Numerador de a:	
$\sum Y=$	403
$b * \sum X =$	66
Numerador de a:	337
a=	67.4

Formulas:

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b\sum x}{n}$$

Situación sin propuesta

x		y = a + bx
No. De año	Año	Casos de enfermedades gastrointestinales
6	2021	94
7	2022	98
8	2023	103
9	2024	107
10	2025	111

Porcentajes propuestos para la situación con propuesta.

Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Casos de enfermedades gastrointestinales
	2020			
	Casos de enfermedades gastrointestinales			
2021	92	0%	0	92.00
Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Casos de enfermedades gastrointestinales
	2021			
	Casos de enfermedades gastrointestinales			
2022	92.00	90%	83	9
Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Casos de enfermedades gastrointestinales
	2022			
	Casos de enfermedades gastrointestinales			
2023	9.20	10%	1	8
1				
Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Casos de enfermedades gastrointestinales
	2023			
	Casos de enfermedades gastrointestinales			
2024	8.28	10%	1	7
Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Casos de enfermedades gastrointestinales
	2024			
	Casos de enfermedades gastrointestinales			
2025	7.45	10%	1	7

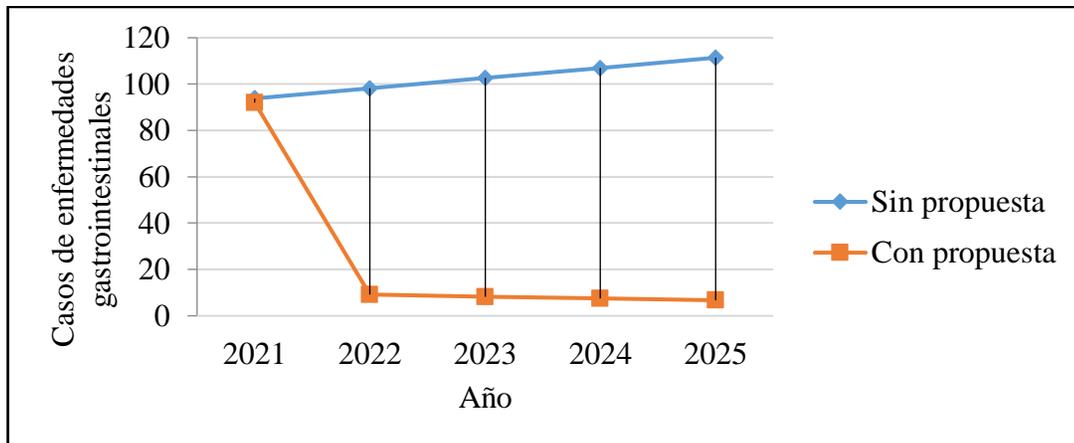
Comparación de la situación sin y con propuesta.

Análisis comparativo con y sin propuesta.

Análisis comparativo con y sin propuesta.			
Año	Casos de enfermedades gastrointestinales		Diferencial
	Sin propuesta	Con propuesta	
2021	94	92	2
2022	98	9	89
2023	103	8	94
2024	107	7	100
2025	111	7	105
Sumatoria	513	124	389

Fuente: Elaboración propia basa en estadísticas de la municipalidad de Tonicapán, mayo 2021.

Gráfica comparativa de situación sin proyecto y con proyecto.



Fuente: Elaboración propia basado en estadísticas de la municipalidad de Tonicapán, mayo 2021.

Análisis: Se visualiza que sin propuesta en 5 años se tendrían 513 casos de enfermedades gastrointestinales y con la propuesta se disminuirían a 124 casos en los próximos 5 años, por lo que con la propuesta se evitarían 389 casos de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Tonicapán, departamento de Tonicapán.

Bryan Ottoniel Morales López

TOMO II

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, EN EL CANTÓN
NIMAPA, MUNICIPIO DE TOTONICAPÁN, DEL DEPARTAMENTO DE
TOTONICAPÁN.



Asesor General Metodológico:

Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre 2022

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, EN EL CANTÓN
NIMAPA, MUNICIPIO DE TOTONICAPÁN, DEL DEPARTAMENTO DE
TOTONICAPÁN.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Bryan Ottoniel Morales López

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería
Civil con énfasis en Construcciones Rurales

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre 2022

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, EN EL CANTÓN
NIMAPA, MUNICIPIO DE TOTONICAPÁN, DEL DEPARTAMENTO DE
TOTONICAPÁN.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, noviembre 2022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciado en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

Prólogo

De acuerdo a los requerimientos del programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título de Licenciado en Ingeniería Civil, se llevó a cabo el presente estudio para presentar posibles soluciones a la problemática que aqueja a los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán y cumplir con la aplicación de los conocimientos adquiridos durante las diferentes etapas de la carrera universitaria, que contribuye a mejorar la calidad de vida de los individuos.

Se diseñó una propuesta para la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para dotar de agua potable a los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, para que este sistema contribuya al combate de reducción de enfermedades gastrointestinales que aqueja a los habitantes del cantón.

Presentación

Las actividades de investigación se realizaron durante los meses de abril a junio del año dos mil veintiuno por un estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Rural de Guatemala como requisito previo a optar al grado académico de licenciado, de conformidad a los estatutos de esa casa de estudios. Es un aporte enfocado a mejorar la calidad de vida de los pobladores mediante la utilización de agua potable para el uso en actividades domiciliarias en el “cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán”.

Con la dotación del vital líquido, del cual carecen los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, se mejoran las condiciones de vida, la higiene aumenta y con ello se disminuyen exponencialmente hasta acabar con las enfermedades gastrointestinales que afectan en la actualidad a los individuos del mencionado cantón.

Índice

No.	Contenido	Página
I.	RESÚMEN.....	1
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	11
	ANEXOS.	

I. RESÚMEN

El presente documento es un resumen de la investigación que se encuentra plasmada en el Tomo I, en ella se muestra la problemática que aqueja a los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán y se plantea la propuesta de solución denominada diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para la población antes mencionada, con ello se desvanece el problema en dicha comunidad.

Planteamiento del Problema.

En Guatemala, mayormente en el área rural no se cuenta con abastecimiento de agua potable en la totalidad de las comunidades, esto debido a diferentes causas como, falta de fuentes de agua natural, topografía de la comunidades o falta de recursos y esto conlleva a tener diferentes tipos de enfermedades en los pobladores debido la falta de higiene en el tipo de agua que consumen para sus necesidades básicas; los tipos de enfermedades más comunes por consumo de agua no potabilizada son las enfermedades gastrointestinales, que afectan el sistema digestivo de los seres humanos.

Mediante la investigación realizada se determinó que en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, los habitantes sufren de enfermedades gastrointestinales y a su vez, las mismas van en aumento en los últimos cinco años, esto es debido a la insuficiente dotación de agua para sus actividades domiciliarias y a la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en dicha región.

Con la dotación de agua potable para actividades domiciliarias a todas la viviendas de los pobladores del cantón Nimapa, se disminuiría la cantidad de enfermedades gastrointestinales que aquejan a dicha población, se cortarían la gráfica ascendente de

casos y así mejoraría la salud y calidad de vida de los habitantes; ya que si no se toman cartas en el asunto ahora que es controlable por el sistema de salud, la cantidad de casos aumentará sin cesar con el paso del tiempo, lo que complicaría cada vez más y llegaría a ser un problema de salud mayor, que podría llegar a tener personas fallecidas por exceso de casos en enfermedades gastrointestinales, ya que el sistema de salud local no se dará abasto para atender a tanto paciente con enfermedades gastrointestinales.

Hipótesis.

Hipótesis causal: “El aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años; por insuficiente dotación de agua para actividades domiciliarias, es debido a la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo.”

Hipótesis interrogativa: ¿Es la inexistencia del diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, la causante del aumento de enfermedades gastrointestinales, por insuficiente dotación de agua para actividades domiciliarias en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, durante los últimos cinco años?

Objetivos.

General.

Disminuir enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

Específico.

Dotar de agua potable para actividades domiciliarias a el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

Justificación.

En la investigación realizada se determinó que en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, los habitantes sufren de enfermedades gastrointestinales y a su vez, las mismas van en aumento en los últimos cinco años por lo que se llegaría a un total de 513 casos si se continúa con la vida que llevan hoy en día los habitantes.

La causa del problema es que los habitantes del cantón Nimapa carecen de agua potable y consumen agua que no es potable para sus necesidades, lo que produce casos de enfermedades gastrointestinales, esto se debe la falta de dotación de agua potable, debido a la inexistencia de un sistema que abastezca de agua potable para usos domiciliarios a los habitantes del cantón Nimapa.

Con la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable para uso domiciliar de los individuos, la cantidad de personas con enfermedades gastrointestinales en 5 años sería de 124 casos, por tanto, se evitarían 389 (76%) de los casos y con ello mejoraría sustancialmente la salud y calidad de vida de los pobladores del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

La construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, servirá para dotar a las viviendas de los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, con esto todos los individuos contarán con agua previamente tratada y potabilizada para llevar a cabo todas sus actividades básicas, sin limitaciones y sobre todo con una higiene que les permitirá mejorar su salud, por ende eliminar las enfermedades gastrointestinales que los aquejan actualmente e indirectamente

mejorar su economía ya que, dejarían de gastar en medicamentos que necesitan adquirir para combatir dichas enfermedades.

Metodología.

Modelo de Investigación Dominó: Modelo creado por el Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala; muestra en dos páginas, un cuadro con tres columnas estructuradas de la manera siguiente: Columna del problema (efecto, problema, causa, hipótesis, preguntas que comprueban las variables dependiente e independiente, temas de marco teórico y justificación), columna de propuesta de solución (objetivo general, específico, nombre del trabajo de investigación, resultados y costos) y la columna de la evaluación *ex post* de la propuesta.

En el Modelo de Investigación Dominó se resume el trabajo de investigación; como también, la aplicación de la metodología; éste se detalla en el anexo 1 del tomo I.

Métodos.

Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis.

Los métodos utilizados en lo que se refiere a formulación de hipótesis, fue esencial la utilización del método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, establecidos en el árbol de problemas y objetivos que forman parte del anexo de este trabajo de investigación.

Método deductivo.

Para la formulación de la hipótesis, la deducción fue clave, que parte de lo general a lo específico, el cual permitió conocer condiciones generales de vida de los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, a través de las distintas técnicas que se describen más adelante, después se procedió a formular la hipótesis.

Método analítico.

A través de este método, fue posible observar e interpretar los datos obtenidos después de que se presentara la hipótesis, para estudiar las causas de las enfermedades gastrointestinales que afectan a los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Método marco lógico.

Con una comprensión más clara del problema, se realizó la formulación de la hipótesis, en la que se utilizó el marco lógico para influir, además de definir el área de trabajo, también permitió encontrar la variable hipotética dependiente y la variable independiente para especificar el tiempo de investigación.

El marco lógico también permitió descubrir los objetivos generales y específicos de la investigación y fue a través de este que se pudo establecer el nombre del trabajo.

Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.

Para comprobar la hipótesis, el método de inducción fue auxiliado por los siguientes métodos: estadístico, análisis y síntesis.

Método inductivo.

La inducción fue utilizada, para obtener resultados específicos o exclusivos de los problemas identificados, a fin de extraer conclusiones y recomendaciones generales de dichos resultados.

Método estadístico y analítico.

Estos permitieron determinar parámetros de las encuestas, los cuales ayudaron a comprobar la hipótesis, en que, el alto índice de enfermedades gastrointestinales en los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, en los

últimos cinco años, es alta, por la falta de dotación de agua potable y la calidad del agua que los pobladores consumen actualmente.

Método sintético.

Una vez que se obtuvo la información, la síntesis fue utilizada, para sacar conclusiones y recomendaciones de este trabajo, esto también hizo que la generalidad de la información sea coherente con los resultados de la investigación de campo.

Técnicas.

Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis.

Lluvia de ideas.

El uso de esta técnica fue esencial para la recopilación de ideas, lo que permitió determinar cuáles son los mayores problemas que afrontan los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Observación directa.

Esta técnica se utilizó, directamente en el área de impacto del estudio y para este propósito, se visitó el cantón Nimapa y se determinó que no cuentan con ninguna fuente que abastezca de agua potable a los pobladores.

Investigación documental.

Esta técnica se utilizó, para determinar si existen documentos similares o relacionados con el problema a estudiar, para evitar la duplicación del trabajo académico a realizar. Los documentos consultados se especifican en la bibliografía.

Entrevista.

Una vez que se formó una comprensión general del problema, se procedió a entrevistar a pobladores mayores de 18 años del cantón Nimapa, municipio de

Totonicapán, Totonicapán y a los miembros del concejo municipal y colaboradores de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Totonicapán, para obtener información más precisa sobre los problemas encontrados.

Después de realizar las entrevistas, con una comprensión más clara del problema, se utilizó el método deductivo, y a través de las técnicas descritas anteriormente, fue presentada la hipótesis. Para este propósito, se apoyó con el método de marco lógico el cual permitió encontrar las variables dependientes e independientes.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Cálculo del tamaño de la muestra.

Para comprobar la variable dependiente se utilizó el cálculo de la muestra al 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa; que fue dirigida a los pobladores mayores de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán con un total de 800 y un cálculo de muestreo de 69 pobladores mayores de 18 años a encuestar.

Encuestas.

Se elaboraron dos tipos de encuesta; la primera fue dirigida a los pobladores mayores de 18 años del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán para comprobar la variable dependiente y la segunda a los miembros del concejo municipal y colaboradores de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Totonicapán, para la comprobación de la causa.

Censo.

Con el objetivo de comprobar la variable independiente de la inexistencia de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable para uso domiciliario en el cantón Nimapa, se realizó un censo de dieciséis personas entre miembros de

concejo municipal y colaboradores de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la Municipalidad de Totonicapán.

Técnica de análisis.

El análisis incluyó la interpretación de los valores absolutos y relativos de los datos tabulados, los que se obtuvieron después de la aplicación de las boletas de investigación, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada,

Coefficiente de correlación.

Al calcular el coeficiente de correlación, proporciono un indicador estadístico, que en consecuencia permitió conocer la correlación lineal entre dos variables cuantitativas (X,Y), en otras palabras, medir el comportamiento de la curva durante los últimos cinco años. Según la fórmula establecida por la universidad, el coeficiente de correlación es 0.95.

Proyección de línea recta.

Se elaboró la gráfica comparativa con y sin proyecto para proyectar el impacto que generan la problemática estudiada a futuro, sobre el índice de enfermedades gastrointestinales en los pobladores del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.

Principal conclusión y recomendación.

A través de los métodos y técnicas aplicadas se concluye que: se comprueba la hipótesis planteada “el aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, durante los últimos 5 años, por falta de dotación de agua, es debido a la inexistencia de un sistema de abastecimiento de agua potable”. La variable dependiente se comprobó con el 90% de nivel de confianza

y 9.5% de error de muestreo y la variable independiente con el 100% de nivel de confianza y 0% de nivel de muestreo.

Por lo que se recomienda operativizar la propuesta de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

Propuesta de solución.

Los resultados obtenidos a través de la investigación realizada en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, arrojan incremento de enfermedades gastrointestinales por falta de dotación de agua como consecuencia de no existir un sistema de abastecimiento de agua potable.

Cabe mencionar que en el Anexo 1 se encuentra una síntesis de la propuesta de solución y en el Anexo 4 se encuentran las especificaciones técnicas.

La propuesta está conformada por los siguientes resultados:

Resultado 1. Se cuenta con unidad ejecutora, está constituida por las siguientes actividades.

Actividad No. 1. Presentación y aprobación del proyecto.

Actividad No. 2. Gestiones municipales.

Actividad No. 3. Gestión de recurso humano.

Resultado 2. Se dispone de propuesta de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán, este está constituido por las siguientes actividades.

- Actividad No. 1. Descripción del Proyecto.
- Actividad No. 2. Selección de la fuente.
- Actividad No. 3. Selección de la bomba.
- Actividad No. 4. Estudio Topográfico.
- Actividad No. 5. Diseño hidráulico.
- Actividad No. 6. Diseño estructural.
- Actividad No. 7 Desarrollo de planos.
- Actividad No. 8. Definición de la ubicación de obras hidráulicas.
- Actividad No. 9. Gestión de materiales de construcción.
- Actividad No. 10. Ejecución del proyecto.
- Actividad No. 11. Operación del proyecto.
- Actividad No. 12. Desarrollo de tratamiento periódicos de potabilización.
- Actividad No. 13. Realización de mantenimientos.

Resultado 3. Se formula programa de capacitación para la población, este consta de las siguientes actividades.

- Actividad No. 1. Coordinación.
- Actividad No. 2. Equipo, herramienta y materiales.
- Actividad No. 3. Capacitación dirigida al comité de agua del cantón Nimapa.
- Actividad No. 4. Capacitación sobre la importancia de la higiene en la salud.
- Actividad No. 5. Capacitación sobre el uso adecuado del agua potable en la higiene.
- Actividad No. 6. Capacitación sobre uso racional del agua potable.
- Actividad No. 7. Capacitación sobre la protección de la fuente.
- Actividad No. 8. Capacitación sobre la operación del sistema de bombeo.

En el Anexo 1 se esboza la propuesta de solución a la problemática investigada y en el Anexo 2 se incluye la matriz de la estructura lógica para evaluar el trabajo después de desarrollar la propuesta.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se comprobó la hipótesis planteada: “aumento de enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, durante los últimos 5 años, por falta de dotación de agua, es debido a la inexistencia de un sistema de abastecimiento de agua potable”. Con el 90% de nivel de confianza y 9.5% de error de muestreo.

Recomendaciones

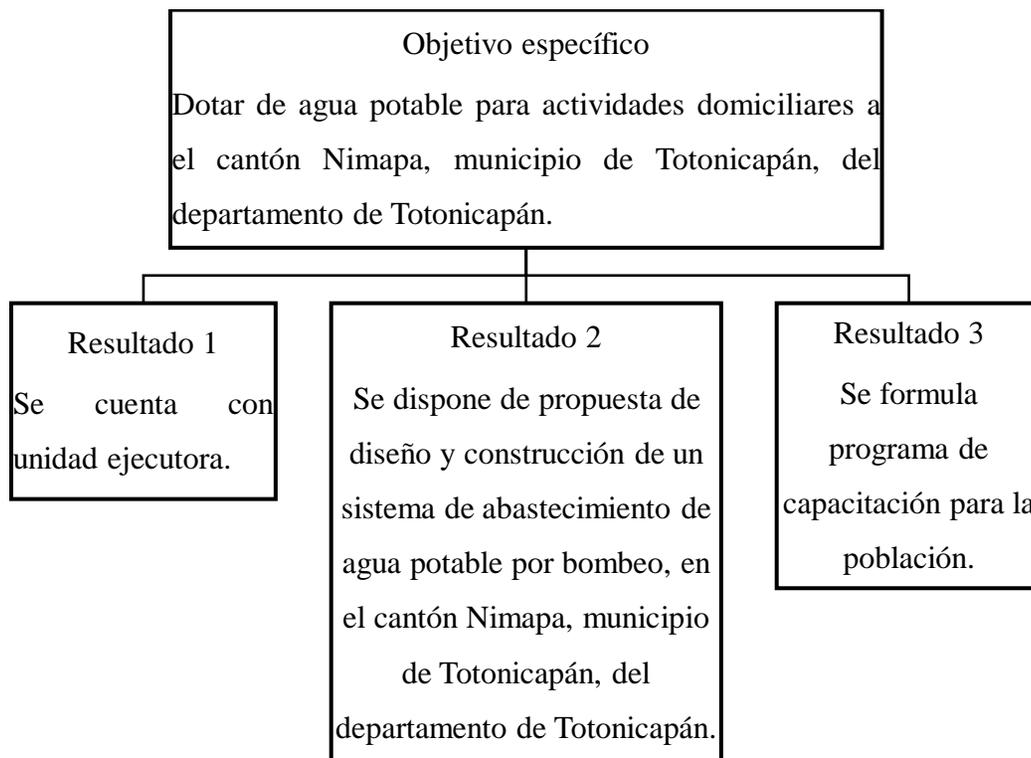
1. Operativizar la propuesta de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.

El presente proyecto tiene como finalidad mitigar los impactos negativos que se han producido por las enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, como consecuencia de la carencia de agua potable en el lugar. El agua potable es el vital líquido para el ser humano y la misma mejora los ecosistemas y la salud de este, con una mejor relación biológica – sanitaria. A continuación, se describen los medios de solución para la problemática encontrada.

Diagrama de solución de la problemática



Las especificaciones técnicas del proyecto se encuentran en el Anexo 4 de este tomo.

Desarrollo de resultados.

Resultado 1. Unidad Ejecutora (Municipalidad de Totonicapán)

Actividad No. 1. Presentación y aprobación del proyecto: se solicitará una reunión con el Alcalde y Concejo Municipal del municipio de Totonicapán, para plantearles la necesidad e importancia de la construcción de este proyecto, para reducir los casos de enfermedades gastrointestinales que azotan al cantón Nimapa de su municipio, y así, contar la aprobación del proyecto.

Actividad No. 2. Gestiones municipales: aprobado el proyecto por el concejo municipal, se presentará a la Dirección Municipal de Planificación el mismo, para que proceda a cargarlo al portal de Guatecompras, una vez autorizada y adjudicada la oferta, se efectuará la gestión de contratos, finalizado este proceso se procederá a la financiación del proyecto ante la Dirección de Administración Financiera Municipal DAFIM. Así mismo, la municipalidad en conjunto con el centro de salud de la localidad se encargará de planificar el control y monitoreo de la calidad del agua y se creará un comité de agua en la población, para que, se encargue de efectuar las gestiones necesarias para el servicio de agua potable.

Actividad No. 3. Gestión de recurso humano: se deberá contratar a profesionales de la Ingeniería Civil para la debida supervisión en los procesos técnicos de la obra, así mismo a personal calificado que brinde mano de obra, como maestro de obra, albañiles, ayudantes de albañil que ejecuten el proceso constructivo de la obra, así mismo se formará un comité de agua con los mismos pobladores del cantón Nimapa, para que velen por el correcto uso de las finanzas de la obra, así como encargarse de la posterior operación y mantenimiento del sistema de agua potable.

Resultado 2. Se dispone de propuesta de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.

Actividad No. 1. Descripción del Proyecto: la topografía en dónde se construirá el “Sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán”, es muy irregular y con diferencias de nivel marcadas, también por ser una zona rural las viviendas se encuentran muy dispersas; derivado de esto, deberá construirse un tanque de almacenamiento en la parte alta del lugar, para que por gravedad se pueda abastecer a las viviendas.

El proyecto estará compuesto por ramales abiertos; el tipo de servicio a prestar será del tipo servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda, la población beneficiada será de 1,200 habitantes, el proyecto tendrá una vida útil de 20 años, para el cual se espera que el proyecto abastezca eficientemente a una población futura de 1,682 habitantes, esta población fue calculada a través de una ecuación basada en el método geométrico en consideración con la tasa de crecimiento poblacional.

Actividad No. 2. Selección de la fuente: En el área no se cuenta con fuentes naturales, por lo que es necesaria la construcción de un pozo mecánico para extraer mediante bombeo el agua que llegará al tanque de almacenamiento para abastecer a las viviendas del lugar, la potabilización del agua se hará previo a su ingreso al tanque de almacenamiento, para que cuando el agua sea almacenada en el tanque esta ya este potabilizada y lista para servirla a la población.

Actividad No. 3. Selección de la bomba: La bomba a emplearse para la succión del agua del pozo y la conducción hacia el tanque de almacenamiento deberá seleccionarse, en base a los criterios de altimetría y presión que deberá vencer la bomba durante el trayecto, esto con el objeto de que la bomba no se forcé en ningún

momento y pueda funcionar de manera óptima cuando se necesite abastecer el tanque almacenamiento para la posterior distribución a las viviendas.

Actividad No. 4. Estudio Topográfico: El estudio topográfico se desarrolla para conocer las condiciones del terreno y la forma de la corteza terrestre por donde pasará la tubería de las líneas de conducción y distribución del sistema de agua potable, para ello se efectuó un estudio de altimetría con la ayuda de una estación total, con dicho estudio se obtuvieron coordenadas y cotas, para la obtención de plantas y perfiles topográficos con la ayuda del software CivilCAD, los cuales serán utilizados en la fase del diseño hidráulico.

Actividad No. 5. Diseño hidráulico: Este diseño consiste en la aplicación de parámetros establecidos en guías y normativas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) en noviembre del 2011; a su vez, ecuaciones y criterios del ámbito profesional de la Ingeniería Civil, que permiten obtener valores requeridos para definir la tipología y geometría de cada uno de los elementos que componen el proyecto, esto con el fin de que el proyecto en su operación se pueda desempeñar de una manera eficiente.

Actividad No. 6. Diseño estructural: Este diseño se realizó mediante criterios propios, en seguimiento a parámetros definidos en el Código ACI 318 y, los principios establecidos por Braja M. Das en su libro Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, séptima edición, año 2012. Los cálculos efectuados en el diseño estructural permitieron obtener una tipología estructural y dimensionamiento adecuado de los elementos estructurales que conforman el proyecto, esto con el fin de construir estructuras, seguras, duraderas, funcionales y económicas.

Actividad No. 7. Desarrollo de planos: Este proyecto se encuentra conformado por un paquete de cinco planos, en los cuales se encuentran contenidas las plantas generales del proyecto, los planos contienen las especificaciones técnicas a seguir en la ejecución del proyecto, la representación gráfica de las plantas y perfiles de cada ramal que integran el proyecto, los detalles de la estructura de captación (pozo mecánico), caseta de bombeo y del tanque de almacenamiento.

Actividad No. 8. Definición de la ubicación de obras hidráulicas:

Válvulas de aire.

Se instalarán válvulas de aire en los puntos topográficos más altos de la línea de conducción, esto con el objeto de extraer el exceso de aire de los conductos hidráulicos, ya que al no realizarse este proceso el aire produciría una reducción en la sección transversal de la tubería, por lo que el flujo del agua podría ser obstruido en la operación del sistema.

Válvulas de limpieza.

Los sólidos en un sistema de agua obstruyen el flujo de agua dentro de los conductos, debido a que reducen la sección transversal de los mismos, para contrarrestar este fenómeno, se instalarán válvulas de limpieza en los puntos más bajos de la línea de conducción, esto con el objeto de extraer las partículas de los sólidos que puedan filtrarse en el sistema de agua potable.

Válvulas de compuerta.

Se instalarán válvulas de compuerta en las estructuras de captación, en el tanque de distribución en el cual se almacenará el agua que será utilizada para abastecer a la población beneficiada y en las conexiones domiciliarias que permitirán conectar hidráulicamente las viviendas de los usuarios con el sistema de abastecimiento de agua potable; esto con el objeto de controlar el paso del flujo de agua.

Cajas rompe-presión.

En las líneas de conducción la presión máxima estática del sistema no debe de sobrepasar la presión de servicio de las tuberías; en las líneas de distribución la presión de servicio deberá de mantenerse en el rango de 10 y 60 metros columna de agua, por tanto, se instalarán cajas rompe-presión para disipar la presión en caso de que la presión máxima estática sobrepase de los rangos recomendados por las normas correspondientes y por los fabricantes de la tubería y accesorios hidráulicos.

Conexión domiciliar.

Las conexiones domiciliarias serán instaladas dentro del predio que contienen cada una de las viviendas de los habitantes beneficiados mediante la ejecución del proyecto; a través de las conexiones domiciliarias las personas tendrán acceso al agua potable en cualquier momento del día para satisfacer sus necesidades cotidianas.

Actividad No. 9. Gestión de materiales de construcción: Los materiales de construcción a utilizar en la construcción del proyecto deberán ser cotizados estratégicamente en el mercado guatemalteco, esto con el objeto de obtener productos de calidad con las especificaciones técnicas de calidad adecuadas y al costo más bajo posible.

Actividad No. 10. Ejecución del proyecto: El proyecto podrá ser ejecutado por medio de las supervisión y dirección de profesionales de la Ingeniería Civil, mediante maestro de obra, albañiles y ayudantes de albañil calificados, apoyo de mano de obra no calificada por parte pobladores de la localidad o bien con la contratación de una empresa privada que se encargue de la ejecución de la obra en base a todas las especificaciones y materiales de construcción pactados en contrato.

Actividad No. 11. Operación del proyecto: Una vez finalizadas todas las etapas de la construcción del proyecto, se pondrá en marcha el proyecto y se verificará el

funcionamiento de este, en donde el agua empezará a circular mediante toda la tubería, accesorios y obras hidráulicas hasta llegar mediante las conexiones domiciliarias a las viviendas de todos los beneficiados.

Actividad No. 12. Desarrollo de tratamientos periódicos de potabilización: Los tratamientos de potabilización del agua que abastecerá a los beneficiados se efectuará en el tanque de almacenamiento, mediante la aplicación de tabletas de tricloro de 200 gramos a través de un alimentador automático modelo C-250 el cual tendrá una capacidad de cinco tabletas como mínimo; las tabletas de tricloro deberán colocarse a cada 15 días. El encargado de velar por esta potabilización será el comité del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, el cual deberá ser capacitado periódicamente por personal de la municipalidad de Totonicapán y colaboradores del centro de salud del municipio.

Actividad No. 13. Realización de mantenimientos: El comité del cantón Nimapa, será el encargado de velar por el correcto funcionamiento del sistema de agua potable, deberá realizar servicios de mantenimiento al sistema y cuando sea necesario realizar los servicios correctivos necesarios, esto con el objeto de que el sistema opere de manera eficiente durante su tiempo de vida útil.

Resultados 3. Programa de capacitación para la población

Actividad No. 1. Coordinación: se desarrollará un grupo de colaboradores de la municipalidad y el centro de salud del municipio de Tonicapán, para que lleven a cabo capacitaciones al comité de agua y población beneficiada del cantón Nimapa.

Actividad No. 2. Equipo, herramienta y materiales: es necesario adquirir equipo y material didáctico para la realización de afiches, carteles que serán utilizados en las capacitaciones.

Actividad No. 3. Capacitación dirigida al comité de agua del cantón Nimapa: con la agrupación formada entre colaboradores de la municipalidad y el centro de salud de Tonicapán, se instruirá mediante capacitaciones al comité de agua del cantón Nimapa, la manera en que deben realizarse los procesos de cloración por medio de las tabletas de tricloro de 200 gramos a través de hipocloradores.

Actividad No. 4. Capacitación sobre la importancia de la higiene en la salud: deberán realizarse campañas de concientización dirigidas a la población beneficiada por parte de especialistas en saneamiento y salubridad del agua.

Actividad No. 5. Capacitación sobre el uso adecuado del agua potable en la higiene: se transmitirán conceptos básicos sobre el uso adecuado del agua en la higiene, auxiliados de manuales, ilustraciones y ejemplos; que demuestren que el agua que deben de consumir los humanos debe de ser potable y no cualquier tipo de agua que afecte directamente la salud

Actividad No. 6. Capacitación sobre uso racional del agua potable: se deberán llevar a cabo talleres en los que debe explicarse que el agua no es ilimitada y debe de

cuidarse racionalmente para que todos contemos con ella, deben utilizarse manuales e ilustraciones.

Actividad No. 7. Capacitación sobre la protección de la fuente: se efectuarán campañas de concientización a la población beneficiada para motivar a cuidar la fuente de agua subterránea que se tendrá, con esto limitar a que se corten las venas de agua subterránea que abastecen a la fuente.

Actividad No. 8. Capacitación sobre la operación del sistema de bombeo: la agrupación de colaboradores de la municipalidad deberá capacitar mediante la utilización de manual y figuras ilustrativas sobre la forma eficiente de poner en marcha el sistema de bombeo, el período de tiempo que puede ponerse en marcha a diario, así como, los mantenimientos continuos que deben realizarse al sistema para su eficiente operación.

Anexo 2. Matriz de la Estructura Lógica

La siguiente matriz de la estructura lógica es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de su desarrollo.

Componentes del proyecto	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Objetivo general: Disminuir enfermedades gastrointestinales en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, del departamento de Totonicapán.	Al segundo año los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales han disminuido en un 90% comparado con el primer año de la situación del proyecto en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán,	Informes de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales del Centro de Salud del municipio de Totonicapán.	Mejoran considerablemente las condiciones de vida de los habitantes del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.
Objetivo específico: Dotar de agua potable para actividades domiciliarias a el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán.	Desde el primer año el 100% la población del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán, cuenta con agua potable en sus viviendas.	Servicio de agua potable en las viviendas del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, Totonicapán.	Instituciones enfocadas en gestión ambiental proporcionan capacitaciones sobre conservación de fuentes de agua subterránea.

Resultado 1 Se cuenta con unidad ejecutora			
Resultado 2 Se cuenta con la construcción del sistema de agua potable por bombeo en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán.			
Resultado 3 Se cuenta con un programa de capacitación para la población beneficiada del cantón Nimapa, municipio de Totonicapán.			

Fuente: elaboración propia, noviembre de 2021

Anexo 3. Gestiones Municipales

En la siguiente tabla se detalla, los procedimientos que deberá de cumplir la municipalidad de Totonicapán, para ejecutar el proyecto “Construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, departamento de Totonicapán”.

ACTIVIDAD	SNIP	Empresa que Construye	C M	D M P	Junta Cotización	SM	C G C	DAFIM
Ingreso del proyecto								
Aprobación del proyecto								
Subida al Portal de Guatecompras								
Autoriza Construcción								
Presenta oferta								
Califica y adjudica ofertas								
Aprueba contrato								
Recibe contrato								

Envío contrato autorización								
Solicita Bitácora								
Proceso SICOIN								
Pago de anticipos								
Recibe anticipos								
Avances físicos								
Avances Financieros								
Acta de Recepción del Proyecto								
Acta de Liquidación								
Proyecto con 100% de Avance Físico								
Proyecto con 100% de Avance Financiero								

Finalización del Proyecto								
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia. Basado en cuadro de procesos general de compras y contrataciones Proyectos Municipales. USAID. Junio de 2018.

Abreviaciones:

SNIP: Sistema Nacional de Inversión Pública.

CM: Concejo Municipal.

DMP: Dirección Municipal de Planificación.

SM: Secretaría Municipal.

CGC: Contraloría General de Cuentas.

DAFIM: Dirección Administrativa Financiera Integrada Municipal.

Anexo 4. Servicio Técnico Profesional

Proyecto de construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, departamento de Totonicapán.

Descripción del Proyecto:

El proyecto del sistema de agua potable consiste en perforar un pozo mecánico a 920 pies de profundidad, caseta de bombeo, tanque de almacenamiento y línea central de distribución para las acometidas domiciliarias, funcionará por bombeo en la línea de conducción e íntegramente por gravedad en su línea de distribución.

Fuente:

La fuente por utilizar será un pozo mecánico por construir con una profundidad de 920 pies, ya que se carece de fuentes de agua superficial en la zona.

Calidad de Agua:

La calidad del agua debe de establecerse al estar perforado el pozo, con un seguimiento a los lineamientos de la Norma COGUANOR NTG 29001, mediante análisis fisicoquímico y microbiológico, si en los análisis el resultado es adverso, debe de realizarse un proceso de purificación al agua previo a su ingreso al tanque de almacenamiento.

Período de diseño:

El período de diseño será de 22 años, 20 años recomendados por INFOM y MSPAS en su normativo para construcción de sistemas de agua potable rurales, y 2 años para los procesos de estudios y ejecución del proyecto.

Dotación:

Según INFOM y MSPAS (2011), la normativa para el tipo exclusivo de conexión de la propiedad fuera de la residencia es de entre 60 y 120 litros/habitante/día; como la

fuente de agua seleccionada para el proyecto tendrá disponibilidad de agua, se considerará la dotación máxima, la cual es de 120 litros/habitante/día.

Libreta Topográfica:

LIBRETA TOPOGRÁFICA LINEA DE DISTRIBUCIÓN				
EST	PO	DIST.	AZIMUT	COTA
E0		0.00	0°0'0"	1000.00
E0	E1	22.00	39°14'47"	999.96
E1	E2	36.00	53°41'59"	994.55
E2	E3	38.00	117°1'35"	992.54
E3	E4	36.00	143°21'28"	989.48
E4	E5	40.00	160°30'34"	989.46
E5	E6	43.00	122°55'52"	988.93
E6	E7	22.00	91°24'56"	988.27
E7	E8	27.00	72°27'49"	983.32
E8	E9	4.00	64°21'48"	982.30
E9	E10	19.00	89°33'21"	978.30
E10	E11	5.00	93°55'1"	977.16
E11	E12	9.00	93°55'1"	974.82
E12	E13	47.00	11°17'50"	967.36
E13	E14	23.00	138°41'3"	960.40
E14	E15	41.00	124°39'25"	948.17
E15	E16	58.00	94°29'15"	935.24
E16	E17	38.00	61°51'12"	932.20
E17	E18	47.00	72°39'28"	927.54
E18	E19	37.00	105°38'56"	925.37
E17	E20	32.60	151°17'19"	931.10
E20	E21	46.10	138°58'40"	930.92
E21	E22	27.40	126°58'90"	930.39
E22	E23	20.30	53°1'51"	930.89
E23	E24	21.80	58°15'59"	328.31
E24	E25	27.60	157°37'39"	929.56
E25	E26	24.50	132°18'46"	930.93
E26	E27	24.60	134°41'40"	934.77
E27	E28	11.00	161°36'47"	933.59
E23	E29	32.59	235°17'41"	928.10
E29	E30	67.77	224°56'53"	930.25

E30	E31	27.50	226°60'37"	932.98
E31	E32	39.14	223°1'22"	932.99
E32	E33	31.68	224°3'20"	927.19
E33	E34	14.83	196°27'18"	928.22
E34	E35	29.53	142°28'60"	925.33
E35	E36	25.39	138°38'24"	929.99
E36	E37	19.91	125°19'47"	931.20
E34	E38	45.90	229°42'27"	-1384.52
E38	E39	31.45	264°22'31"	932.85
E39	E40	43.79	248°18'51"	928.63
E40	E41	32.70	252°15'80"	927.90
E41	E42	23.69	271°45'44"	926.72
E42	E43	25.63	276°50'13"	927.67
E43	E44	33.00	96°65'13"	928.74
E45		0.00	0°0'0"	1000.00
E45	E46	11.80	8°41'90"	999.19
E46	E47	29.00	261°57'57"	1001.14
E47	E48	37.90	213°34'47"	1001.09
E48	E49	23.10	559°24'46"	999.97
E49	E50	36.90	271°55'17"	1001.67
E50	E51	8.00	271°66'52"	999.99
E51	E52	56.90	285°18'31"	996.95
TOTAL		1556.00		

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por topógrafo de la municipalidad de Totonicapán. Noviembre 2021.

LIBRETA TOPOGRÁFICA PREDIO CASETA DE BOMBEO			
EST	PO	DISTANCIA	AZIMUT
0	1	16.60 M	84°13'14.35"
1	2	19.17 M	180°0'0"
2	3	16.50 M	270°0'0"
3	0	17.50 M	00°0'0"
TOTAL		69.77 M	
AREA: 302.53 M2			

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por topógrafo de la municipalidad de Totonicapán. Noviembre 2021.

Especificaciones Técnicas.

Perforación de Pozo.

Montaje y desmontaje de la máquina.

Este trabajo incluye las siguientes actividades: instalación de maquinaria y equipo en ubicaciones seleccionadas, construcción de pozos de lodo, mezcla de lodo de perforación, desmantelamiento de maquinaria y equipo, evacuación y limpieza de sitios de construcción. Después de la finalización del proyecto, el contratista deberá restaurar el sitio ocupado al nivel original a su cargo tanto como sea posible.

Nivelación de plataforma: El sitio de perforación se nivelará con la ayuda de maquinaria pesada, se recomienda el uso de bulldozer hasta obtener una plataforma de 10 x 20 metros, donde se instalan los equipos de perforación, se construyen las piletas de lodo y los equipos y materiales de almacén requeridos.

Durante la construcción del pozo.

Nivelación de la máquina.

En el área de trabajo, el encargado continuará con la nivelación e instalación equipos de perforación después de nivelar la plataforma, y levantará la torre de la máquina para nivelar con la ayuda de patas hidráulicas. E iniciar con la perforación con la mayor verticalidad posible.

Requisitos previos al montaje.

El montaje de la maquinaria y equipo de perforación del pozo deberá hacerse en el sitio señalado por el supervisor. El contratista no podrá iniciar los trabajos del montaje y perforación sin la autorización previa del supervisor.

Perforación en diámetro de 12 ¼ pulgadas para tubería de 8 pulgadas = 920.00 pies.

Definición de pozo mecánico.

Es una obra que se construye para extraer el agua a la superficie por medios mecánicos. Para este proyecto se contempla el uso de bombas eléctricas; el vital líquido proviene de la capa freática, que se encuentra a profundidades considerables con respecto a la superficie del terreno en estudio. Esta obra es la más crítica del proyecto y de ella depende el éxito o fracaso de este, por lo que se deberá tener información a detalle para lograr el objetivo final, de beneficio a los habitantes.

Definición de pozos perforados.

Los pozos perforados se construyen con el fin de localizar el alumbramiento del agua subterránea, generalmente se perforan cuando no existe otra fuente disponible de tipo superficial o cuando se necesitan caudales apreciables de agua y que se encuentran a considerable profundidad.

Perforación del pozo.

La perforación de un pozo comprende todo lo siguiente a emplear: los materiales, herramientas, equipos y personal necesario para la realización satisfactoria, desinfección y prueba del pozo a ejecutar.

Descripción del pozo.

Para el funcionamiento del pozo se perforarán 920 a 1000 pies de profundidad con un diámetro de 12 1/4”.

Equipo y herramienta.

La perforación se efectuará hasta alcanzar la profundidad estimada de diseño (1000 pie), con la utilización de brocas adecuadas no menores de 12” de diámetro, con

circulación de bentonita y/o lodo de perforación para lograr el recubrimiento de agujeros anular.

Ejecución del trabajo.

Durante el transcurso de la perforación, se deberá prestar especial atención a la penetración de agua y a los cambios en la formación del subsuelo, los que se deberán registrar adecuadamente.

Una vez instalada la maquinaria, herramientas y equipos en el sitio de la obra, el Ingeniero supervisor específico del proyecto deberá aprobar todos estos elementos y autorizará para dar inicio con los trabajos.

El agua y los sedimentos producidos durante las distintas operaciones deberán ser dispuestos de manera que no causen molestias a las propiedades cercanas.

Las máquinas que se utilizan para la perforación de pozos mecánicos pueden ser:

Máquina percusiva.

Esta máquina levanta y dejar caer un pesado grupo de herramientas, dentro del agujero que se abre. El barreno fractura la roca dura y la convierte en fragmentos más pequeños.

Máquina rotativa.

La forma en que trabaja esta máquina es mediante la acción rotatoria de un trépano que se fija al extremo inferior de un grupo de tubería y remueve los fragmentos que se producen con un fluido que continuamente se hace circular, conforme el trépano penetra en los materiales de la formación.

Método de perforación.

El método de perforación del tipo rotativo o de percusión y el diámetro de perforación de 14 1/4". El encamisado se realizará con tubería de 8" de diámetro interno tipo acero al carbón norma ASTM A53B de 0.250" de espesor de pared.

Perforadora.

La máquina tipo rotativa, deberá estar montada en un camión y deberán tener capacidad de perforar hasta un diámetro de 14 1/4", y para una profundidad mínima de 1000 pies.

Perforación.

La perforación se efectuará hasta alcanzar la profundidad estimada de diseño de 1000.00 pies, se utilizarán brocas adecuadas no menores de 14 1/4", de diámetro, con circulación de bentonita o lodo de perforación. En la parte superior a una profundidad de 6 m, se deberá considerar la perforación de un diámetro mayor mínimo de 14 1/4", para la instalación de un tubo protector de 10", de acero al carbón.

Bentonita y aditivos para la perforación.

Consiste en lodo de perforación necesario para la adecuada perforación de este. El cual incluye bentonita sódica en aquagel, entre otros.

Verticalidad y alineamiento del pozo.

Es importante que el pozo este completamente a plomo o recto, pero realmente no se pueda garantizar, por lo que el perforador si ejerce un cuidado razonable, puede mantener el alineamiento del pozo dentro de ciertos límites prácticos

La verticalidad puede ser verificada con un plomo y que la rectitud se verifique con un calibrador cilíndrico de un diámetro ligeramente menor que el del ademe del pozo y de 12 metros de longitud.

Lo que determina si una bomba de tipo turbina vertical puede o no instalarse en el pozo hasta la profundidad deseada, es el factor de la rectitud.

Las condiciones siguientes: carácter del material del subsuelo que se atraviesa mientras se perfora, alineamiento del tubo que se usa como ademe, y la fuerza de empuje aplicada a la tubería de perforación, cuando se usa el sistema rotatorio, son las causantes de que los pozos se tuerzan o se hallen fuera de plomo

Lo recomendable es verificar el alineamiento del agujero varias veces cuando se efectúa la perforación un pozo de profundidad sustancial. Esto es especialmente muy corriente en la perforación por percusión.

Tan pronto como se tomen medidas necesarias para corregir alineamiento del pozo, al notar una tendencia a torcerse del mismo, puede economizar tiempo y dinero.

Muestreo de estratos.

Se tomarán muestras del subsuelo perforado a intervalos de 10 pie (3m) o a cada cambio de formación, pero cuando se presente un estrato con posibilidades acuíferas, se suspenderá la perforación y se circulará hasta que el lodo salga limpio de cualquier material granular.

El muestreo de los estratos perforados después de alcanzar una capa acuífera se hará a cada 3 pies, las muestras se deberán analizar cuidadosamente para determinar las características rocosas, en cuanto a tamaño, forma, etc., y los resultados permitirán preparar una sección columna geológica.

En forma rutinaria se llevarán los siguientes registros:

Velocidad de perforación.

Viscosidad del Lodo.

Peso específico del lodo.

PH del lodo.

Temperatura del lodo.

Accidentes que ocurran.

Suspensiones en la perforación.

Cambio de actividad en la construcción del pozo.

Pérdida de circulación del lodo.

Cantidad perforada diaria y por hora.

Número de muestras y la descripción de cada una.

Cambio de formación, que indica profundidad y espesor de formación anterior perforada.

Perfil estratigráfico según el muestreo de la perforación.

Un perfil estratigráfico de un pozo es la esencia de los datos obtenidos anteriormente, con una disposición tal para que el analista (hidrogeólogo) de formaciones geológicas potenciales con carga hídrica pueda tomar decisiones sobre el acuífero en estudio, además será una ayuda de vital importancia para el lector común, o a un consultante en particular. Se presentará; pues; el perfil de los estratos de la perforación.

Suministro y colocación de tubería lisa y ranurada de revestimiento de acero al carbón de 8" = 920 pies.

Tuberías: La tubería fabricada a base de acero se designan de varias formas, tales como: tubos, conductos, cañería o ademe. La tecnología que se utiliza para describir el diámetro, largo y otras características de estos productos tubulares ha incrementado conforme lo ha hecho la demanda y sus aplicaciones.

La tubería de acero más apropiada para los diversos objetivos relacionados con la perforación de pozos y su entubamiento es la que se fabrica de acuerdo a las especificaciones de American Petroleum Institute (API), por lo general se prefiere la tubería sin costura y soldada eléctricamente. La tubería (de ademe) API se fabrica de la clase A y B; estas dos designaciones se prefieren a las resistencias del material, a la tensión y fluencia.

La tubería que puede ser empleada satisfactoriamente para el entubamiento de pozos puede ser: Clase A (de ademe), esta debe tener una resistencia a la tensión de 3,360 Kg/cm², en tanto que la tubería de clase B debe tener una resistencia a la tensión de 4,200 Kg/cm².

La decisión entre qué tipo de tubería debe de emplearse ya sea clase A o B dependerá del criterio del analista de perforación del pozo mecánico, asunto que estará condicionado a los costos y requerimientos y formalidades del contrato entre ambas partes.

Ranuración de las pichachas.

Esto consiste en hacer agujeros o ranuras de ¼” de ancho por 12” a todo lo largo de la tubería de forma alternada, que es lo más usual, en su contorno, para que el agua se filtre al pozo, este tipo de ranura es realizada por el fabricante de la tubería.

Filtro de grava homogéneo y material para estabilizar el pozo.

Para formar el filtro de grava homogéneo necesario, se necesita emplear grava de 3/8” ya que ésta es bastante uniforme, para lograr que el material no caiga como elementos individuales, se debe de dejar caer en grumos la grava al momento de colocarla, el objetivo de esto es que la grava alcance el fondo del pozo homogéneamente, los más recomendable es emplear un embudo de tubería de 2” de diámetro aproximadamente

en la punta del pozo e ir levantándolo cuando el mismo este por llenarse de material y colocar agua al mismo para que no queden espacios vacíos entre el tubo y la grava.

La esencia del filtro de grava es lograr que el agua sea limpia y sin sólidos, mediante la formación de un encamisado, la grava sirve para filtrar el agua que entra al pozo por medio de la rejilla sin partículas de regular tamaño y lodos.

Cuando en el pozo se producen erosiones internas de arena, el filtro de grava juega un papel muy importante ya que evita que la arena entre al pozo, y cuando ésta es muy fina el filtro logra que la cantidad de arena que entre al pozo sea la menor cantidad posible, y con esto se logra proteger el equipo de bombeo y principalmente extraer agua sin arena del pozo.

Sello Sanitario 1.20x1.20x0.30 metros.

El principal objetivo del sello sanitario de cemento es mantener el filtro de grava en su lugar, mediante evitar el movimiento ascendente de la grava cuando esté activo el bombeo.

El sello sanitario de cemento debe tener 1 pie (0.30 m) de espesor, 1.20m x 1.20m. Este sello de cemento tiene como función evitar que entre cualquier tipo de contaminación superficial al pozo por medio del filtro de grava. La resistencia del concreto para el sello sanitario será de 3,000 PSI.

Desarrollo y limpieza del pozo por 48 horas.

Este proceso consiste básicamente en limpiar el pozo, primero se coloca una máquina de limpieza de pozo mecánico, en el lugar se procede a levantar la tapadera y a limpiar el pozo, esto se efectúa mediante un cable y una cubeta de limpieza.

Desarrollo del pozo.

El relleno de pozo o lodo que queda al finalizar el pozo en el fondo del mismo comprende entre 30 y 60 pies de barro, lo cual tiene que ser extraído por la cubeta durante la limpieza del pozo, el desarrollo del pozo finaliza en el momento en que no queda ningún residuo en el fondo del pozo.

Después de haber sacado todo el lodo y materiales gruesos del fondo del pozo, queda un líquido lodoso formado por varios materiales de la formación, este líquido se debe extraer con cubetas, la cubeta es un tubo de 6" de diámetro que en el fondo tiene una válvula de cheque que cuando es sumergida por medio de un cable hasta el fondo del pozo, se llena de agua con lodo y es extraída por medio del motor de la máquina. Este proceso es repetitivo hasta que el técnico tome una muestra, la evalúe y disponga terminar la limpieza. Este proceso puede durar varias horas.

Prueba de bombeo (aforo) con una duración de 24 horas continuas.

Prueba de bombeo continua durante 24 horas: La prueba de bombeo o aforo del pozo, sirve para determinar los niveles de producción durante un periodo de 24 horas continuas, donde se obtiene el caudal correspondiente a un abastecimiento máximo recomendable del nivel freático, así como los registros de la variación del abastecimiento durante la prueba de bombeo a caudal constante.

Rendimiento del pozo.

Para que el pozo pueda abastecer a todas las familias proyectadas debe tener una capacidad mínima de caudal de 10.42 L/s, con una dotación de 150 L/hab/día. en un periodo de 20 años. Si la fuente tiene un caudal menor al calculado no tendrá la capacidad de abastecer la cantidad de viviendas proyectadas.

Equipo para prueba de bombeo.

El encargado de la obra o contratista debe proporcionar toda la tubería, el equipo de bombeo y las herramientas necesarias para realizar las lecturas de abastecimiento y caudal registrados en la prueba de bombeo, el equipo de bombeo utilizado para esta prueba deberá tener una capacidad de 50% mayor que el caudal de explotación proyectada.

Requisitos de prueba de bombeo.

Previo a realizar la prueba de bombeo se deberá medir tanto su profundidad como el nivel estático del agua con exactitud, después de que el pozo haya sido ejecutado, desarrollado y limpiado.

Duración de prueba de bombeo

Esta prueba deberá por un período de 24 horas a caudal y debe de realizarse en presencia del supervisor del proyecto.

Registro de la prueba de bombeo.

El contratista o encargado de la obra deberá registrar el abatimiento cada 0.5 minutos los primeros 5 minutos, luego cada minuto los siguientes 5 minutos, luego cada 5 minutos los siguientes 50 minutos y cada 10 minutos los siguientes 1380 minutos restantes de la prueba, así como el caudal bombeado contantemente.

Prueba de recuperación.

Pasadas 72 horas después de realizada la prueba de bombeo se harán inmediatamente las mediciones de niveles estáticos recuperado.

Desinfección del pozo.

Luego de finalizadas las pruebas, extracción de muestras y previo a la recepción final del pozo, antes de sacar el equipo de prueba de bombeo, debe aplicarse para

desinfectar el pozo una solución concentrada de hipoclorito de calcio de 100 partes por millón.

Análisis de laboratorio.

Muestreo de agua y realización de análisis.

Examen fisicoquímico del agua.

Previo a la extracción del equipo utilizado para la prueba de bombeo y a la desinfección del pozo, debe recolectarse una muestra de agua en un recipiente plástico de un galón previamente esterilizado y desmineralizado, esta muestra debe llevarse a un laboratorio reconocido para que se le practique el análisis fisicoquímico para consumo humano tales como: olor, color, temperatura, turbiedad, pH, conductividad, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos, acidez, dióxido carbono, alcalinidad, calcio, magnesio, dureza total cloruro, fluoruro, hierro, manganeso, oxígeno disuelto, cloro total y cloro residual.

Examen bacteriológico del agua.

Previo a la extracción del quipo utilizado para la prueba de bombeo y a la desinfección del pozo debe de recolectarse una muestra de agua en un recipiente de vidrio previamente esterilizado de una capacidad que no sea inferior de 750 ml, esta muestra debe llevarse a un laboratorio reconocido para que se le practique el examen bacteriológico para consumo humano tales como: grupo coniforme fecal y total, escherichia coli y recuento aeróbico total.

Caseta de bombeo de 15.64 m².

Trabajos preliminares = 15.64 m².

Este trabajo consiste en todos los trabajos antes de empezar la obra de construcción de caseta de bombeo, se tendrá que nivelar la plataforma a intervenir según medidas

en planos con el empleo de trazos y estacas para la correcta alineación de la construcción, en el área no tendrá que existir ningún tipo de capa vegetal.

Cimiento corrido de $0.40\text{m} \times 0.20\text{m} = 12.40\text{ml}$.

Este trabajo consiste en la excavación, compactación, encofrado (en donde fuere necesario), colocación y centrado de columnas, fabricación y colocación de armadura, fundición del concreto, fraguado, desencofrado y relleno de zanjas.

La excavación no deberá de exceder las cotas de cimentación mínimas indicadas en los planos. Las cimentaciones no se podrán construir en zonas de relleno no controladas ni sobre tierras de cultivos, (suelos orgánicos), los cuales deberán ser removidos en su totalidad y reemplazarlos por suelos seleccionados y compactados, antes de iniciar la construcción de la cimentación.

El cimiento corrido tendrá dimensiones de 0.40×0.20 m. el armado será de 3 varillas No. 3 + eslabones No. 2 @ 0.15 m., de acero grado 40 legítimo, y tendrá un concreto con una resistencia de 3000 PSI, con una proporción que garantice dicha resistencia, esto lo deberá determinar el contratista.

Solera de concreto de 3,000 PSI de $0.15\text{m} \times 0.20\text{m} = 29.20\text{ml}$.

Este trabajo consiste en el encofrado, fabricación y colocación de armadura, fundición del concreto, fraguado, desencofrado, sus dimensiones serán de 0.15×0.20 m. armada con 4 varillas No. 3 + estribos No. 2 a cada 0.15 m. la resistencia que tendrá este elemento será de 3000 PSI, con proporción de concreto que garantice dicha resistencia, y va sobre la última hilada de block perteneciente al emplantillado. Posteriormente de levantada la solera se procede a rellenar las zanjas.

El relleno se efectuará con material del producto de las excavaciones efectuadas si este posee las propiedades necesarias para compactación, de lo contrario se realizará con materiales que sean adecuados para este tipo de trabajo, de acuerdo a sus características mecánicas, el material utilizado debe de compactarse por medios mecánicos en capas o mayores de 0.15 m, ni menores de 0.10 m, y estar libre de toda materia orgánica.

Columna de concreto de 3,000 PSI de 0.15m x 0.15m = 27.20ml.

Este trabajo consiste en el encofrado, fabricación y colocación de armadura, fundición del concreto, fraguado, desencofrado, estas tendrán una dimensión de 0.15x0.15 m con un armado de 4 varillas No. 3 + estribos No. 2 @ 0.15, con un confinamiento @ 0.10 m en una longitud de 1.00 m en ambos extremos de la columna. El concreto para este elemento será de 3000 PSI.

Levantado de muro en 21.00 m².

Este trabajo consiste en el levantado de muro desde el emplantillado hasta la parte final por debajo de cada solera , el levantado del muro se realizará con block clase “B” de 0.14x0.19x0.39 m en todo el perímetro o como se estipule en los planos, será de 2 hileras de block que corresponderá al emplantillado, como también 5 hiladas de block sobre las soleras hidrófugas y la solera intermedia y una resistencia de 3000 PSI.

Efectuada la solera de humedad sobre la que se apoyara le pared, se modularan las alturas, se ensayara cuidadosamente sin mezcla la primera hilada, luego se asentará completamente sobre un lecho de mortero, perfectamente alineada, nivelada y a plomo, se levantarán primero los extremos de cada lado de la pared dejándolos bien nivelados, alineados y a plomo, complementándose luego la porción central.

Los bloques deberán de humedecerse antes, durante y después de su colocación, con el objeto de disminuir la absorción del agua de la sabieta por los mismos, el mortero estará hecho a base de cemento, cal y arena de río cernida, con una proporción de 1:1/4:3, respectivamente, el mortero de las juntas se limpiará adecuada y periódicamente, a fin de remover todo el excedente del mortero para dejar una superficie limpia, perfilada y los bloques queden sisados.

Losa con espesor de 0.10m en 15.64 m².

Este trabajo consiste en el encofrado, fabricación y colocación de armadura, fundición del concreto, fraguado, desencofrado de losa. La losa tendrá un espesor mínimo de 0.10m con un armado de varillas No. 3 @ 0.15 en ambos lados. El concreto para este elemento será de 3000 PSI.

Acabados en soleras, columnas y cielo de losa en 26.00 m².

Este trabajo consiste en la aplicación del acabado que tendrá las columnas, soleras y cielo de losa, la cual se le aplicará una capa de repello remolineado.

Instalación eléctrica = 3.00 unidad.

Este renglón incluye hacer el cableado de la acometida desde el contador existente hasta la caja de flypon del edificio que se construye, todas las cajas para interruptores, tomacorrientes y lámparas deberán presentar una superficie libre de indicios de pérdida de protección galvánica. No se aceptarán cajas con muestra de oxidación, dobladuras u otros defectos, cada uno de los interruptores se colocarán a una altura indicada en los planos.

Todos los conductores serán forrados, con aislamiento termoplástico tipo TW calibre 12 para conductores y calibre 14 para retornos, que cumplan con las normas de la AWG (AMERICAN WIRE GAUGE). Se hará la instalación eléctrica de iluminación

de 1 unidad de plafonera simple, el tablero de distribución y 2 unidades de tomacorriente doble. La instalación se hará con poliducto de ¾”.

Base de concreto con espesor de 0.10m = 15.10 m².

Se trata de una superficie de concreto, el cual tendrá como función el mantener el generador en un lugar estable y seguro. Esta base de concreto tendrá un espesor de metros y una resistencia de 3,000 PSI.

Suministro e instalación de ventana (Barrotes de hierro liso Ø = ½”) = 2.00 unidad.

Los balcones serán de metal con pintura anticorrosiva, esto con el fin de tener una ventilación adecuada para el equipo de bombeo. Las hendiduras e imperfecciones entre juntas o elementos deberán rellenarse con soldadura de latón, El acabado final serán dos manos de pintura anticorrosiva a base de óxido de zinc más dos manos de pintura esmaltada a base de aceite sintético, de color negro y serán hechas por un herrero profesional para lograr la calidad en cada uno de sus elementos. Tendrán las medidas que figuran en la planilla de ventanas que está representada en los planos de acabados.

Acabado de repello + alisado de caseta = 30.00 m².

Este trabajo consiste en la aplicación del acabado que tendrá las paredes que conforman la caseta, la cual se le aplicará una capa de repello remolineado y una capa de alisado.

Suministro e instalación de portón = 1.00 unidad.

Se instalará un portón tipo reja, con el mismo fin de proveer de ventilación al equipo de bombeo, el mismo deberá tener pintura anticorrosiva negra con su respectivo marco y chapa de seguridad de doble llave metálica.

El acabado final serán dos manos de pintura anticorrosiva a base de óxido de zinc más dos manos de pintura esmaltada a base de aceite sintético, de color negro, para lograr la calidad en cada uno de sus elementos. Tendrán las medidas que figuran en la planilla de puertas que está representada en los planos de acabados.

Tanque de almacenamiento.

Son depósitos para almacenar agua. Para el presente proyecto, se construirá un tanque de almacenamiento de agua, de una capacidad de 60 m³ ubicado al final de la línea de impulsión

Construcción de tanque de almacenamiento 60 m³ + Línea de impulsión = 1.00 unidad.

Este se construirá de concreto reforzado según las dimensiones, armado y diseño del tanque de distribución, tendrá un refuerzo longitudinal y transversal de acero según diseño en planos, el concreto se mezclará en el sitio, con mezcladora de un saco, no debe ser vaciado después de 1.50 minutos de ser mezclado, el acero a utilizar será de grado 40, el supervisor podrá pedir muestra del concreto para enviarlo a laboratorio y rectificar su resistencia.

Línea central de distribución de PVC de 1 ½" de 160 PSI = 1.00 unidad.

La tubería de cloruro de polivinilo (PVC), debe estar de acuerdo con la Norma CS-256 y con la especificación ASTM D 2241, los accesorios de PVC deben estar de acuerdo con la especificación ASTM D 2466, para accesorios Cédula 40. La tubería y accesorios de PVC que se instalen en cada caso, serán estrictamente de la clase que se indique en planos. Previa instalación de cualquier tubería de este material, el ingeniero Supervisor comprobara personalmente que la misma tenga las dimensiones, peso y tolerancias que corresponda a lo especificado.

El material será almacenado de forma que se garantice la preservación de su calidad y se colocará de manera que pueda ser fácilmente inspeccionado. Se almacenará bajo techo o cubiertos con un material opaco a fin de que no reciban directamente los rayos del sol.

Especificaciones Especiales.

Materiales.

Cemento: Suministrado en bolsas o sacos, preservándolo de cualquier humedad que pudiere fraguarlo parcialmente o producirle grumos. De ocurrir esta contingencia, se rechazará todo el cemento afectado. Se empleará cemento tipo portland, y que cumpla con las indicaciones según la norma NRD-3 de CONRED.

Agregado fino (Arena).

Estará constituido por granos silíceos duros, de tamaño variable, cuya granulometría será de tal manera que el total en peso retenido en los tamices número cuatro (#4) y número cien (# 100) estará comprendido respectivamente entre el 0% y el 5%, entre el 90% y el 100%, y proporcionada de tal manera que se obtengan los esfuerzos mínimos de compresión a los 28 días. Esta podrá ser de cantera o de río, estará libre de sustancias materiales arcillosas y residuos vegetales, y que cumpla con las indicaciones según la norma NRD-3 de CONRED.

Agregado grueso (Piedrín triturado).

Estará constituido por piedra o gravas trituradas, grava o una mezcla de ambas. Los fragmentos deberán ser limpios y exentos de materia orgánica y toda clase de impurezas, así como de fragmentos de piedra en desintegración. El contenido de arcilla o limo no podrá exceder del 2% en peso, y el tamaño máximo de las partículas no será mayor de pulgada y media. La granulometría será tal que se garanticen los esfuerzos mínimos de compresión a los 28 días, el porcentaje de abrasión no podrá

ser mayor del 40% al utilizar la máquina de los Ángeles, de acuerdo con la norma ASTM C131, y que cumpla con las indicaciones según la norma NRD-3 de CONRED.

Agua.

El agua por utilizar deberá estar libre de sustancias químicas y dañinas.

Equipo de seguridad industrial.

Se debe de considerar equipo de protección para el personal en obra para evitar posibles accidentes.

Para lo cual deberán de tener lo elementos necesarios, tales como:

Chaleco reflectivo.

Casco.

Botas de hule.

Guantes.

Lentes industriales.

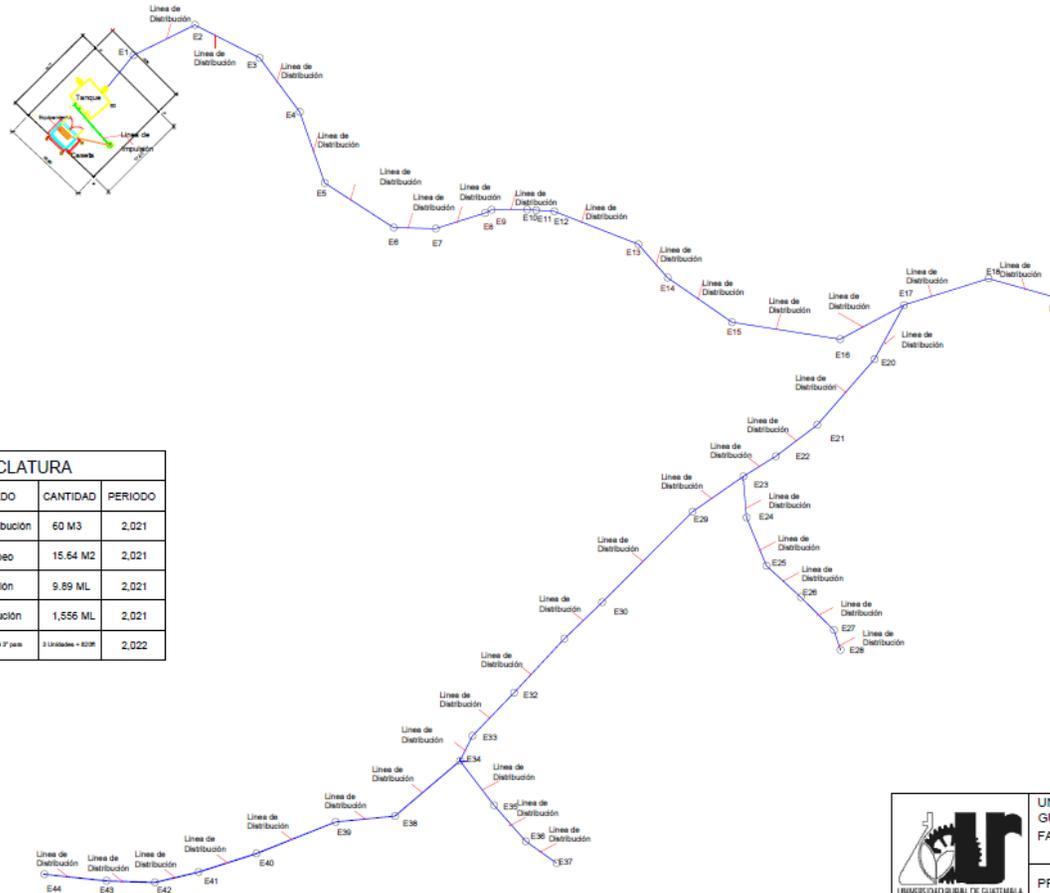
Recomendación Obligatoria: Finalizada la prueba de bombeo, el encargado de la obra o contratista deberá finalizar la instalación del filtro de grava y colocación del sello sanitario, fundición del brocal y colocar un tapón soldado en la boca del pozo para evitar que se tiren objetos dentro de él; al finalizar la limpieza del área de trabajo de debe incluir el relleno de las pilas de lodo, el supervisor de la municipalidad debe proceder a la recepción del pozo mediante un documento por escrito que así lo haga constar.

Nota final: El encargado de la obra o contratista encargado de la ejecución de la obra, deberá de respetar todas y cada una de las especificaciones del proyecto, con base en el contrato como documento principal, seguidamente las especificaciones técnicas y por último los planos constructivos.

Anexo 5. Planos de “Proyecto de construcción de sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, en el cantón Nimapa, municipio de Totonicapán, departamento de Totonicapán”.

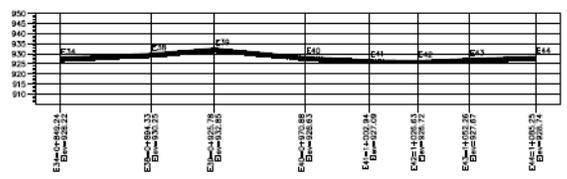
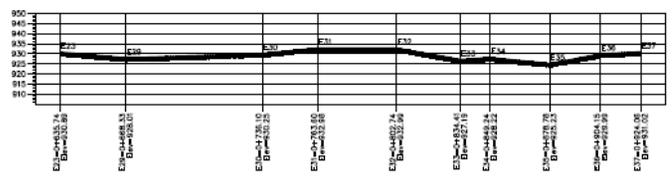
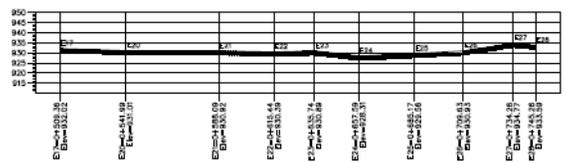
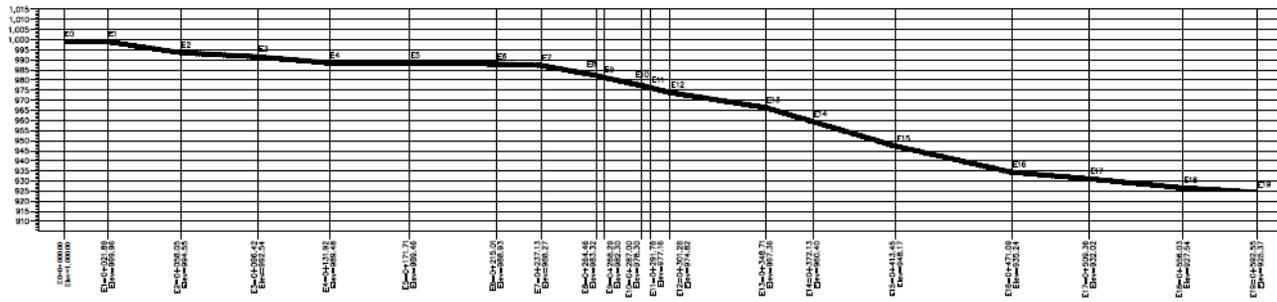
En este anexo se adjunta el conjunto de planos que conforman el presente proyecto, en ellos se definirán detalles constructivos, así como especificaciones técnicas detalladas a seguir en cada etapa constructiva. Los planos son guías ilustrativas para los encargados de la construcción del proyecto, sin embargo, las especificaciones técnicas están sobre los planos en orden jerárquico.

En el plano No.1 se tiene la planta conjunta de todo el proyecto, en el plano No. 2 se pueden observar perfiles y detalles del pozo mecánico a perforar el cual servirá como fuente agua para el proyecto; en el plano No. 3 se pueden visualizar los perfiles de toda la línea de distribución del proyecto; en el plano No. 4 se tienen los detalles del diseño de la caseta de bombeo y en el plano No. 5 se tienen los detalles del tanque de almacenamiento a dónde llegará el agua del pozo, para su posterior almacenamiento

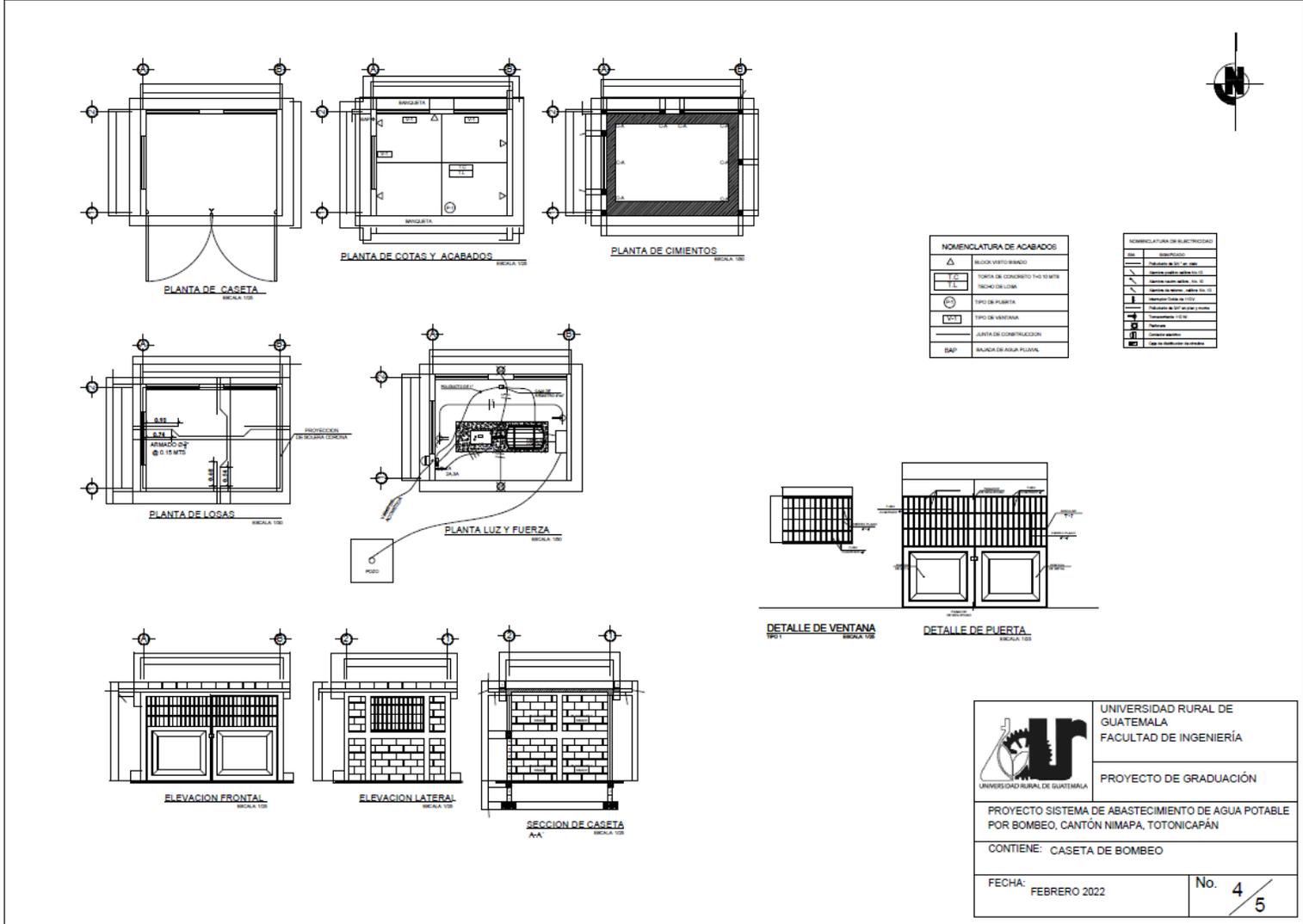


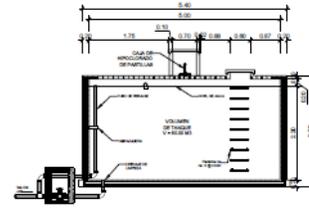
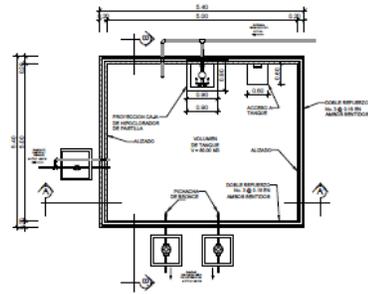
NOMENCLATURA			
SIMBOLO	SIGNIFICADO	CANTIDAD	PERIODO
	Tanque de distribución	60 M3	2,021
	Caseta de bombeo	15.64 M2	2,021
	Línea de impulsión	9.89 ML	2,021
	Línea de distribución	1,556 ML	2,021
	Equipamiento + tubería HD PE para línea de succión	3 Unidades + 600'	2,022

	UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA
	PROYECTO DE GRADUACIÓN
PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, CANTÓN NIMAPA, TOTONICAPÁN	
CONTIENE: PLANTA CONJUNTO	
FECHA: FEBRERO 2022	No. 1 / 5

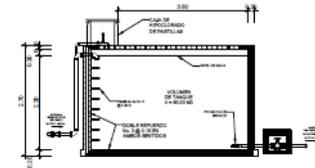


	UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA
	PROYECTO DE GRADUACIÓN
PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, CANTÓN NIMAPA, TOTONICAPÁN	
CONTIENE: PERFILES LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN E-0 - E-44	
FECHA: FEBRERO 2022	No. 3 / 5



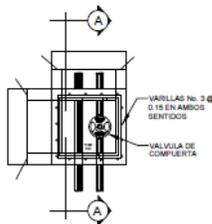
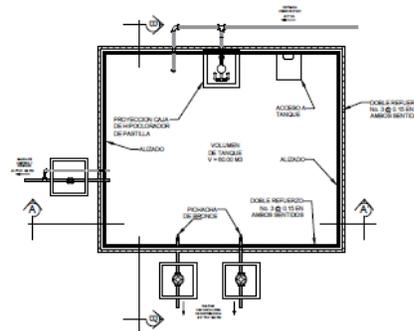


SECCION A-A'

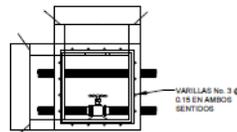


SECCION B-B'

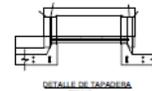
ESPECIFICACIONES ESTRUCTURALES
 - ESFUERZOS DE REFUERZO $f_y = 4,000 \text{ PSI}$
 - ESFUERZOS DEL CONCRETO $f_c = 3000 \text{ PSI}$
 REQUISITOS MINIMOS
 - CIMIENTACION + ZAFATAS = 7.5 cm
 - LOSA = 2.00 cm
 ANCLAJES + TRADAJES
 - No. 3 y No. 4 = 30 cm A 40 cm
 - No. 5 = 35 cm A 45 cm
 ESPECIFICACIONES
 CONCRETO $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
 ACERO $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
 ALISADO = PROPORCION = 1:2 (CEMENTO, ARENA DE RIO)



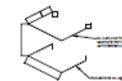
DETALLE DE CAJA DE REGISTRO
 ESCALA 1:10



SECCION A-A'
 ESCALA 1:10



DETALLE DE TAPADERIA



	UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA
	PROYECTO DE GRADUACION
PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO, CANTÓN NIMAPA, TOTONICAPÁN	
CONTIENE: TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
FECHA: FEBRERO 2022	No. 5 / 5