



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**EVALUACIÓN DE FLUCTUACIONES EN NIVELES DE AGUAS SUBTERRANEAS EN
LAS FINCAS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICAS (FIIT-INTA).**

Para optar al título de Ingeniero Agrícola

Elaborado por

Br. Danilo José Barboza Miranda

Br. Oscara Isamar Robleto Juárez

Tutor

Dr. Francisco Efraín Chamorro

Asesor

Msc. José Mamerto Méndez Úbeda

Managua, Marzo 2019

ÍNDICE

I. GENERALIDADES

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. OBJETIVOS.....	4
4.1. OBJETIVO GENERAL	4
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4

II. MARCO TEORICO

2.1. FUNDAMENTOS DE HIDROGEOLOGÍA	5
2.1.1. CARACTERISTICA DE LOS ACUIFEROS.....	6
2.1.2. POROSIDAD (N)	6
2.1.3. PERMEABILIDAD (K)	6
2.1.4. TRANSMISIBILIDAD O TRANSMISIVIDAD (T)	7
2.1.5. COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (S)	7
2.2. HIDRAULICA DE POZO	8
2.2.1. FLUJOS PERMANENTE	9
2.2.2. ECUACIONES.....	10
2.2.2.1. ACUIFERO CONFINADO.....	10
2.2.2.2. ACUIFERO NO CONFINADO	10
2.3. POZO.....	11
2.3.1. CRITERIO DE DISEÑO DE POZO.....	11
2.3.2. DIAMETRO DEL POZO.....	12
2.3.3. PROFUNDIDAD DEL POZO.....	12
2.3.4. REJILLA Y FILTRO DE GRAVA.....	13
2.4. MÉTODO DE PERFORACIÓN DEL POZO	14
2.4.1. PERFORACIÓN DE PERCUSIÓN.....	14
2.4.2. PERFORACIÓN DE ROTACIÓN	15
2.5. DIÁMETRO DE LA PERFORACIÓN.....	17
2.6. PRUEBA DE BOMBEO.....	18
2.6.1. PRUEBA A CAUDAL VARIABLE O ESCALONADA.....	19
2.6.2. PRUEBA A CAUDAL CONSTANTE	19
2.7. ESTACIÓN DE BOMBEO.....	19
2.7.1. COMPONENTES DE UNA ESTACION DE BOMBEO.....	21
2.8. CARGA ESTÁTICA.....	24
2.9. CARGA TOTAL DINÁMICA (FRICCIÓN)	26
2.10. ANÁLISIS DEL AGUA	26
2.10.1. PH.....	26
2.10.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	27

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. MACROLOCALIZACION	29
3.2. MICROLOCALIZACION	30
3.3. GEOREFERENCIACION DE LOS POZOS	31
3.4. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	31
3.4.1. VARIABLES A MEDIR	32
3.5. USO DEL AGUA	32
3.6. DETERMINACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO	33
3.7. AFORO DE POZO	34

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. GEOREFERENCIACION DE LOS POZOS EN ESTUDIO	35
4.2. MEDICION DE NIVELES ESTATICOS Y AFOROS	38
4.2.1. POZO 1	38
4.2.2. POZO 2	43
4.2.3. POZO 3	48
4.2.4. POZO 4	53
4.2.5. POZO 5	58
4.2.6. POZO 6	63
4.2.7. POZO 7	68
4.2.8. POZO 8	73
4.2.9. POZO 9	78

V. RECOMENDACIONES PARA CONTRIBUIR AL USO Y MANEJO EFICIENTE DE LOS POZOS EN LAS FINCAS

5.1. ZONA DE SAN FRANCISCO LIBRE	83
5.2. ZONA DE TIPITAPA	85
5.3. ZONA DE MATEARE	86

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES	87
6.2. RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFIA	89
ANEXOS	91

1. INTRODUCCIÓN

El agua subterránea es una de las fuentes más importantes de suministro de agua para el consumo humano, agrícola y ganadero, especialmente en las regiones áridas y semiáridas.

En la región del Pacífico aproximadamente el 30% del potencial de agua subterránea y el 15% del agua superficial explotable se usa para irrigación (MAGFOR, 2008).

Aparentemente, Nicaragua cuenta con los suficientes recursos hídricos subterráneos (agua subterránea) para cubrir la demanda de las diferentes actividades agropecuarias. No obstante, a nivel general, el país no cuenta con registros de datos de georeferenciación, caudal, estado y uso de los mismos; traduciéndose esa deficiencia en un inadecuado manejo del recurso. Además, la contaminación por el uso de plaguicidas y fertilizantes, y otras prácticas contribuye a que la cantidad neta disponible de agua sea menor (FAO, 2006).

En este sentido, es importante la planificación a través de un seguimiento regular para conocer la cantidad de agua disponible ofrecida por la fuente de agua subterránea de tal manera que los datos, la información y el conocimiento hidrológico, permita conocer la ubicación geográfica, volumen, uso, y estado del recurso.

Este estudio consistió en caracterizar los niveles de agua en los acuíferos de las zonas, San Francisco Libre, Mateare y Tipitapa; realizando monitoreos por el periodo de un año para conocer el comportamiento de los mismos. Además se recolectaron muestras de agua para su respectivo análisis en laboratorio y así obtener datos del estado actual de la misma, esto ayudo para definir su tipo de uso (consumo humano o para fines agropecuarios).

2. ANTECEDENTES

En la zona de San Francisco Libre las precipitaciones son bajas con promedios anuales de 900-1,200 mm; esto indica que los acuíferos son poco recargados por las precipitaciones y más bien reciben recarga del lago Xolotlán y en el caso de Santa Rosa por la sub cuenca del río viejo que proviene del norte del país y descarga en el lago.

La UNAN-MANAGUA realizó un estudio de recurso hídrico en el río viejo que tuvo como resultados preservar la biodiversidad de la zona de la subcuenca para que su caudal no disminuya, teniendo en cuenta los monitoreos que se deben hacer constantemente, como la extracción del agua para las operaciones del riego, la sedimentación, ya que existen partes del río donde el caudal se ve afectado por el asentamiento de las erosiones; al igual se debe tomar en cuenta un sistema de mediciones para darle seguimiento a la producción del agua en las partes altas, medias y bajas para ver si mantiene su caudal base o no. (CIRA-(UNAN-Managua), 2013).

En el caso de la zona de Tipitapa se cuenta con un estudio sobre 30 pozos que monitorea ENACAL en conjunto con el JICA (2012). En toda la zona de Managua, la mayoría de agua que se consume o se beneficia la población es agua subterránea. Con los resultado las mediciones tomadas de los sensores diver, se tuvo de los niveles estáticos del agua subterránea. La zona central del área de estudio se encuentra en los 45 msnm; así mismo la temperatura de pozos monitoreados es de 30°C. Las fluctuaciones de los niveles de agua en la zona fueron influenciadas por el efecto del fenómeno del niño.

En la zona de Mateare, ENACAL proporcionó datos del comportamiento del nivel estacionario de las perforaciones recientes de pozos para abastecimiento de agua a comunidades en El Rosario; además se obtuvo información sobre el acuífero (tipo de estrato, transmisibilidad y permeabilidad).

3. JUSTIFICACIÓN

En Nicaragua existe un gran problema del mal uso del recurso agua para la explotación agrícola, ya que las fincas de producción nacional explotan este recurso con el riego, no teniendo la información sobre el estado que se encuentran los acuíferos, dejando que los pozos artesanales que se han hecho se sequen, ocasionando un problema serio en la sustracción del agua para el riego en los cultivos (Castillo Espinoza, 2016).

El recurso hídrico, a nivel nacional, está siendo altamente afectado por la presión humana, agravando cada vez más su disponibilidad (cantidad y calidad). Estos factores de presión son fundamentalmente la sobre explotación de acuíferos, el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, los cambios en el uso del suelo, tales como la deforestación, las prácticas agrícolas inadecuadas, el incremento de urbanizaciones en zonas de producción hídrica, entre otros (Gálvez Ordoñez, 2011).

Actualmente los métodos utilizados en las fincas para medir los niveles de agua son muy rústicos y carecen de tecnologías que proporcione una medición más sencilla. (Castillo Espinoza, 2016).

Esta investigación se inició por el decrecimiento en la disponibilidad hídrica y el alto índice de crecimiento poblacional, que generan conflictos, los cuales tienden a agravarse, si no se toman las medidas necesarias, por lo que este estudio tiene la finalidad de proporcionar información de cómo administrar el uso, y regulación del agua en sus fincas, teniendo en cuenta el nivel estático del acuífero, empleando mecanismos de planificación, normativas y leyes que permitan su protección y su distribución en forma racional.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar las fluctuaciones de niveles de agua subterránea en las Fincas de Investigación e Innovación Tecnológicas (FIIT-INTA), que permita proporcionar información acerca de su uso y aprovechamiento para fines agropecuarios.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ubicar los pozos de las Fincas de Investigación e Innovación Tecnológicas (FIIT), a través de un sistema de posicionamiento global (GPS).
- Monitorear el nivel estático en los pozos de las Fincas de Investigación e Innovación Tecnológicas (FIIT), a través de mediciones in situ para el año 2016.
- Proponer acciones que contribuyan a mejorar el uso de los pozos de las Fincas de Investigación e Innovación Tecnológicas (FIIT-INTA).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTOS DE HIDROGEOLOGÍA

Las aguas subterráneas provienen de la infiltración en el terreno de agua de lluvia, lagos y ríos, que después de pasar la franja capilar del suelo, circulan y se almacenan en formaciones geológicas porosas o fracturadas, denominadas acuíferos. Los acuíferos desempeñan un papel fundamental, tanto como conductores de agua, desde sus zonas de recarga hasta lagos, ríos, manantiales, pantanos y captaciones construidas por el hombre, como almacenadores de estos recursos que, posteriormente; pueden ser aprovechados para satisfacer las necesidades de abastecimiento de sus usuarios (Sevilla Herrera *et al.*, 2016).

Los acuíferos los podemos clasificar en:

- Acuíferos libres. Son aquellos en los que el nivel de agua se encuentra por debajo del techo de la formación permeable. Liberan agua por debajo de la saturación, es decir, el agua que ceden es la procedente del drenaje de sus poros.
- Acuíferos confinados. Son aquellos cubiertos por una capa impermeable confinante. El nivel de agua en los acuíferos cautivos está por encima del techo de la formación acuífera. El agua que ceden procede de la expansión del agua y de la descompresión de la estructura permeable vertical, cuando se produce la depresión en el acuífero. También se les denomina acuíferos cautivos.
- Acuíferos semiconfinados. Se pueden considerar un caso particular de los acuíferos cautivos, en donde el techo no es totalmente impermeable, sino que permiten una circulación vertical del agua.

2.1.1. Características de los Acuíferos

Una de las propiedades de los acuíferos es de contener agua y estar gobernados por varios factores: Porosidad, Permeabilidad, Transmisibilidad y Coeficiente de Almacenamiento. Conocer estas características permite evaluar la magnitud del recurso y su aprovechamiento racional sin peligro a agotarlo (Gálvez Ordoñez, 2011).

2.1.2. Porosidad (n)

Como las rocas no son completamente sólidas (poseen grietas o espacios intergranulares), y al conjunto de estas aberturas o intersticios se le llama porosidad. La porosidad no define la existencia del acuífero, sino que además se requiere de que estos estén interconectados; característica que se ve afectada por los factores siguientes: Grado de compactación del material, forma y arreglo de la partícula y su gradación, las cuales son independientes del tamaño de las mismas. El valor de "n", varía de 0 a 50%, dependiendo de los factores mencionados.

2.1.3. Permeabilidad (K)

Es la propiedad de las rocas de permitir o no el flujo del agua; es decir, un estrato geológico siendo poroso puede contener agua, pero si los espacios vacíos no se interconectan, el agua no circula. Esta libertad de movimiento depende de: Tamaño y forma de las partículas, gradación del material y viscosidad del agua. El coeficiente de permeabilidad de un material, se define como el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, a través de una sección de acuífero de área unitaria (1 m²), cuando el gradiente hidráulico es unitario y la temperatura este en promedio de 15°C.

2.1.4. Transmisibilidad o Transmisividad (T)

Es una medida de la capacidad de un acuífero para conducir agua o transmitir agua, definiéndose como el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, a través de una franja vertical de acuífero de ancho unitario, extendida en todo el espesor saturado, cuando el gradiente hidráulico es unitario y a una temperatura de 15°C.

2.1.5. Coeficiente de Almacenamiento (S)

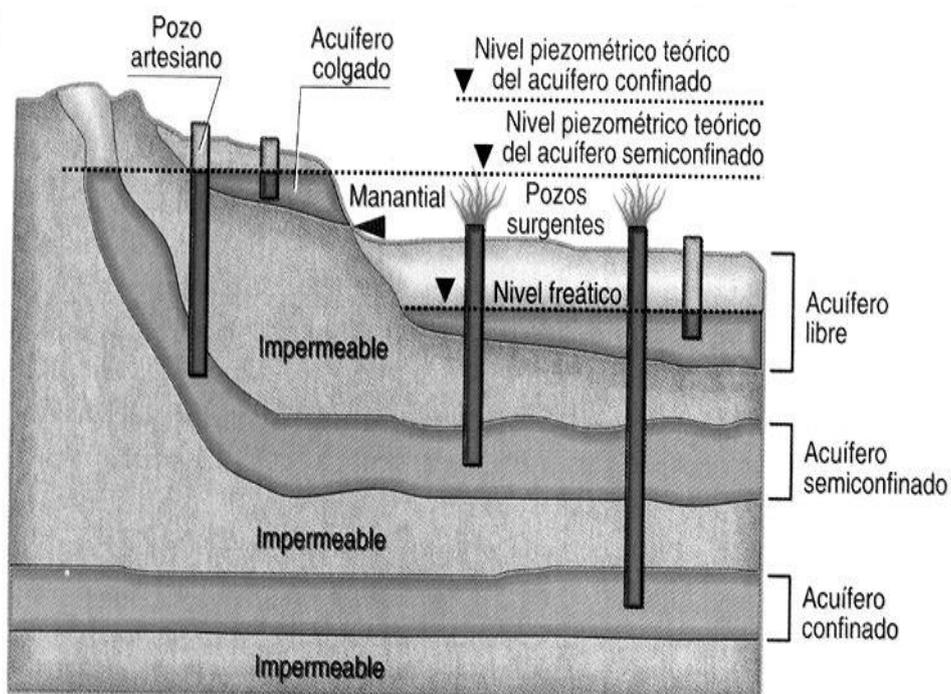
Es adimensional. Se refiere al volumen que es capaz de liberar el acuífero al descender en una unidad el nivel piezométrico (o la presión). Se define como el volumen de agua que puede ser liberado por un prisma vertical del acuífero, de sección igual a la unidad y altura la del espesor saturado, si se produce un descenso unidad del nivel piezométrico.

En acuíferos confinados los valores típicos se encuentran entre 0.00005 y 0.005, mucho menores que la porosidad eficaz de un acuífero libre (fig. nº1). Esto se debe a que en un acuífero confinado el agua no es liberada por el drenaje de los intersticios sino por la compresión del acuífero, en particular de las capas de arcillas y limos intercaladas.

En un acuífero libre: $S = 0.05 - 0.03$

En acuíferos confinados: $S = 10^{-3} - 10^{-5}$

Figura 1: Tipos de Acuíferos.

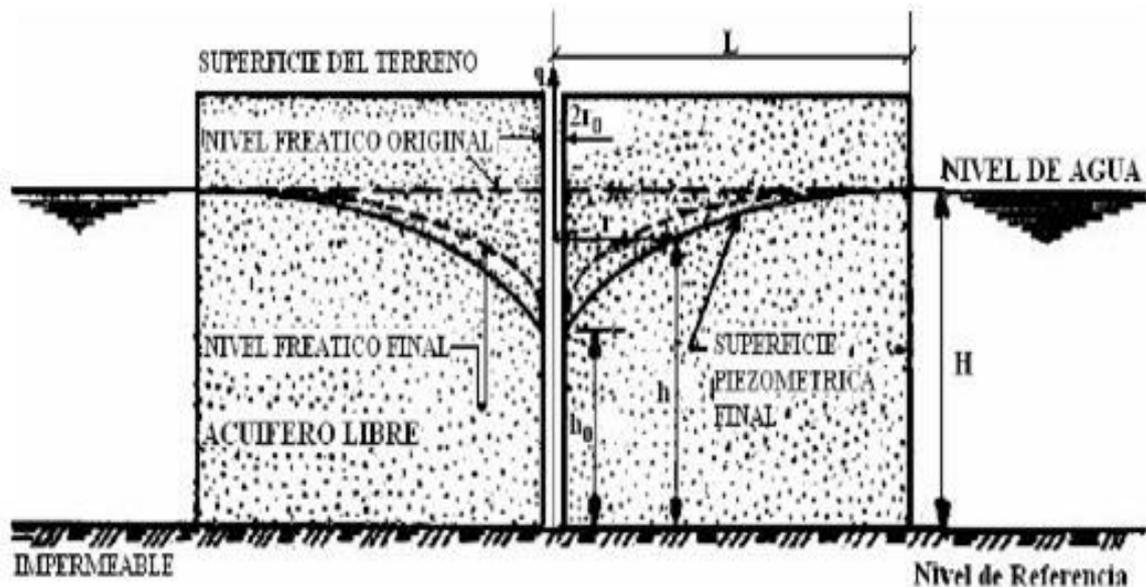


Fuente: (Donado, 2012)

2.2. Hidráulica de pozos

Cuando el agua de un pozo es removida por el bombeo de un pozo el nivel piezométrico de agua subterránea desciende originando una curva de abatimiento. Esta curva forma alrededor del pozo un cono de depresión, cuya frontera exterior define el área de influencia del pozo (Fig. nº2). La hidráulica de pozo permite evaluar las propiedades del acuífero definiendo fronteras, rendimiento específico y efectos de futuros bombeo (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016).

Figura 2: Cono de depresión en las cercanías de un pozo con bomba trabajando.



Fuente: (Leonardo, 1994)

2.2.1. Flujos permanentes

Se han derivados fórmulas para la descarga a través de pozos de bombeo, e hipótesis del flujo permanente como de flujo no permanente en condición de equilibrio (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016).

La derivación de las fórmulas se basa en la siguiente hipótesis:

- El pozo es bombeado a caudal constante.
- El pozo penetra totalmente el acuífero.
- El acuífero es homogéneo, isotrópico, horizontal y de expansión teóricamente infinita.

2.2.2. ECUACIONES

2.2.2.1. Acuífero Confinado

Para deducir la ecuación que gobierna la extracción de un pozo dentro de un acuífero se considera que la frontera es circular, homogénea e isotrópica. Así usando coordenadas polares se obtiene (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016).

$$Q = \frac{2\pi bk(ro - hr)}{\ln \frac{ro}{r}}$$

Dónde:

Q: Caudal de bombeo en, m³/día.

b: espesor del acuífero confinado, en m

k: conductividad hidráulica en m/día.

ro: radio en el pozo de bombeo en m.

hr= carga piezométrica medida sobre el acuífero en un pozo de observación a una distancia r del pozo de bombeo en m.

2.2.2.2. Acuífero no Confinado

El caudal de descarga de un pozo hecho dentro de un acuífero no confinado se puede calcular como:

$$Q = \frac{\pi k(ho^2 - hr^2)}{\ln \frac{ro}{r}}$$

Dónde:

Q= caudal de bombeo en m³/día.

k= conductividad hidráulica en m/día.

r_o= radio en el pozo de bombeo r_o, en m.

h_r= carga piezométrica medida sobre el acuífero en un pozo de observación a una distancia r del pozo de bombeo en m.

2.3. POZO

De acuerdo con (Sevilla Herrera *et al.*, 2016), un pozo es una estructura hidráulica que debidamente diseñada y construida permite efectuar la extracción económica de agua de una formación acuífera. Cuan adecuadamente se logra este propósito, es algo que depende de los siguientes tres aspectos:

- Una aplicación inteligente de los principios de a hidráulica en el análisis del pozo y del comportamiento del acuífero.
- La destreza al perforar y construir pozos, lo que permite tomar ventaja de las condiciones geológicas.
- Una selección tal de los materiales que asegure una larga duración a la estructura.

2.3.1. Criterio de diseño de pozo

Los pozos municipales deben por lo general diseñarse para obtener de ellos el mayor rendimiento disponible en el acuífero y la mayor eficiencia, en términos de capacidad específica. Un buen diseño reduce el peligro del rendimiento en el acuífero, ya que logra incorporar al pozo aquellas características que le aseguren una larga vida exenta de problemas.

Un diseño demanda una consideración muy cuidadosa de los factores hidráulicos que influyen en el comportamiento del pozo. Exige la seguridad de una combinación óptima de comportamiento, larga vida del servicio y un costo razonable. Una sana práctica de la ingeniería demanda que estos objetos sean considerados en su conjunto (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016).

2.3.2. Diámetro del Pozo

Escoger el diámetro apropiado del pozo es algo muy importante, pues éste afecta significativamente el costo de la obra. El diámetro del pozo debe escogerse de modo que se satisfagan dos requisitos:

- El ademe debe de ser lo suficientemente amplio para que permita acomodar la bomba con la tolerancia adecuada para su instalación y eficiente funcionamiento.
- El diámetro del intervalo de captación del pozo debe de ser tal que garantice una buena eficiencia hidráulica del mismo.

Al escoger el diámetro del ademe el factor que gobierna por lo general es el tamaño de la bomba que va necesitarse para la descarga deseada o potencial del pozo. El ademe deberá ser dos números mayor que el diámetro nominal de la bomba (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016)

2.3.3. Profundidad del Pozo

La profundidad que se espera darle al pozo se determina por lo general mediante el registro del pozo de prueba, de los registros de otros pozos cercanos en el mismo acuífero o durante la perforación del pozo. Generalmente el pozo se termina en el fondo del acuífero. Esto es de desear, por las dos razones siguientes:

- Se utiliza mayor espesor del acuífero como intervalo de captación del pozo, lo que mejora su capacidad específica.
- Puede obtenerse mayor abatimiento disponible, permitiendo al pozo erogar más caudal.

Esto también estará sujeto al estudio hidrogeológico de la zona, al igual que la calidad del agua que se encuentra en el acuífero (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016).

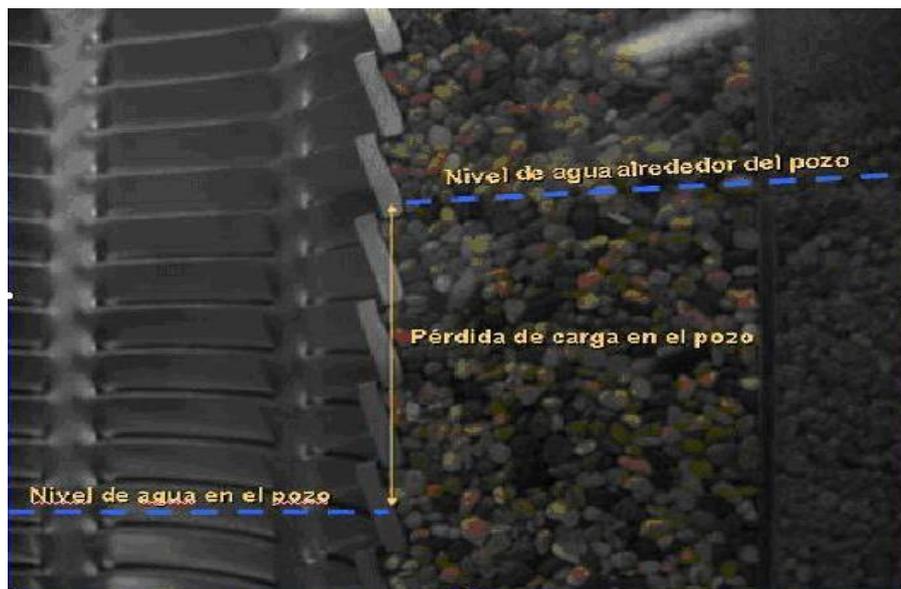
2.3.4. Rejilla y filtro de grava

La zona de admisión del agua al pozo constituye, sin duda la parte esencial del mismo, aun cuando, en ocasiones, no se coloca elemento alguno en esta zona; lo más frecuente es realizar un revestimiento al que suele denominarse “rejilla”, la cual bien proyectada debe permitir que con una pérdida de carga admisible, pase al interior del pozo agua limpia de materiales sólidos. Sin embargo no es suficiente con la colocación de una rejilla para garantizar el correcto funcionamiento del pozo, sino que se hace necesario colocar un relleno de grava de características determinadas, en el espacio anular que queda entre la pared del terreno perforado y la rejilla (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016).

Estos rellenos de grava son especialmente recomendables en los casos de:

- Acuíferos de arenas finas y uniformes.
- Formaciones estratificadas con capas alternadas de material grueso, medio y fino.
- Aguas muy incrustantes.
- Cuando el material del acuífero son areniscas pobremente cementadas.

Figura 3: Perdidas de carga de una rejilla y filtro de grava.



Fuente: (Campillo Raúl, 2003)

2.4. Métodos de perforación de pozos

Una perforación es un hueco que se hace en la formación geológica, atravesando diferentes estratos, entre los que puede haber en unos acuíferos y en otros no; unos consolidados y otro no consolidados. Cada formación requiere un sistema de perforación determinado; por lo que a veces un mismo pozo que pasa por estratos diferentes obliga a usar técnicas diferentes en cada uno de los estratos (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016).

Existen métodos mecanizados y manuales para perforar pozos, pero todos se basan en dos modalidades: percusión y rotación.

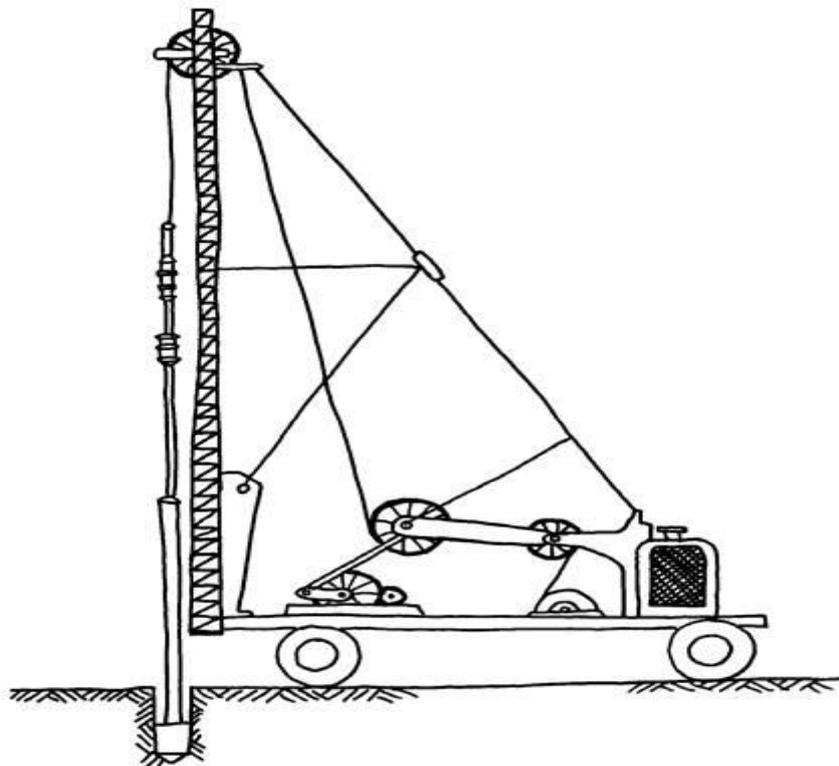
2.4.1. Perforación de percusión

El método se basa en la caída libre de un peso en sucesión de golpes rítmicos dados contra el fondo del pozo en perforación, su ámbito de aplicación se centra en terrenos de dureza media a baja o bien en aquellos otros duros que sean

frágiles. Sin embargo, se encuentran contraindicados en terrenos detríticos no cohesionados, muy duros, abrasivos y plásticos.

La frecuencia de golpeo se encuentra en el entorno de 40 a 50 impactos/minuto, en función de los parámetros mecánicos del suelo perforado. Con ello se consiguen unos rendimientos medios de 2 a 4 m/día en materiales duros y de 10 a 20 m/día en materiales blandos. La percusión se consigue mediante un movimiento de balancín y manivela proporcionado por la máquina. (Yepes, 2009)

Figura 4: Sondeo de Percusión con Cable.



Fuente: (Yepes, 2009)

2.4.2. Perforación de rotación

Estos equipos se caracterizan porque trabajan girando o rotando la broca, trícono o trépano perforador. El sentido de la rotación debe ser el mismo usado para la unión o enrosque de las piezas que constituyen la sarta de perforación.

Todas las brocas, trépanos o triconos, son diseñados para cortar, triturar o voltear las distintas formaciones que pueden encontrarse a su paso. Estas herramientas son diseñadas para cada tipo de formación (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016).

El principio utilizado por las perforadoras rotativas consiste en aplicar energía a la roca haciendo rotar un útil de corte o destroza conjuntamente con la acción de una gran fuerza de empuje. Los diámetros habituales de barreno conseguidos con este tipo de perforadoras oscilan entre 50 y 311 mm, estando los mayores diámetros especialmente indicados para los grandes volúmenes de excavación. (Piqueras, 2013)

Figura 5: Trícono de diente para formación blanda y sondeo a rotación con barrena helicoidal.



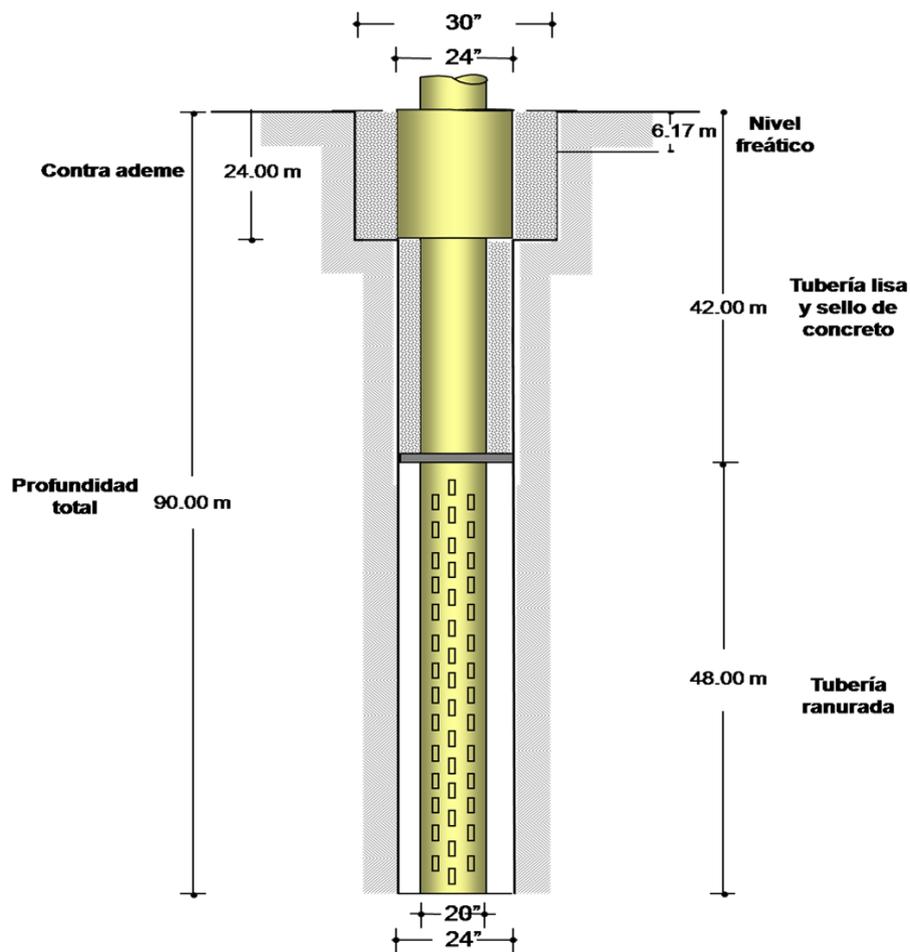
Fuente: (Piqueras, 2013)

2.5. Diámetro de la perforación

El diámetro de la perforación definitiva o de explotación, depende de varios factores estrechamente relacionados, entre los que se destacan: caudal requerido, productividad del acuífero, diámetro del entubamiento, características del equipo de bombeo (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016).

El diámetro de perforación deberá ser suficiente para permitir la instalación de un empaque de grava o estabilizador de la formación, alrededor de la rejilla o coladera del pozo, debiendo en todo caso tener un diámetro mínimo de 9 ¼" pulgadas. (proyecto municipio de zaragoza , 2004)

Figura 6: Esquema de diámetro de perforación y colocación de tuberías.



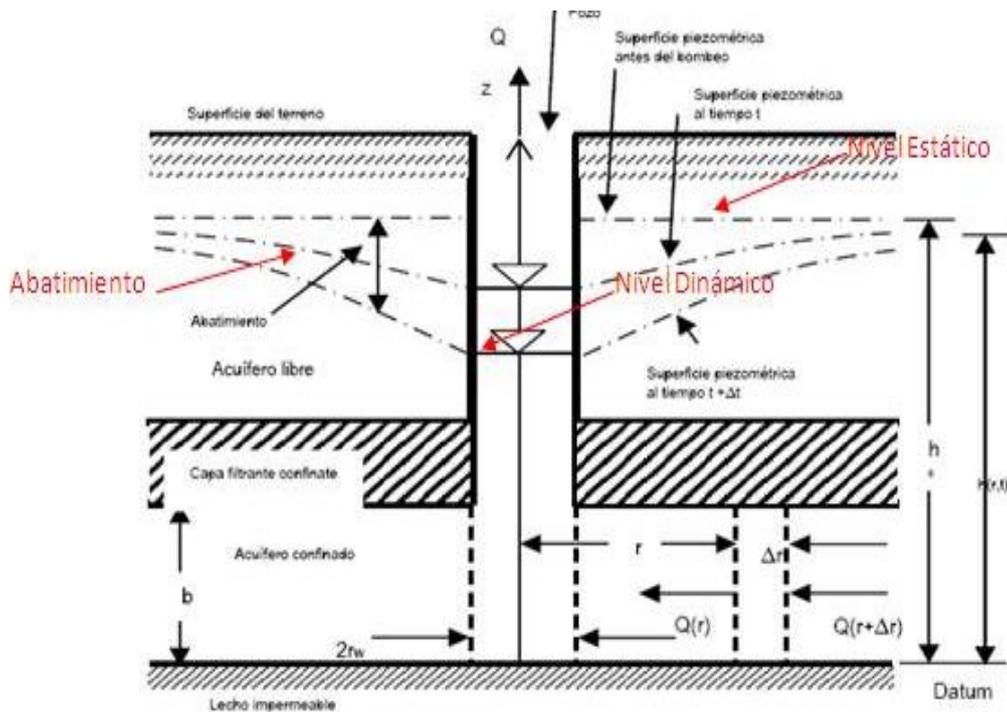
Fuente: (Perforaciones Mateus, 2018)

2.6. Prueba de bombeo

Es de suma importancia la realización de prueba de bombeo o Aforo al pozo recién construido o a los pozos ya existentes, con el propósito de saber los rendimientos de los pozos; esto se refiere al volumen de la descarga y al abatimiento.

El objetivo de esta prueba es para conocer el caudal del pozo, es decir, el caudal óptimo de explotación donde el pozo tenga un rendimiento máximo, en cuanto a los niveles de bombeo o descenso del agua (Fig. nº7); ya sea en invierno o verano y no afecte la eficiencia de los pozos durante la operación definitiva del equipo sumergible a instalar (Sevilla Herrera, Hurtado Mendoza, & Gutiérrez Jarquin, 2016).

Figura 7: Esquema de abatimiento por el bombeo.



Fuente: (Leonardo, 1994)

Con esta finalidad, existen dos tipos de prueba de bombeo para pozos

2.6.1. Prueba a caudal variable o escalonada.

La finalidad de esta prueba de extracción de agua es para determinar el comportamiento del pozo en cuanto al descenso de los niveles de bombeo en la unidad de tiempo, esta prueba se realiza con diferentes caudales. Se pasa de un caudal a otro cuando se logra mantener el nivel dinámico de bombeo con respecto al tiempo constante para un mismo caudal de explotación. Se pueden utilizar hasta cuatro caudales diferentes.

2.6.2. Prueba a caudal constante.

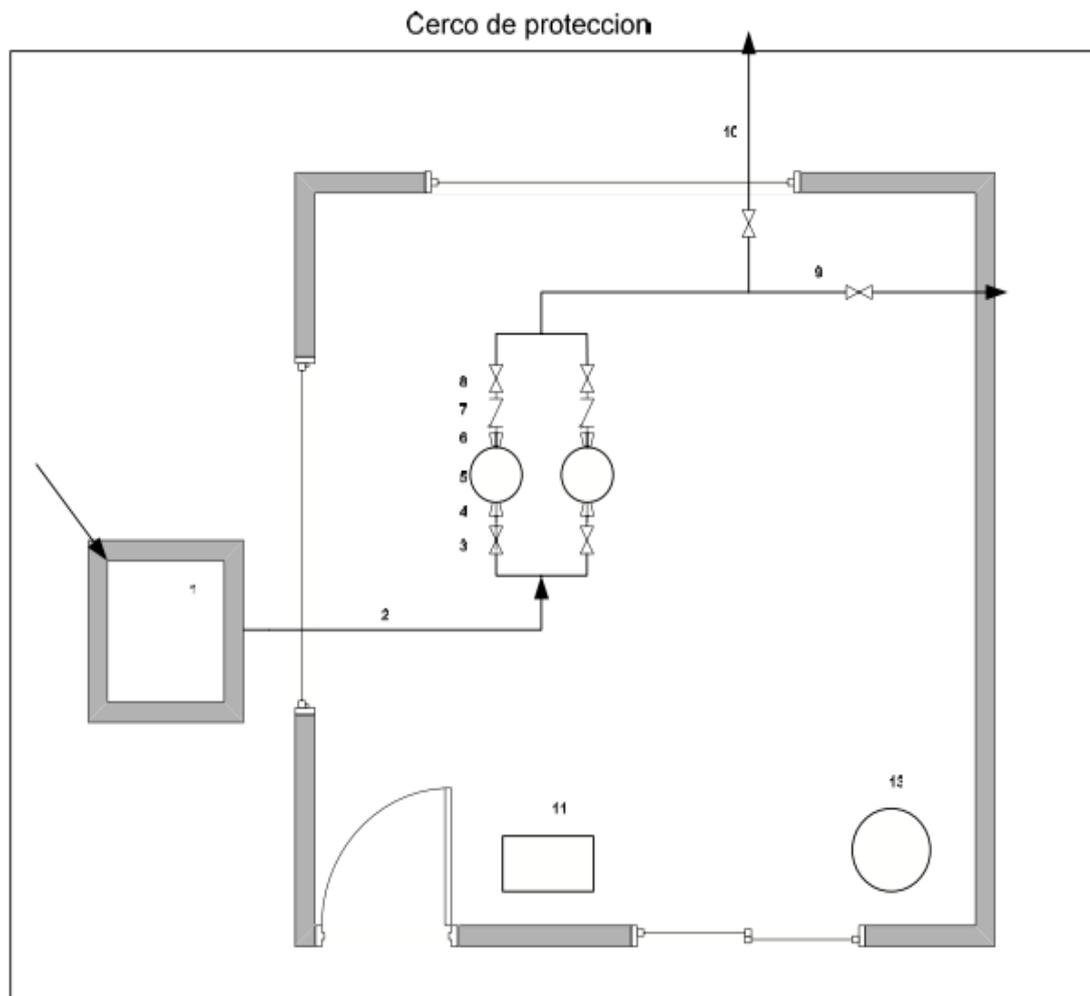
Esta es la prueba definitiva y es de larga duración, se realiza con un solo caudal y puede durar 72 o más horas continuas de bombeo.

2.7. ESTACIÓN DE BOMBEO

Antes de determinar el tamaño de un sistema de bombeo de agua, es necesario entender los conceptos básicos que describen las condiciones hidráulicas de una obra. Como se mencionó anteriormente, el tamaño del sistema está en relación directa con el producto de la carga dinámica total (CDT) y el volumen diario necesario. La carga dinámica total es la suma de la carga estática (CE) y la carga dinámica (CD) (Dr.Geól, 2005):

$$***CDT = CE + CD = Nivel estático + abatimiento + altura de la descarga + pérdidas (fricción y local)***$$

Figura 8: Esquema típico de una estación de bombeo.



LEYENDA

- 1 Pozo o cámara de succión
- 2 Tubería de succión
- 3 Valvula compuerta
- 4 Reduccion excentrica
- 5 Bomba
- 6 Reduccion concentrica
- 7 Valvula de retencion
- 8 Valvula compuerta
- 9 Tubería de impulsión
- 10 Tubería de limpieza
- 11 Tablero de control

Fuente: (Organización panamericana de la salud, Área de desarrollo sostenible, 2005)

2.7.1. Componentes de una estación de bombeo.

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

- Caseta de bombeo.

El dimensionamiento de la caseta de bombeo debe ser adecuado para albergar el total de los equipos necesarios para la elevación del agua. Cuando fuese necesario, la caseta albergará los dispositivos de maniobra y desinfección. Debe permitir facilidad de movimientos, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipos (Organización panamericana de la salud, Área de desarrollo sostenible, 2005).

El dimensionamiento de la caseta dependerá del tipo de bomba que se emplee. Los casos más comunes son:

a) Cuando se emplean bombas estacionarias de eje horizontal y de eje vertical: estarán albergadas en la caseta de bombeo, junto con los motores, generadores, tableros, circuitos y válvulas de accionamiento necesarias.

b) Cuando se empleen bombas sumergibles: la caseta de bombeo servirá para alojar los circuitos y tablero de control, eventualmente el generador y válvulas de accionamiento de la línea de impulsión.

- Cisterna de bombeo.

Son cámaras de forma circular, cuadrada o rectangular (vista de planta) que tienen la función de almacenar el agua, previa a su bombeo.

Esta cámara, desde donde parte la tubería que conduce el agua hacia la bomba debe poseer dimensiones mínimas para facilitar el asentamiento de las piezas,

evitar grandes velocidades y agitación de las aguas, y permitir el acceso para labores de mantenimiento (Organización panamericana de la salud, Área de desarrollo sostenible, 2005).

- Equipo de bombeo.

Un equipo de bombeo consiste de dos elementos, una bomba y su accionador el cual puede ser un motor eléctrico, motor de combustión interna, etc. El accionador entrega energía mecánica y la bomba la convierte en energía cinética que un fluido adquiere en forma de presión, de posición y de velocidad (slideshare, 2014).

- Grupo generador de energía y fuerza motriz.

Estos grupos de generadores son instalados de tal forma que pueda compensar la demanda requerida del suministro de agua, a estos grupos se le llama grupos electrógeno de los cuales se dividen en energía eléctrica convencional y energía eléctrica obtenida por fuerza motriz (accionada por motores de combustión interna) (carré, 2017).

- Tubería de succión.

La tubería de succión debe ser la más corta posible, evitándose al máximo, piezas especiales como curvas, codos, etc. La tubería de succión debe ser siempre ascendente hasta alcanzar la bomba. Se pueden admitir pequeños tramos perfectamente horizontales.

La altura máxima de succión más las pérdidas de carga, debe satisfacerlas especificaciones establecidas por el fabricante de las bombas. Teóricamente, la altura de succión máxima sería de 10,33 m a nivel del mar (una atmósfera), sin embargo, en la práctica es muy raro alcanzar 7,50 m. Para la mayoría de las bombas centrífugas la altura de succión debe ser inferior a 5 m. (Los fabricantes

generalmente especifican, las condiciones de funcionamiento, para evitar la aparición de fenómenos de cavitación (Organización panamericana de la salud, Área de desarrollo sostenible, 2005).

- Tubería de impulsión.

El diámetro de la tubería de impulsión deberá ser determinado en base a un análisis técnico económico; teóricamente puede asumir cualquier valor. El análisis debe considerar que si el diámetro adoptado es grande, la pérdida de carga en la tubería será pequeña y por tanto la potencia de la bomba será reducida; consecuentemente el costo de la bomba será reducido, pero el de la tubería de impulsión será elevado.

La tubería de impulsión no debe ser diseñada con cambios bruscos de dirección de flujo. Deben instalarse los dispositivos necesarios para evitar el contra flujo del agua, cuando la bomba deja de trabajar o en caso de que exista falla eléctrica (Organización panamericana de la salud, Área de desarrollo sostenible, 2005).

- Equipo de cloración.

Las estaciones de cloración merecen mucha atención desde la etapa de diseño, por la importancia que este proceso tiene en la producción de agua segura y por los riesgos que involucran la operación y mantenimiento de las estaciones.

El consumo de cloro necesario para la desinfección del agua se estima en 5 mg/L, con un mínimo de 1,0 mg/L. Para la oxidación y preparación de compuestos, se estima de acuerdo con las necesidades de tratamiento (BVSDE, 2014).

El cloro es proporcionado en cilindros metálicos resistentes, de 50 a 1.000 kilogramos, en contenedores. Puede ser utilizado en forma líquida o gaseosa. Los cilindros tienen las siguientes características:

- Son de acero.
- La máxima densidad de llenado es 125%. Se define así a la razón de porcentaje entre el peso del gas en el cilindro o contenedor y el peso del agua que puede contener a una temperatura de 15,6 °C (70 °F).
- Se equipan con sistemas de seguridad (válvulas, protectores).
- Se someten a pruebas de presión a intervalos regulares, de acuerdo con las normas correspondientes.

2.8. CARGA ESTÁTICA

La carga estática, es la distancia desde el nivel del espejo de agua o (nivel estático) hasta el borde superior del tanque de almacenamiento se define con la siguiente formula:

$$CE = NE + H \text{ descarga}$$

Donde:

NE: nivel estático.

H descarga: altura de descarga.

A partir de este punto se pueden calcular otros factores como la CTD (carga total dinámica que se define con la siguiente formula:

$$CTD = CE + A + hf_{friccion}$$

Donde:

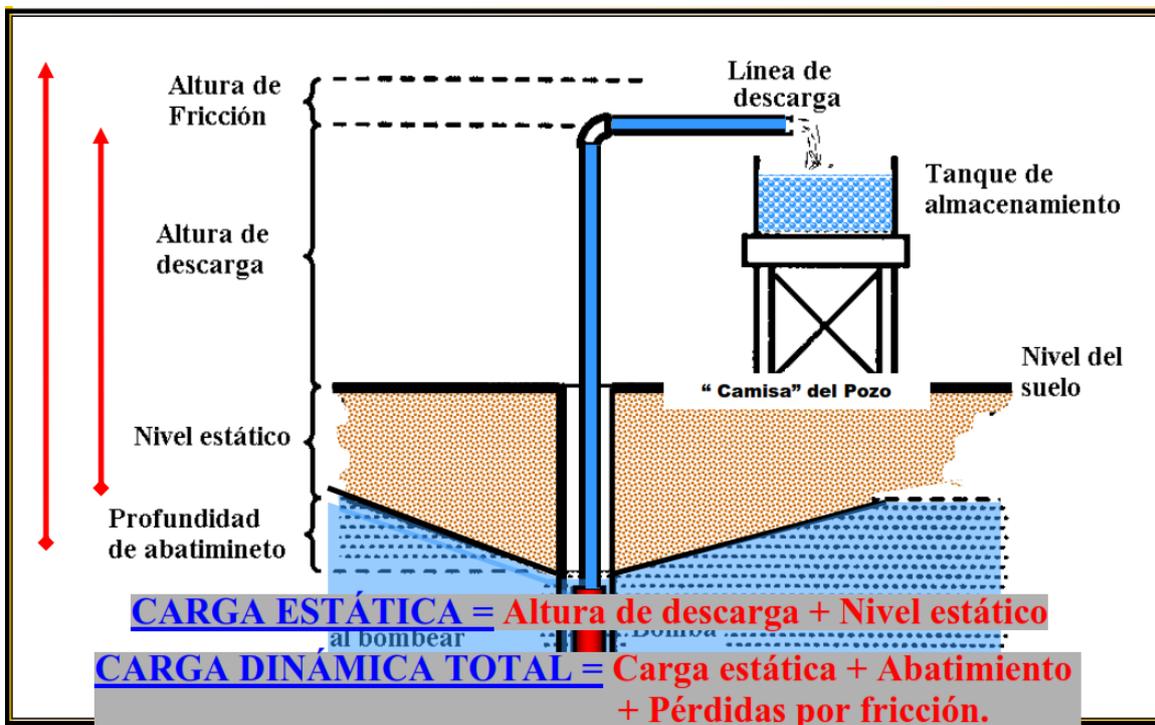
CE: carga estática.

A: abatimiento.

Hf fricción: pérdidas por fricción.

La carga total dinámica se puede considerar como la distancia o altura a la que se debe elevar el agua y se mide en metro columna de agua.

Figura 9: Cargas hidráulicas.



Fuente: (Juárez, 2009)

2.9. CARGA TOTAL DINÁMICA (FRICCIÓN)

La carga dinámica, es el incremento en la presión causado por la resistencia al flujo al agua debido a la rugosidad de las tuberías y componentes como codos y válvulas. Esta rugosidad depende del material usado en la fabricación de las tuberías. Los tubos de acero producen una fricción diferente a la de los tubos de plásticos PVC, de similar tamaño. Además, el diámetro de los tubos influye en la fricción mientras más estrechos mayor resistencia producida (Dr.Geól, 2005).

Para calcular la carga dinámica, es necesario encontrar la distancia que recorre el agua desde el punto en que el agua entra a la bomba hasta el punto de descarga, incluyendo las distancias horizontales más pérdidas locales, así como el material de la línea de conducción y su diámetro. Con esta información se puede estimar la carga dinámica con diferentes métodos (Dr.Geól, 2005).

2.10. ANÁLISIS DEL AGUA

2.10.1 PH

El pH se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de iones de hidrogeno; una solución con pH menor de 7 será acida, si el pH es superior de 7 recibe el nombre de básica, un pH igual a 7 corresponde a la neutralidad.

La importancia de medir el pH en el agua es saber si el agua tiene alto grado de acides o alcalinidad; el agua potable debe tener un valor de pH de 6.5 a 8.5, el agua con alto pH tiene un tacto resbaladizo, sabe un poco como el bicarbonato de sodio y puede ser resultado de minerales disueltos. Las aguas subterráneas en zonas con lechos de piedras calizas tienen comúnmente un mayor pH que el agua glacial o el agua de lluvia (Mendez Úbeda & López Duarte, 2011).

Tabla 1. Clasificación del pH

RANGO DE pH	CLASIFICACION
< 4.60	Extremadamente ácido
4.60 – 5.19	Muy fuertemente ácido
5.20 – 5.59	Fuertemente ácido
5.60 – 6.19	Medianamente ácido
6.20 – 6.59	Ligeramente ácido
6.60 – 6.79	Muy ligeramente ácido
6.80 – 7.19	Neutro
7.20 – 7.39	Muy ligeramente alcalino
7.40 – 7.79	Ligeramente alcalino
7.80 – 8.39	Medianamente alcalino
8.40 – 8.79	Fuertemente alcalino
8.80 – 9.39	Muy fuertemente alcalino
> 9.40	Extremadamente alcalino

Fuente: (Mendez Úbeda & Lopéz Duarte, 2011).

2.10.2. Conductividad Eléctrica

La conductividad se define como la capacidad de una sustancia de conducir la corriente eléctrica. Está relacionada con la presencia de iones disueltos en el agua los cuales son partículas cargadas eléctricamente. Cuanto mayor sea la cantidad de iones disueltos mayor será la conductividad eléctrica del agua.

La medición de la conductividad eléctrica (C_e), y la del pH son básicas en el análisis de agua, puesto que de ella se deducen muchas de las características del agua para riego o para consumo humano (Mendez Úbeda & Lopéz Duarte, 2011).

Para el resultado de la C_e :

$$K = \frac{\sum \text{de las lectura de calibracion}}{3}$$

K: constante de calibración del equipo

$$C_e = K \times C_e \text{ lectura}$$

Tabla 2. Clasificación de la Conductividad Eléctrica del agua

Tipos de agua	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)
Agua Pura	0,04 $\mu\text{S/cm}$
Agua Destilada	0,5 a 5 $\mu\text{S/cm}$
Agua de Lluvia	5 a 50 $\mu\text{S/cm}$
Aguas Potables	<2500 $\mu\text{S/cm}$
Aguas Salobres	2500 a 20000 $\mu\text{S/cm}$
Aguas de Mar	>100000 $\mu\text{S/cm}$

Fuente: (conductividad electrica, 2016)

Tabla 3. Clasificación de la dureza del agua

Tabla de Dureza del Agua			
ppm	$\mu\text{S/cm}$	$^{\circ}\text{f}$	Dureza
0-70	0-140	0-7	Muy blanda
70-150	140-300	7-15	Blanda
150-250	300-500	15-25	Ligeramente dura
250-320	500-640	25-32	Moderadamente dura
320-420	640-840	32-42	Dura
Superior a 420	Superior a 840	Superior a 42	Muy dura

Fuente: (conductividad electrica, 2016)

Donde:

$\mu\text{S/cm}$: Conductividad en microSiemens por centímetro.

$^{\circ}\text{f}$: Grados franceses (con un error de 2 - 3 $^{\circ}\text{f}$)

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. MACROLOCALIZACIÓN

Figura 10. Ubicación de la zona de estudio.



Fuente: (google EARTH, 2016)

Para realizar la geo-referenciación de los pozos se utilizó la herramienta del GPS (Global Position System) anotando sus coordenadas (Longitud y la latitud) en UTM WGS 84, el cual nos dio una base de datos más actualizada que posteriormente a través del software Google Earth, se ingresaron las coordenadas que permitieron la ubicación exacta de cada pozo, para su edición en mapas.

Las ubicaciones son las siguientes:

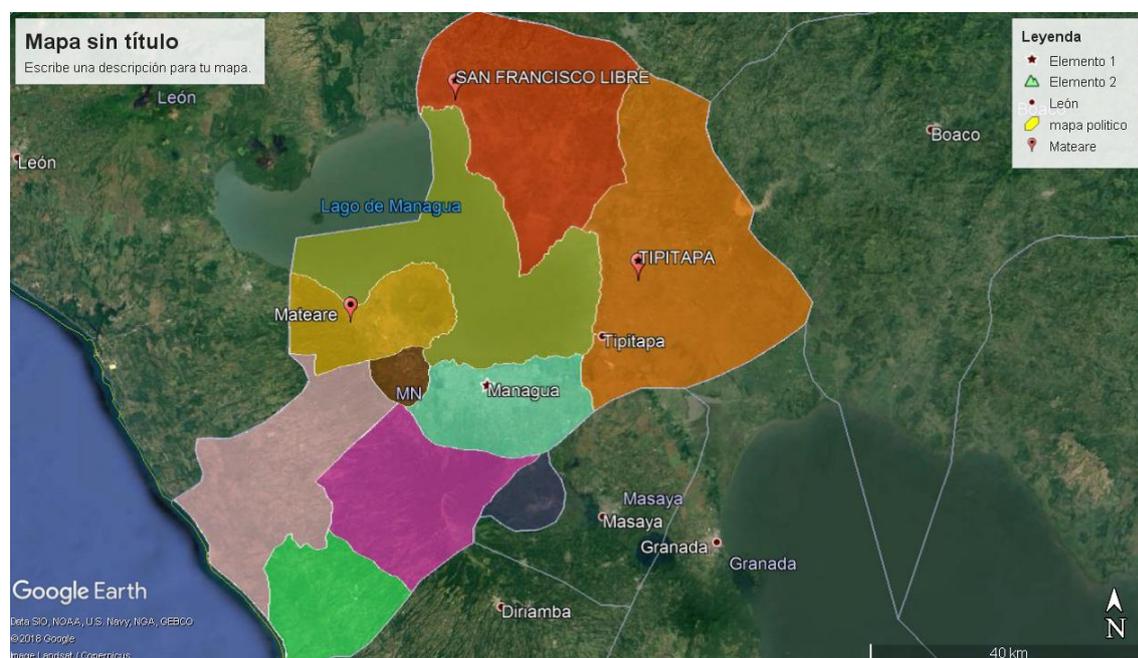
Para la zona de san francisco libre tenemos (Santa Rosa, Las Delicias, San Antonio y El Madroñito) de los cuales se mostrarán su coordenadas Geográficas y su macro-localización.

Para la zona de Tipitapa (San Benito Agrícola, Los laureles y Luz de Cristo).

Para la zona de Mateare (Cambio Norte y Guapinol).

3.2. MICROLOCALIZACIÓN

Figura 11. Ubicación de los pozos en estudio.



Fuente: (google EARTH, 2016)

Zona San Francisco Libre

Santa Rosa	N12°22'37.19643''	W86°09'41.25''
Las Delicias	N12°25'32.82862''	W86°10'38.84846''
San Antonio	N12°22'52.34206''	W86°08'00.30418''
Madroñito	N12°26'51.576''	W86°12'48.837''

Zona Tipitapa

Luz de Cristo	N12°15'28.76349''	W85°59'37.180,31''
Los Laureles	N12°16'25.29182''	W86°00'54.31926''
Sn Benito		
Agrícola	N12°18'44.24557''	W86°04'36.06677''

Zona Mateare

Cambio Norte	N12°15'38.7065''	W86°23'28.78919''
Guapinol	N12°14'14.76891''	W86°23'52.18313''

3.3. Georeferenciación de los pozos

Para la georeferenciación de los pozos que se monitorearon en todas las fincas FIIT-INTA, se hizo un levantamiento de toma de puntos de referencia donde estarán ubicado los pozos, para hacer esto posible se utilizó un GPS (Global Position System) marca Garmin Etrex30 Modelo: Legend y Venture Hcx luego de esto se procedió a pasar las coordenadas UTM a una hoja de cálculo en el software Excel donde se transformaron en coordenadas geográficas para una vez de esto ocupar el software Google Earth que por medio de la red de internet al introducir las coordenadas geográficas nos generó mapas exactos de la ubicación de los pozos de las distintas zonas de estudio.

3.4. Planteamiento del estudio

Para la realización del trabajo monográfico sobre la evaluación de fluctuaciones de niveles en aguas subterránea (pozos excavados a mano) en las fincas de investigación e innovación tecnológicas (FIIT-INTA) para el año 2016, se realizó la primera etapa que consistió en la obtención de información, a través de los siguientes medios e instituciones:

- Recopilación Bibliográfica
- Exploración en INTERNET
- Visitas de campo
- Consulta a instituciones (INTA, Alcandía de San Francisco libre)
- Solicitud de datos obtenidos a productores de la FIIT

La información recopilada, fue procesada y analizada, en lo referente a temas relacionados con la geología, Hidrogeología y otros factores.

También se hicieron visitas de campo para la obtención de una base de datos actualizada, para obtener el modelo conceptual y comparar la información ya existente del área de estudio con la recopilada en campo. Serán tomados en cuenta los parámetros más importantes que debe de llevar una evaluación de las fluctuaciones en las aguas subterráneas, con sus ecuaciones y métodos para un cálculo adecuado.

3.4.1. VARIABLES A MEDIR

- Nivel estático del agua (NEA)
- Profundidad del pozo y columna de agua
- Caudal (lps)
- Calidad del agua (pH y CE)

3.5. USO DEL AGUA

Uso del recurso para fines agropecuarios: Para esto se hizo una entrevista escrita al productor.

Se procedió a hacer una encuesta en la cual se le preguntaba al productor de las fincas FIIT de cómo usaba el recurso del agua para distribuirlo para diferentes fine. En total los modos de uso del agua son los siguientes:

- Consumo humano.
- Consumo de animales.
- Consumo agrícola.

En la encuestas que se hicieron se recolectaron datos de cuantos animales tenía el productor en la finca (vacas, cerdos, cabras etc.), el área de cultivo que tenía sembrada y el número de familia que habitaba en dicha finca para sacar la relación de consumo humano. Para este análisis se hizo un procedimiento porcentual del 100% que da la suma de los tres consumos antes mencionados.

3.6. DETERMINACIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO

Para la determinación de esta variable se realizaron sondeos durante un año en cada acuífero (pozos excavados a mano). Se catalogó el estudio para dos periodos verano e invierno.

En estos periodos hubo una gran variabilidad en los niveles ya que dependía del fenómeno que estaba vigente en el país (fenómeno del niño) las lluvias en el territorio de investigación fueron de 100-200mm (INETER, 2016), que debido a éste hubo bajas precipitaciones, haciendo que en el periodo de verano los niveles bajaran a niveles críticos, por lo que algunos productores de las fincas FIIT tomaron acciones de excavar más los pozos para recuperar un poco el nivel de agua.

Para determinar el nivel estático del agua y la columna de agua en la fuente hídrica (pozos) se procedió de la siguiente manera:

- a) Se introdujo una sonda graduada al pozo y luego se anotaron la medida, la que corresponde a la Profundidad desde el Brocal al Fondo del Pozo.
- b) Una vez que se extrae la sonda del pozo, se observa que esta arroja el dato donde se encuentra el nivel estático del agua (NEA).
- c) Se calcula la Columna de Agua del Pozo, restando:

$$C= A-B$$

Donde:

C: Columna de agua del pozo.

A: nivel de agua del pozo en (mts).

B: altura de brocal al fondo del pozo (mts).

Para el cálculo del área del pozo se deberá medir la parte más ancha de la Circunferencia (D), y luego aplicar la siguiente expresión:

$$Ar = \pi \frac{D^2}{4}$$

Donde:

Ar: área del pozo

D: diámetro del pozo

3.7. AFORO DE POZOS

Los pozos de las Fincas de Investigación e Innovación Tecnológicas fueron aforados por medio del método volumétrico, haciendo preferiblemente uso de tubería con diámetro que el técnico consideró apropiado. Para ello es necesario contar con un depósito (balde) de volumen conocido, en el cual se colecta el agua, y se anota el tiempo que demora en llenarse dicho recipiente. Esta operación se repitió 3 veces y se promedió, con el fin de asegurar una mayor exactitud.

Por tanto dividiendo el volumen de agua recogido en el recipiente por el tiempo (en segundos) que demora en llenarse, se obtiene el caudal en litros por segundo.

Ecuación:

$$Q = V/t$$

Siendo:

Q = Caudal en litro/segundo

V = Volumen del recipiente (Litros)

T = Tiempo que demoró en llenarse (segundos)

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de las encuestas que se realizaron para cada uno de los productores de dichas fincas; resultando como resumen que el 60% usan el agua para la siembra, 25% para consumo animal y 15% para consumo humano. En excepción en la zona de mateare, en donde uno de los pozos no es apto para consumo humano, ya que en las pruebas de laboratorio se obtuvo alto contenido de sales y partículas de elementos volcánicos.

Los datos fueron digitalizados en hojas Excel, para cada uno de los acuíferos estudiados, para su posterior exportación al programa de google earth proporcionando los mapas de las georeferenciaciones.

4.1. GEORREFERENCIACIÓN DE LOS POZOS EN ESTUDIO

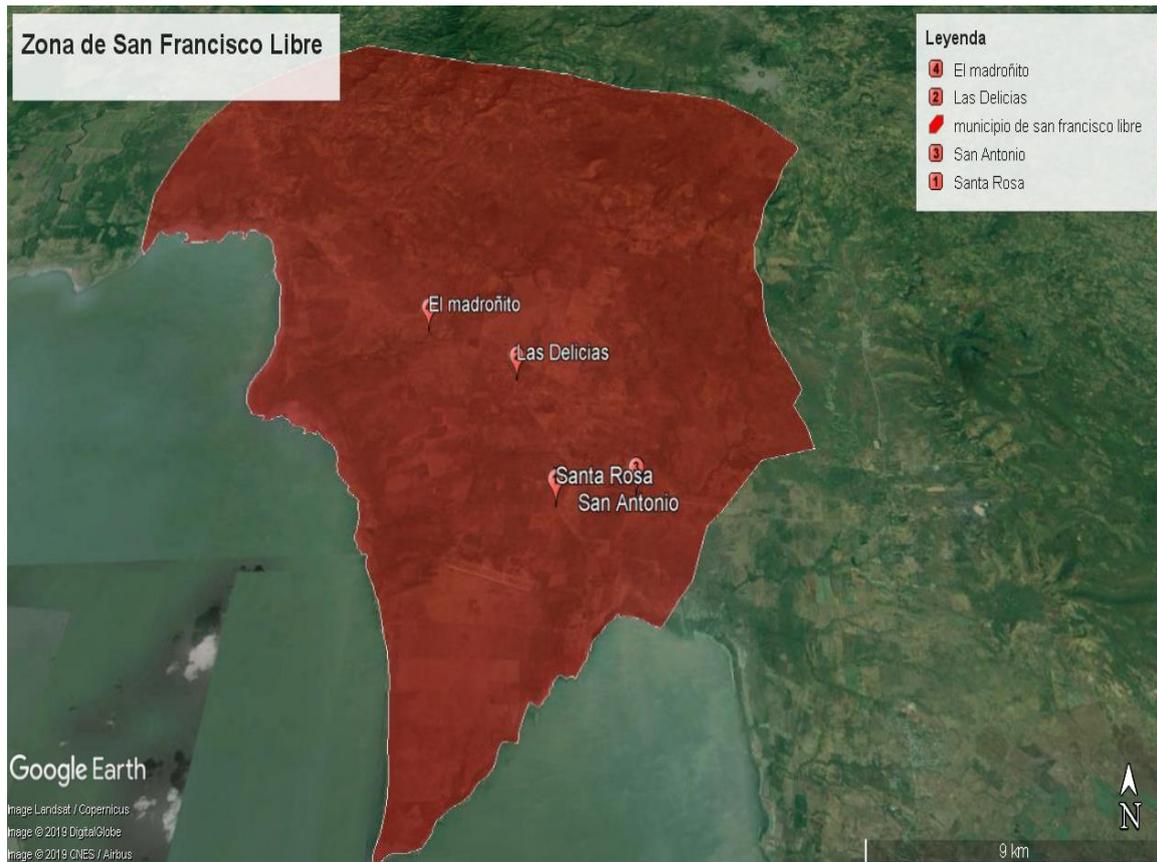
Figura 12. Microlocalización del municipio de mateare.



Fuente: (google EARTH, 2016)

En la (Fig. 12). Se presenta el área de estudio de color amarillo, en la zona se puede apreciar que está cerca del lago Xolotlán, la laguna de Xiloá y el volcán Apoyeque; en Mateare se estudiaron dos lugares: Guapinol y Cambio Norte; por la posición del volcán el tipo del suelo de la zona de estudio se pudo observar elementos volcánico como el de la piedra pómez, variando los análisis de agua.

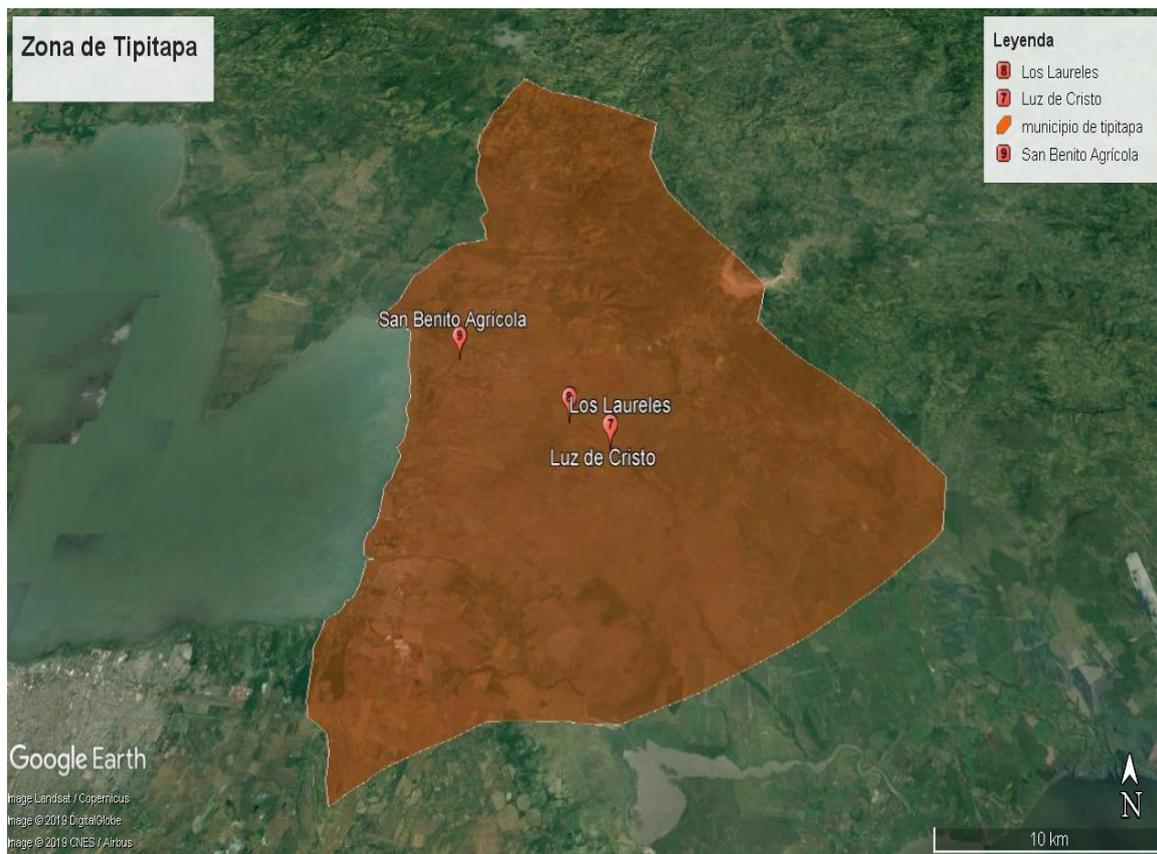
Figura 13. Microlocalización del municipio de San Francisco Libre.



Fuente: (google EARTH, 2016)

En la (Fig. 13). Se presenta el área de estudio de color rojizo, en la zona se puede observar la cercanía del lago Xolotlán. Otras de las características de este lugar es su clima, ya que pertenece al corredor trópico seco del país. En San Francisco Libre se estudiaron cuatro lugares: Santa Rosa, San Antonio, Las Delicias y El Madroño; por la posición de la zona de estudio el lago satisface las recargas del nivel freático que colabora con la recuperación de los pozos una vez que estos son bombeados para su uso agrícola; en el caso de Las Delicias el sitio queda en una posición muy alta y la recuperación del pozo es más lenta.

Figura 14. Microlocalización del municipio de Tipitapa.



Fuente: (google EARTH, 2016)

En la (Fig. 14). Se presenta el área de estudio de color marrón; en la zona también se puede apreciar el lago Xolotlán, como en las figuras 12 y 13. En Tipitapa la mayor parte de los sitios son llanos y en este estudio los sitios estudiados fueron tres: Los Laureles, San Benito Agrícola y Luz de Cristo. Una de las ventajas de estos tres sitios es que las fincas se encuentran donde antes fue el ingenio azucarero Victoria de Julio (Timal), teniendo buenos datos de los niveles de agua en sus pozos que antes se ocupaba para riego para la caña de azúcar en ese lugar.

4.2. Medición de niveles estáticos y aforos.

4.2.1. Pozo 1

En la (Tabla. 4). Se presentan los datos recolectados en el transcurso de un año de estudio en el sitio de Santa Rosa en San Francisco Libre que pertenece a la productora Sayda Coronado. En la tabla se muestran los resultados de los niveles estáticos por cada mes.

Tabla 4. Nivel Estático de la Finca Sta. Rosa (2016-2017).

Productor: Sayda coronado	
Coordenadas (X,Y): 12.3769,-86.1614	
Ubicación: San Francisco Libre, Finca Sta. Rosa	
Mes	Nivel Estático (mts)
Febrero	4.02
Marzo	3
Abril	3.8
Mayo	5.5
Junio	3.95
Julio	3.4
Agosto	3.55
Septiembre	3.6
Octubre	3.88
Noviembre	4.03
Diciembre	4.03
Enero	3.82
Febrero	3.24

Fuente: (propia, 2016)

En el (Tabla. 4). Representamos los niveles estáticos del agua obtenidos en el pozo en estudio; se puede observar que el nivel menor fue en el mes de marzo, con una altura de 3 metros del brocal hasta el nivel alcanzado en el agua. En los meses de noviembre y diciembre se obtuvieron los niveles más altos con 4.03 metros de altura; cabe señalar que en los meses de julio (3.4mts) y agosto (3.55mts) se observó una variabilidad de nivel debido a la afectación del fenómeno climático conocido como el niño.

En la (Tabla. 5). Se presentan los datos de aforos que se recolectaron cada mes en el sitio de Santa Rosa, tomando en cuenta tres tiempo de llenado de un volumen conocido que en este caso el volumen es de 20lts (litros); de estos tres tiempo que se tomaron por cada aforo se promedia teniendo un valor único el cual se utilizará para obtener el caudal $Q = \frac{Lts}{seg}$ (litros/segundo)

Tabla 5. Datos de aforos de la Finca Sta. Rosa (2016-2017).

Productor: Sayda Coronado

Ubicación: San Francisco Libre, Finca Sta. Rosa

Volumen (Lts): 20

Mes	Tiempo(seg)			Promedio(seg)	Q(lps)
	T1	T2	T3		
Febrero	13.48	14.14	15.98	14.53	1.38
Marzo	5.36	5.62	4.81	5.26	3.8
Abril	5.4	5.6	5.63	5.54	3.61
Mayo	4.17	5.41	6.4	5.33	3.75
Junio	6	5.8	5.85	5.88	3.4
Julio	12.48	13.12	13.51	13.04	1.53
Agosto	6.21	6.27	6.25	6.24	3.2
Septiembre	5.58	5.53	5.54	5.55	3.6
Octubre	5.25	5.3	5.26	5.27	3.8
Noviembre	6.08	6.12	6.09	6.1	3.28
Diciembre	5.7	5.76	5.79	5.75	3.48
Enero	5.94	5.92	5.93	5.93	3.37
Febrero	5.84	5.87	5.86	5.86	3.41

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 5). Se obtuvo datos de los volumen de agua; tomado en la fuente hídrica en litros por segundo, donde el caudal (Q) menor fue en el mes de febrero de 2016 con 1.38 litros por segundo y el mayor caudal obtenido fue en el mes de octubre del 2016 con 3.80 litros por segundo. Se puede observar que hubo más del 100% de variabilidad en los datos obtenidos de ambos pozos.

Se utilizó un volumen constante para los aforos, el cual es 20 litros/tiempo máximo de llenado, en segundos.

Tabla 6. PH y conductividad eléctrica del pozo de la finca FIIT, Santa Rosa.

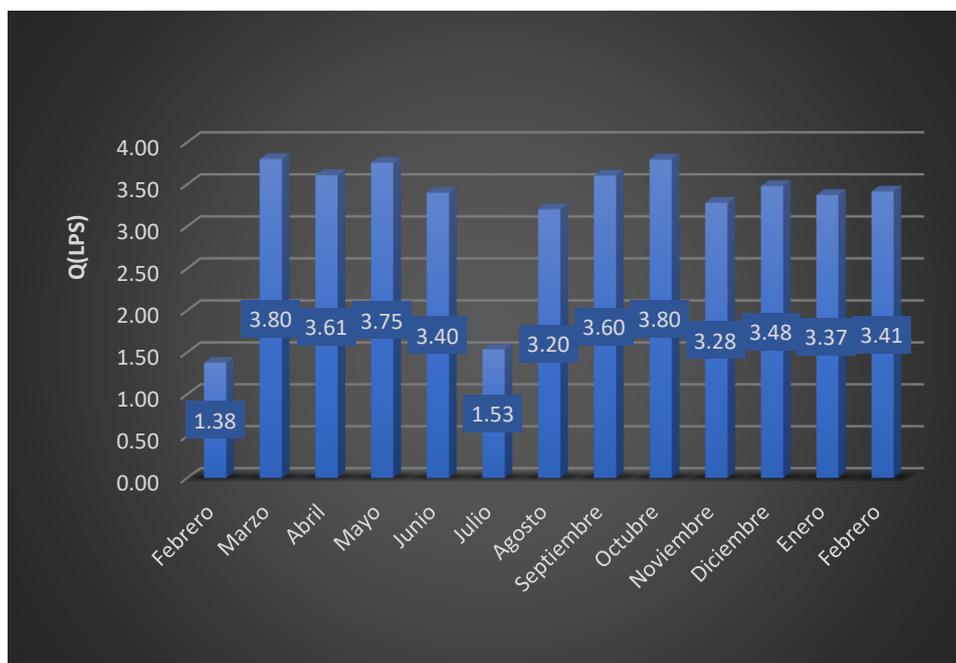
PRODUCTOR	PH	CE μS/cm
Sayda Coronado	7.43	233.04333

Fuente: (propia, 2016)

Según la Tabla 6. Los resultados se compararon con las Tablas 1 y 2 obteniendo como resultado que el PH del pozo de Santa Rosa se encuentra en el rango de ligeramente alcalino, en cuanto a la conductividad eléctrica teniendo en cuenta la cantidad de sales que se obtuvo mediante resultados de laboratorio se clasifica que el agua es potable.

En el (Graf. 1). Se presenta el comportamiento de los caudales por cada mes del año del estudio; esto indica la variabilidad que existe en diferentes estaciones climáticas, tanto en verano como en invierno; para valorar las condiciones en las que se encuentra el pozo para la suministración del agua.

Grafico 1. Comportamiento de caudal en la Finca Sta. Rosa-San Francisco Libre.

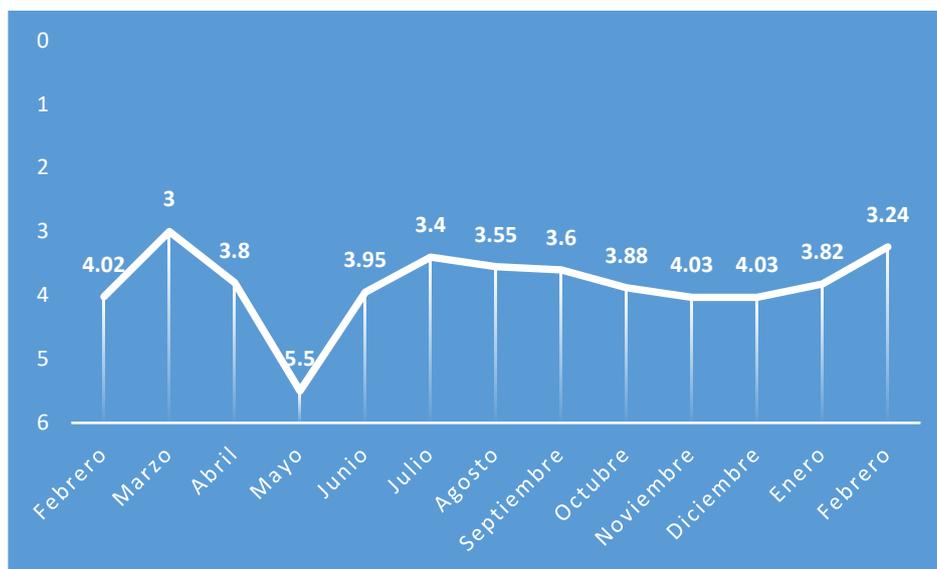


Fuente: (propia, 2016)

Mediante el (Graf. 1). Se aprecia que en el estudio realizado hubo variabilidad en los caudales del pozo de la finca FIIT de Santa Rosa. Al inicio del mes de febrero se nota un descenso del caudal a 1.38 Lts/seg; en los meses de marzo hasta junio se nota una pequeña variabilidad pero no es mucha rondando entre los 3.80-3.40 Lts/seg; para el mes de julio se logra observar un descenso a los 1.53 Lts/seg, ya que en este mes inicia lo que es la canícula y el nivel estático logra bajar considerablemente teniendo una variación en los caudales; en el mes de agosto aumenta el caudal a 3.20 y recuperándose en el mes de octubre hasta los 3.80 Lts/seg, donde las condiciones climatológicas favorecen a las recargas de los pozo por las lluvias; manteniéndose en un rango de los 3.41-3.28 Lts/seg en los meses de noviembre-febrero.

En el (Graf. 2). Se presentan los niveles estáticos de la finca FIIT de Santa Rosa Municipio de San Francisco Libre, donde se observó el comportamiento de los niveles estacionarios del pozo durante el año de estudio.

Grafico 2. Comportamiento del nivel Estático en metro columna de agua (M.C.A) Finca Sta. Rosa-San Francisco Libre.



Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 2). Se observa el comportamiento de los niveles estáticos, iniciando con un nivel de 4.02 metros de columna de agua (m.c.a) en el mes de febrero; después en el mes de marzo tiende a ascender a 3 m.c.a; esta variación se debe al periodo de verano donde las lluvias son escasas; entre los meses de abril y mayo se nota un considerado descenso del nivel estático que oscila en el rango de 3.8-5.5 m.c.a, el mes de mayo tiene la menor recarga del nivel estacionario en el año de estudio, esto debido al final del periodo seco; en los meses de junio-julio presenta un descenso de 3.95-3.4 m.c.a, después el nivel entre los meses de agosto hasta noviembre tiene un leve ascenso de los 3.55-4.03 m.c.a, en los meses de noviembre y diciembre se mantuvieron constante con un nivel de 4.03 m.c.a y del meses de diciembre-febrero logra descender de 403-3.24 m.c.a

4.2.2. Pozo 2

En la (Tabla. 7). Se presentan las coordenadas y los niveles estáticos para el año de estudio de la finca FIIT Las Delicias del Municipio de San Francisco Libre de los cuales se valorará su comportamiento.

Tabla 7. Nivel Estático de la Finca Las Delicias (2016-2017).

Productor: Álvaro Ñurinda	
Coordenadas (X,Y): 12.4257,-86.1774	
Ubicación: San Francisco Libre, Finca Las Delicias	
Mes	Nivel Estático (mts)
Febrero	2.27
Marzo	2.4
Abril	2.18
Mayo	1.8
Junio	1.5
Julio	1.35
Agosto	1.68
Septiembre	1.95
Octubre	1.95
Noviembre	1.96
Diciembre	1.96
Enero	2.56
Febrero	2.7

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 7). Los niveles estáticos del agua en la zona de San Francisco libre varían de una finca a otra de acuerdo a su posición geográfica que esté ubicada. En dicha tabla observamos que nuestro nivel más bajo fue en el mes de julio 2016 con 1.35 metros de la superficie hacia el nivel alcanzado y nuestro nivel mayor es de 2.56 metros el cual fue en el mes enero 2017, Finca las Delicias del Productor Álvaro Ñurinda.

En la (Tabla. 8). Se presentan los datos de aforo que se recolectaron en el transcurso de los meses del año de estudio para la finca FIIT Las Delicias del productor Álvaro Ñurinda; en la tabla se contemplan los tres tiempos que se tomaron en cada aforo, que se procesaron para sacar un promedio y este valor se utilizará para obtener el caudal en Litros/seg.

Tabla 8. Datos de aforos de la Finca Las Delicias (2016-2017).

Productor: Álvaro Ñurinda					
Ubicación: San Francisco Libre, Finca Las Delicias					
Volumen (Lts): 20					
Mes	Tiempo(seg)			Promedio(seg)	Q(lps)
	T1	T2	T3		
Febrero	17.13	17.3	12.91	15.78	1.27
Marzo	13.93	13.47	13.93	13.78	1.45
Abril	13.85	13.42	13.47	13.58	1.47
Mayo	12.41	12.87	12.52	12.6	1.59
Junio	12.38	12.37	12.36	12.37	1.62
Julio	13.2	13.25	13.27	13.24	1.51
Agosto	12	12.1	12.12	12.07	1.66
Septiembre	11.16	10.42	10.24	10.61	1.89
Octubre	12.8	12.89	12.9	12.86	1.55
Noviembre	14.42	12.14	12.47	13.01	1.54
Diciembre	14.42	12.14	12.47	13.01	1.54
Enero	13.26	11.69	12.47	12.47	1.6
Febrero	13.45	13.48	13.5	13.48	1.48

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 8). Se obtuvo datos de aforo; tomados de la fuente hídrica de la finca las delicias obteniendo en el mes de febrero 2016 el caudal(Q) más bajo fue de 1.27 litros por segundo y nuestro mayor caudal de 1.89 litros por segundo en el mes de septiembre 2016, cabe señalar que en el mes de febrero 2017 subimos en 0.21 litros por segundos en referencia del año anterior, vamos a destacar que los promedios no varían de forma sorprendente se mantienen en un rango de ascendencia no mayor de 0.62 litros por segundo.

Tabla 9. PH y conductividad eléctrica del pozo de la finca FIIT Las delicias.

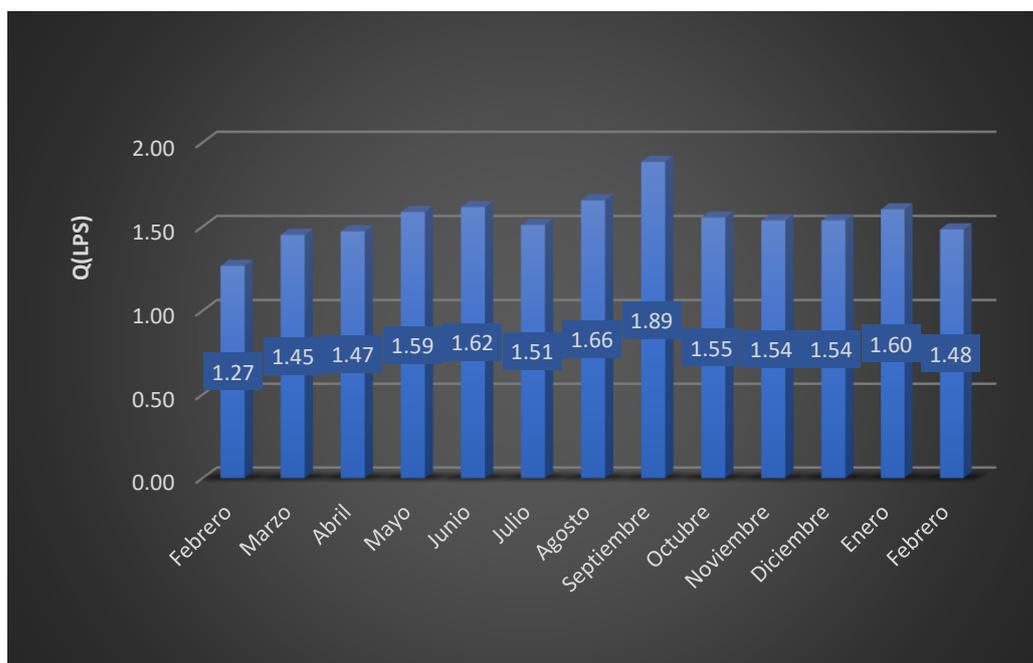
PRODUCTOR	PH	CE μS/cm
Álvaro Ñurinda	7.29	197.54667

Fuente: (propia, 2016)

Según la Tabla 9. Los resultados se compararon con las Tablas 1 y 2 obteniendo como resultado que el PH del pozo de Las Delicias se encuentra en el rango de muy ligeramente alcalino, en cuanto a la conductividad eléctrica teniendo en cuenta la cantidad de sales que se obtuvieron mediante resultados de laboratorio se clasifica que el agua es potable.

En el (Graf. 3). Se presentan los caudales de la finca FIIT Las Delicias en el Municipio de San Francisco Libre; perteneciente al productor Álvaro Ñurinda, para este procedimiento se tomaron aforo con un volumen conocido (20 Lts) al igual del tiempo de demora en llenarse este volumen, de los cuales se tomaron tres tiempos con el que se sacó un promedio para utilizar este valor y obtener el caudal en Lts/seg.

Grafico 3. Comportamiento de caudal en la finca Las Delicias- San Francisco Libre.



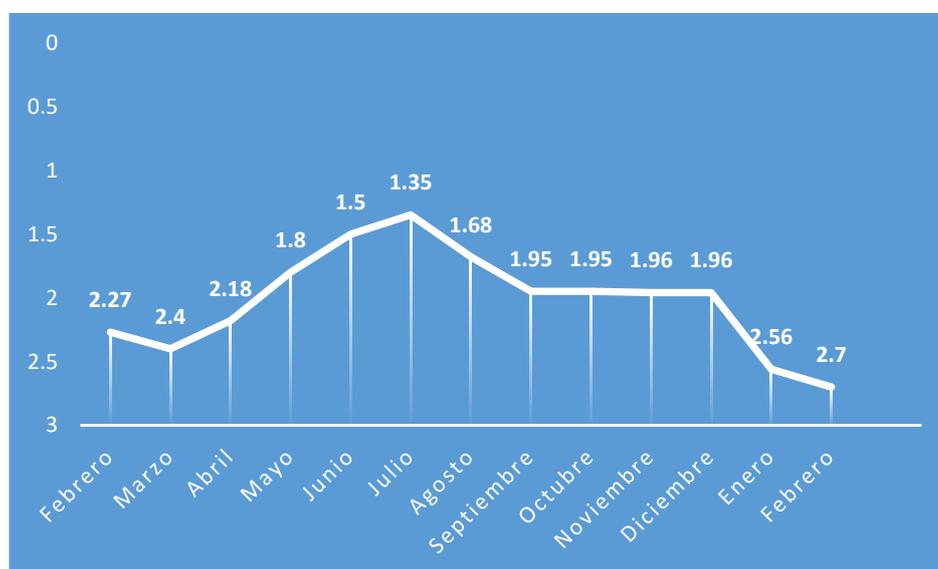
Fuente: (propia, 2016)

Mediante el (Graf. 3). Se presentan el comportamiento de los caudales en el transcurso del año de estudio que comprende del mes de febrero del 2016-febrero del 2017; en este pozo se estudió los caudales y no tuvieron mucha diferencia, ya que no descendía mucho el suministro de caudal por Lts/seg, a inicio del estudio se observa que el caudal es un poco bajo pero con el transcurso de los meses va aumentando hasta que baja un poco en el mes de julio con 1.51 Lts/seg, y vuelve a aumenta en los meses de agosto-septiembre de 1.66-1.89 Lts/seg, se observó que en los meses de noviembre y diciembre el caudal se

mantuvo en el rango de 1.54 Lts/seg hasta subir en enero con 1.60 y bajar finalmente en febrero del 2017 con 1.48 Lts/seg.

En el (Graf. 4). Se presentan los niveles estacionarios de la finca FIIT Las Delicias del Municipio de San Francisco Libre; perteneciente al productor Álvaro Ñurinda, se obtuvo con la recolección de datos en el sitio durante el año de estudio.

Grafico 4. Comportamiento del nivel Estático en metro de columna de agua (M.C.A) de la finca Las Delicias -San Francisco Libre.



Fuente: (propia, 2016)

Mediante el (Graf. 4). Se presentan el comportamiento de los niveles estacionarios, en el sitio Las Delicias hubo una gran variabilidad de los descenso de nivel de agua en los meses de verano y una parte de invierno; en febrero se inició con un nivel de 2.27 (m.c.a), aumento un poco en el mes de marzo con 2.4 (m.c.a), desde el mes de marzo al mes de julio se observa que desciende muy severamente de los 2.4-1.35 (m.c.a); cave recalcar que San Francisco Libre abarca parte del corredor del trópico seco del país y en este tiempo considerando el fenómeno del niño las lluvias fueron muy pocas esto permitió que el nivel estático del agua bajara a niveles críticos, en los meses de julio a

septiembre experimento un aumento del nivel de 1.35-1.95 (m.c.a), para los meses de septiembre a octubre se mantuvo el nivel con 1.95 (m.c.a), al igual que los meses de noviembre y diciembre con 1.96 (m.c.a). Finalmente aumenta el nivel de diciembre hasta febrero del 2017 en el rango de 1.96-2.7 (m.c.a)

4.2.3. Pozo 3

En la (Tabla. 10). Se presentan las coordenadas y los niveles estáticos de la finca FIIT San Antonio del Municipio de San Francisco Libre; que pertenece a la productora Urania Rodríguez, la recolección de datos inicia en el mes de febrero del 2016 y termina en febrero del 2017.

Tabla 10. Nivel Estático de la Finca San Antonio (2016-2017).

Productor: Urania Rodríguez	
Coordenadas (X,Y): 12.38,-86.1334	
Ubicación: San Francisco Libre, Finca San Antonio	
Mes	Nivel Estático (mts)
Febrero	4.1
Marzo	4.7
Abril	3.93
Mayo	3.5
Junio	3.65
Julio	3.7
Agosto	3.62
Septiembre	3.5
Octubre	3.85
Noviembre	4
Diciembre	4
Enero	3.55
Febrero	3.24

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 10). Se presentan las recolecciones de datos de los niveles estáticos, donde el mayor nivel estacionario lo obtuvimos en el mes de marzo 2016 con 4.7 metros columna de agua (m.c.a) y el menor fue en febrero del 2017 con 3.24 (m.c.a), en el resto de los meses hubo una gran variabilidad de los descenso de los nivel en el mes de marzo hasta septiembre se observó un descenso de 1.2 (m.c.a), que está en el rango de nivel de los 4.7-3.5 (m.c.a), en el mes de octubre asciende a 3.85 (m.c.a), se mantiene constante en los meses

de noviembre a diciembre con 4 (m.c.a), logra descender en los meses de enero a febrero en el rango de 3.55-3.24 (m.c.a), como resultado la diferencia de 0.31 (m.c.a).

En la (Tabla. 11). Se presentan los datos recolectados en el transcurso del estudio, donde se observan los tiempos en segundo en cada repetición de aforo que se tomó, una vez esto los tres tiempos se promedia teniendo un valor único el cual se utilizara para obtener el caudal en Lts/seg.

Tabla 11. Datos de aforos de la Finca San Antonio (2016-2017).

Productora: Urania Rodríguez

Ubicación: San Francisco Libre, Finca San Antonio

Volumen (Lts): 20

Mes	Tiempo(seg)			Promedio(seg)	Q(lps)
	T1	T2	T3		
Febrero	15.75	14.69	15.35	15.26	1.31
Marzo	15.5	15.52	15.54	15.52	1.29
Abril	15.6	15.67	15.65	15.64	1.28
Mayo	16.2	16.28	16.24	16.24	1.23
Junio	16.15	16.19	16.19	16.18	1.24
Julio	16.41	16.37	16.11	16.3	1.23
Agosto	17.02	17.08	17.06	17.05	1.17
Septiembre	17.19	17.25	17.1	17.18	1.16
Octubre	17.3	17.37	17.38	17.35	1.15
Noviembre	19.2	19.82	17.42	18.81	1.06
Diciembre	19.2	19.82	17.42	18.81	1.06
Enero	15.02	15.06	15.08	15.05	1.33
Febrero	14.91	14.74	13.87	14.51	1.38

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 11). Se presentan los datos de aforos para los caudales en el periodo 2016 -2017, observando el mayor caudal con 1.38 litros por segundo en el mes de febrero 2017, el menor fue de 1.06 litros por segundo en los meses de noviembre y diciembre del 2016 en la finca san Antonio en el municipio de san francisco libre de la productora Urania Rodríguez, cave recalcar que los aforos de este sitio no variaron mucho siempre se establecía un rango de los 1.40- 1 lts/seg.

Tabla 12. PH y conductividad eléctrica del pozo de la finca FIIT San Antonio.

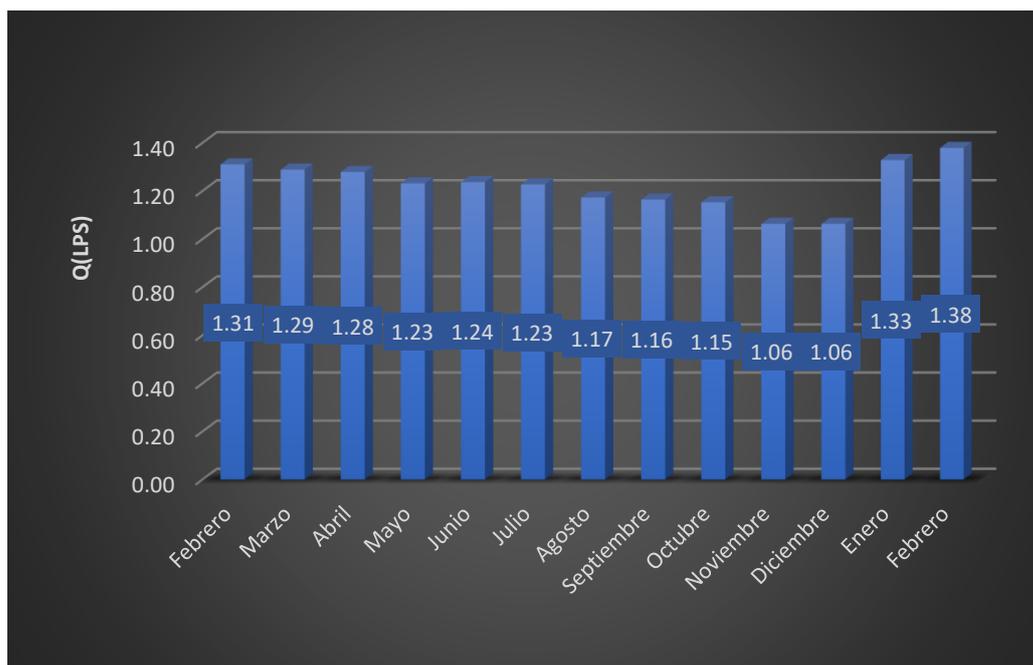
PRODUCTOR	PH	CE μS/cm
Urania Rodríguez	7.72	1280.9667

Fuente: (propia, 2016)

Según la Tabla 12. Los resultados se compararon con las Tablas 1 y 2 obteniendo como resultado que el PH del pozo de San Antonio se encuentra en el rango de ligeramente alcalino, en cuanto a la conductividad eléctrica teniendo en cuenta la cantidad de sales que se obtuvieron mediante resultados de laboratorio se clasifica que el agua es potable.

En el (Graf. 5). Se presentan el comportamiento de los caudales para cada meses del año en estudio; observando la variabilidad de su ascenso y su descenso en cuanto a los Lts/seg suministrados por el pozo, esto partiendo de los aforo tomados con un determinado volumen en nuestro caso 20 Lts.

Grafico 5. Comportamiento de caudal en la finca San Antonio- San Francisco Libre.

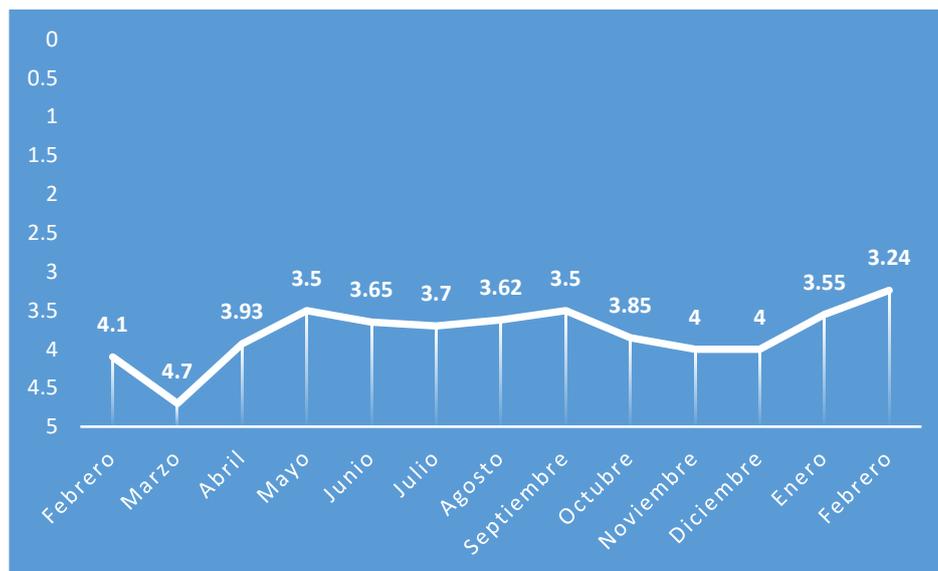


Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 5). Se observa el comportamiento de los caudales en Litros/seg, en los meses de febrero a diciembre se puede observar de escala descendente el caudal que suministra el pozo, esto debido a que el pozo no se recargara por las afectaciones climáticas de bajas precipitaciones; en los meses de noviembre y diciembre se mantuvo el caudal con 1.06 Lts/seg, experimentado un ascenso en los meses de enero a febrero del 2017 en el rango de 1.33-1.38 Lts/seg.

En el (Graf. 6). Se presentan los comportamientos de los niveles estacionarios de la finca FIIT San Antonio del Municipio de San Francisco Libre, donde se observó que en el año que comprende del 2016-2017 tiende a tener una variación en ascenso y descenso de los mismos.

Grafico 6. Comportamiento del nivel Estático en metro de columna de agua (M.C.A) de la finca San Antonio- San Francisco Libre.



Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 6). Logramos observar que al inicio del estudio se cuenta con un nivel bajo en el mes de febrero con 4.1 (m.c.a), este a su vez logra experimentar un ascenso en el mes de marzo con 4.7 (m.c.a), después en el mes de marzo al mes de mayo experimento un descenso considerado de los 1.2 (m.c.a), para el rango de 4.7-3.5 (m.c.a) ;en los meses de mayo a julio tiende a ascender un poco de los 3.5 a los 3.7 (m.c.a), vuelve a descender de los 3.7-3.5 (m.c.a); en este lapso se considera un punto de equilibrio entre los meses de mayo-septiembre, en los meses de septiembre a diciembre obtiene un ascenso de los 3.5-4 (m.c.a), haciendo mención que en los meses de noviembre y diciembre el nivel estacionario se mantuvo constante con 4 (m.c.a), para finalizar en el mes de diciembre a febrero del año 2017 desciende de los 4-3.24 (m.c.a) producto de la entrada del verano.

4.2.4. Pozo 4

En la (Tabla. 13). Se presentan las coordenadas y los niveles estacionarios del pozo perteneciente a la productora Magaly padilla, ubicado en finca FIIT El Madroño en el Municipio de San Francisco Libre.

Tabla 13. Nivel Estático de la Finca El Madroño, (2016-2017).

Productor: Magaly Padilla	
Coordenadas (X,Y): 12.4476,-86.2135	
Ubicación: San Francisco Libre, Finca El Madroño	
Mes	Nivel Estático (mts)
Febrero	1.9
Marzo	1.7
Abril	1.45
Mayo	1.7
Junio	1.63
Julio	1.48
Agosto	1.43
Septiembre	1.4
Octubre	1.92
Noviembre	2.12
Diciembre	2.12
Enero	2
Febrero	1.68

Fuente: (propia, 2016)

En (Tabla. 13). Se presentan los niveles estáticos durante el año en estudio; observando que el nivel más alto y que permaneció constante es de los mese noviembre-diciembre con 2.12 (m.c.a), se puede observar que al inicio del estudio en el mes de febrero el nivel inicial tomado fue de 1.9 (m.c.a), una vez partiendo de esto se notó que el nivel descendió de marzo-septiembre del rango en los 1.7-1.4 (m.c.a), teniendo una diferencia de 0.3 (m.c.a), para finalizar en los meses de enero-febrero en los rango de los 2-1.68 (m.c.a), se muestra una diferencia de descenso de los 0.32 (m.c.a).

En la (Tabla. 14). Se presentan los aforos tomados en el ciclo de estudio del pozo de la productora Magaly Padilla, ubicado en la finca FIIT El Madroño del Municipio de San Francisco Libre, la forma que se tomaron los aforos fue teniendo un volumen conocido (20Lts), tomando consecutivamente para obtener tres tiempos y promediarlos este valor resultado del promedio, se ocupó para tener el dato de caudal expresado en Lts/seg.

Tabla 14. Datos de aforos de la Finca El Madroño (2016-2017).

Productor: Magaly Padilla					
Ubicación: San Francisco Libre, Finca El Madroño					
Volumen (Lts): 20					
Mes	Tiempo(seg)			Promedio(seg)	Q(lps)
	T1	T2	T3		
Febrero	29.1	28.52	28.69	28.77	0.7
Marzo	28.5	28.55	28.59	28.55	0.7
Abril	29.4	28.5	28.57	28.82	0.69
Mayo	29.47	28	28.86	28.78	0.7
Junio	28.56	28.52	28.58	28.55	0.7
Julio	29.1	29.15	29.19	29.15	0.69
Agosto	28.9	28.96	28.93	28.93	0.69
Septiembre	28.85	25.16	24.31	26.11	0.77
Octubre	29.3	29.39	29.4	29.36	0.68
Noviembre	27.54	28.4	28.65	28.2	0.71
Diciembre	27.54	28.4	28.65	28.2	0.71
Enero	28.78	28.76	28.75	28.76	0.7
Febrero	29	28	27	28	0.71

Fuente: (propia, 2016)

En (Tabla. 14). Se presentan todos los datos de aforo tomados en la finca el Madroño Municipio de San Francisco Libre Managua, por medios los cuales se obtuvo los promedios de caudales, siendo el mayor el mes de septiembre del 2016 con 0.77 litros por segundo, el menor en el mes de octubre 2016 con 0.68 litros por segundo, haciendo un énfasis que la variabilidad de estos resultados fue mínima con la diferencia de 0.09 litros por segundo.

Tabla 15. PH y conductividad eléctrica del pozo de la finca FIIT El Madroño.

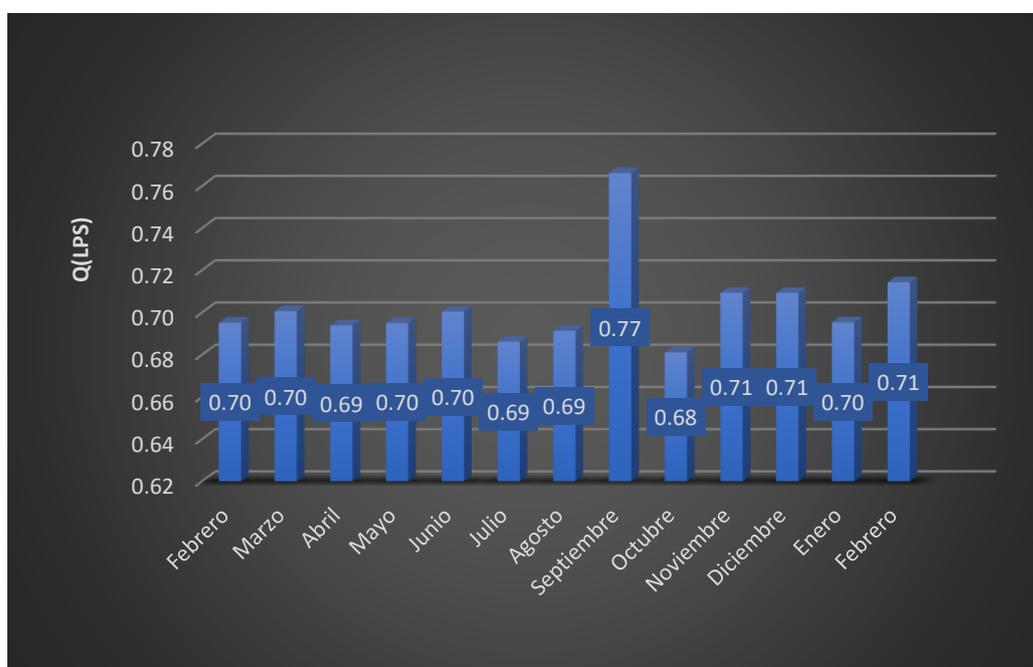
PRODUCTOR	PH	CE μS/cm
Magaly Padilla	7.2	380.43167

Fuente: (propia, 2016)

Según la Tabla 15. Los resultados se compararon con las Tablas 1 y 2 obteniendo como resultado que el PH del pozo de El Madroño se encuentra en el rango neutro, en cuanto a la conductividad eléctrica teniendo en cuenta la cantidad de sales que se obtuvieron mediante resultados de laboratorio se clasifica que el agua es potable.

En el (Graf. 7). Se presentan el comportamiento de los caudales, en el pozo de la finca FIIT El Madroño perteneciente a la productora Magaly Padilla, en el Municipio de San Francisco Libre; estos resultados mediante la gráfica se obtuvo por la recolección de datos en los meses del año de estudio en el pozo, utilizando un volumen conocido de 20 Lts para la realización de los aforos, realizando tres toma al igual de tres tiempos de los cuales se promediaron con el resultado un valor único que se ocupó para obtener el caudal por mes.

Grafico 7. Comportamiento de caudal en la Finca El Madroño-San Francisco Libre.

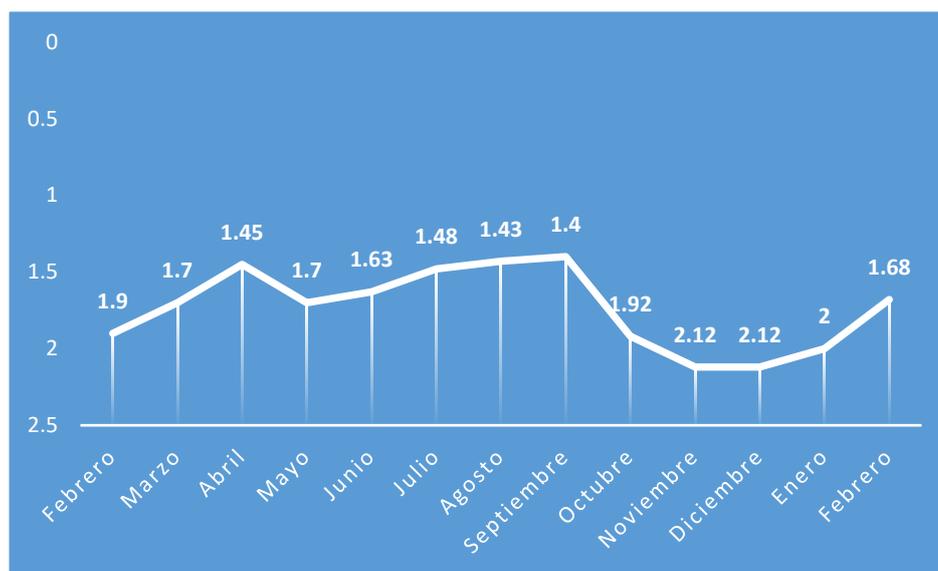


Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 7). Se observa que los caudales en el año de estudio no tuvieron gran variabilidad en algunos de los meses fueron iguales los resultados haciendo énfasis que en el mes de septiembre hubo un poco de variabilidad en el resultado con un caudal de 0.77Lts/seg y en octubre con un caudal menor de 0.68 Lts/seg, haciendo un cálculo de la suma de todos los caudales y dividiéndolos entre el número de meses por el año de estudio realizado da como resultado un caudal promedio que es de .070Lts/seg.

En el (Graf. 8). Se presenta los niveles estacionarios del pozo ubicado en la finca FIIT El Madroño Municipio de San Francisco Libre perteneciente a la productora Magaly Padilla, los resultados del Grafico fueron procesados mediante la recolección de datos que se obtuvieron en los distintos meses del año en estudio, observando que su comportamiento tiene una gran variabilidad.

Grafico 8. Comportamiento del nivel Estático en metro de columna de agua (M.C.A) Finca El Madroño-San Francisco Libre.



Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 8). Se presenta el comportamiento del nivel estacionario del pozo de la finca El Madroño, observando en los meses de febrero-abril un descenso del rango de los 1.9-1.45 (m.c.a), teniendo una diferencia de los 0.45 (m.c.a), después asciende de los 1.45-1.7 (m.c.a), haciendo mención que el nivel de marzo y mayo fueron los mismos de 1.7(m.c.a); se puede decir que en este lapso de tiempo fue un punto de equilibrio que se observó en el mes de abril bajo un poco pero logró recuperar al nivel que tenía en el mes de marzo, a partir del mes de mayo-septiembre se ve un descenso del rango de los 1.7-1.4 (m.c.a), bajando un considerado nivel de 0.3 (m.c.a), para los meses de septiembre-noviembre experimenta un ascenso de nivel estacionario de 0.72 (m.c.a), del rango de 1.4-2.12 (m.c.a), en los meses de noviembre a diciembre el nivel

estático se mantuvo con 2.12 (m.c.a), finalmente desciende la diferencia de 0.44 (m.c.a) comprendido de los meses de diciembre a febrero.

4.2.5. Pozo 5

En la (Tabla. 16). Se presentan las coordenadas, el sitio y la ubicación del pozo de la finca FIIT Luz de Cristo perteneciente al productor Alejandro Salmerón, haciendo mención que es parte de la zona donde se producía caña de azúcar del ingenio Victoria de Julio, donde se cuenta con antecedentes de perforaciones y estudios hechos en los pozos.

Tabla 16. Nivel Estático de la Finca Luz De Cristo (2016-2017).

Productor: Alejandro Salmerón	
Coordenadas (X,Y): 12.2579,-85.9936	
Ubicación: Tipitapa, Finca Luz de cristo	
Mes	Nivel Estático (mts)
Febrero	3.1
Marzo	2.26
Abril	4.4
Mayo	3.6
Junio	1.5
Julio	1.5
Agosto	1.4
Septiembre	1.4
Octubre	1.3
Noviembre	1.3
Diciembre	1.27
Enero	1.27
Febrero	2

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 16). Se presentan la variación de niveles, al inicio del estudio se aprecia un nivel estacionario bajo de 3.1 (m.c.a), de los meses que comprenden de febrero-abril se logra recuperar a un nivel de 4.4 (m.c.a), a partir de abril del 2016 hasta enero del 2017, desciende los niveles pero no de forma consecutiva si no que por cada dos meses, logra mantener el mismo nivel bajando hasta el tercer mes, para los meses que mantiene el mismo nivel están: junio-julio con 1.5 (m.c.a) ,agosto-septiembre con 1.4 (m.c.a), octubre-noviembre con 1.3 (m.c.a), diciembre-enero con 1.27 (m.c.a), para finalizar el nivel aumento del mes

de enero a febrero en el rango de los 1.27-2 (m.c.a) una diferencia de los 0.28 (m.c.a) en ascenso.

En la (Tabla. 17). Se presentan los datos de aforo de la finca FIIT Luz de Cristo del Municipio de San Francisco Libre perteneciente al productor Alejandro Salmerón, la tabla a continuación se obtuvo mediante la recolección de datos en campo donde se realizaron aforos, se tomaron partiendo de un volumen conocido de (20Lts), haciéndolos de forma consecutiva en tres repeticiones, donde se obtuvieron tres tiempos que se promediaron resultando un valor único que se utilizó para obtener el caudal en Lts/seg para los meses del año de estudio.

Tabla 17. Datos de aforos de la Finca Luz De Cristo (2016-2017).

Productor: Alejandro Salmerón

Ubicación: Tipitapa, Finca Luz de cristo

Volumen (Lts): 20

Mes	Tiempo(seg)			Promedio(seg)	Q(lps)
	T1	T2	T3		
Febrero	11.89	11.72	11.25	11.62	1.72
Marzo	10.84	11.37	11.91	11.37	1.76
Abril	11.66	11.99	11.12	11.59	1.73
Mayo	12.57	12.08	11.85	12.17	1.64
Junio	12.45	11.95	11.82	12.07	1.66
Julio	11.12	10.84	10.63	10.86	1.84
Agosto	11.45	11.35	11.4	11.4	1.75
Septiembre	10.88	10.58	10.15	10.54	1.9
Octubre	10.86	10.27	10.49	10.54	1.9
Noviembre	11.3	11.86	11.81	11.66	1.72
Diciembre	11.42	11.39	11.45	11.42	1.75
Enero	12.85	12.32	12.4	12.52	1.6
Febrero	11.49	11.85	10.94	11.43	1.75

Fuente: (propia, 2016)

En (Tabla. 17). Se observa la variabilidad en las tomas de datos de aforo efectuado en un año, de la finca Luz de Cristo dando como resultado en el mes de enero 2017 el caudal (Q) más bajo de 1.60 litros por segundo, y nuestro mayor caudal de 1.90 litros por segundo, en los meses de septiembre y octubre 2016.

Tabla 18. PH y conductividad eléctrica del pozo de la finca FIIT Luz de Cristo.

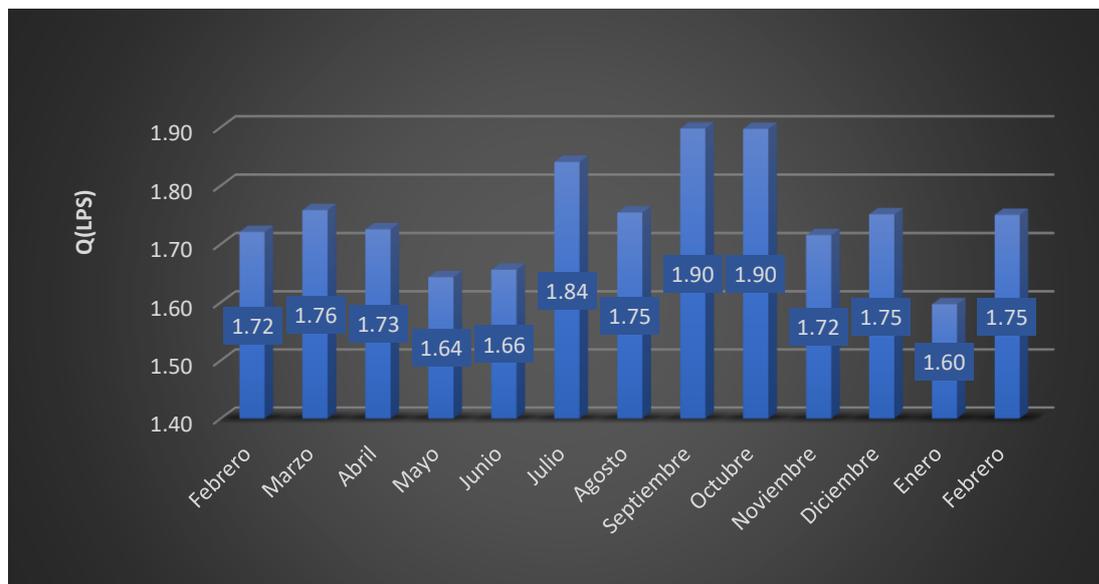
PRODUCTOR	PH	CE μS/cm
Alejandro Salmerón	7.82	6.0344333

Fuente: (propia, 2016)

Según la Tabla 18. Los resultados se compararon con las Tablas 1 y 2 obteniendo como resultado que el PH del pozo de Luz de Cristo se encuentra en el rango de ligeramente alcalino, en cuanto a la conductividad eléctrica teniendo en cuenta la cantidad de sales que se obtuvieron mediante resultados de laboratorio se clasifica que el agua tiene comparación con el agua de lluvia.

En el (Graf. 9). Se presentan los caudales para cada mes del año en estudio; en el pozo de la finca FIIT Luz de Cristo del productor Alejandro Salmerón, la Grafica fue el resultado de la recolección de datos de campo donde se realizaron aforos para determinar el caudal en Lts/seg.

Grafico 9. Comportamiento de caudal en la finca Luz De Cristo-Tipitapa.



Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 9). Se observa la variabilidad de los caudales en todo el año de estudio; su comportamiento es considerado irregular ya que tiende a descender y ascender constantemente, excepto en los meses de septiembre-octubre donde se mantuvieron los caudales en 1.90 Lts/seg, al igual que en los meses de diciembre y febrero con 1.75Lts/seg, en los meses de febrero hasta mayo el pozo se puede observar un descenso en el rango de los 1.72-1.64 Lts/seg, con una diferencia de 0.06 Lts/seg, luego se observa un ascenso de 0.2 Lts/seg, en el transcurso de los meses de mayo a julio en el rango de los 1.64-1.84 Lts/seg, para finalizar en los meses de diciembre a febrero del año 2017 se contempla en el grafico un punto de equilibrio ya que en el mes de enero desciende 0.15 Lts/seg, pero se vuelve estabilizar en el mes de febrero con 1.75 Lts/seg.

En el (Graf. 10). Se presentan los niveles estacionarios del pozo de la finca FIIT Luz de Cristo, perteneciente al productor Alejandro Salmerón, donde se obtuvieron mediante la recolección de datos en cada uno de los meses en el año de estudio; mediante el grafico se observa la irregularidad de los niveles estáticos, ya que los fenómenos climáticos como las bajas precipitaciones en la zona afectaron en los resultados de la toma de los niveles estacionarios.

Grafico 10. Comportamiento del nivel Estático en metro de columna de agua (M.C.A) de la finca Luz De Cristo-Tipitapa



Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 10). Se expone el comportamiento de los niveles estáticos del pozo de la finca Luz de Cristo; en los meses de inicio del estudio se observó un descenso de los 0.85 (m.c.a), en el rango de 3.1-2.25 (m.c.a), que comprende los meses de febrero-marzo, luego se presenta un considerado ascenso de los 2.15 (m.c.a), para los meses de marzo a abril sufre un descenso severo de los 2.9 (m.c.a); en el lapso del mes de abril a junio en este punto se notó que para el resto del año se mantiene los niveles en forma descendentes pero por cada dos meses, para los meses que se logran mantener el nivel son: junio-julio con 1.5 (m.c.a), agosto-septiembre con 1.4 (m.c.a), octubre-noviembre con 1.3 (m.c.a),

diciembre-enero con 1.27 (m.c.a), en finalización del mes de enero-febrero del 2017 asciende del rango de los 1.27-2 una diferencia de los 0.73 (m.c.a).

4.2.6. Pozo 6.

En la (Tabla. 19). Se presentan las coordenadas y niveles estacionarios de la finca FIIT Los Laureles del Municipio de Tipitapa Departamento de Managua; perteneciente al productor Porfirio Sarabia, cabe mencionar que este sitio tiene la cercanía del lago Xolotlán; el pozo en el transcurso del estudio presentó muy buenas recargas en los niveles en comparación con los demás pozos estudiados.

Tabla 19. Nivel Estático de la Finca Los Laureles (2016-2017).

Productor: Porfirio Sarabia	
Coordenadas (X,Y): 12.2736,-86.015	
Ubicación: Tipitapa, Finca Los Laureles	
Mes	Nivel Estático (mts)
Febrero	8.6
Marzo	8.5
Abril	8.16
Mayo	8.16
Junio	7.4
Julio	6.2
Agosto	7.4
Septiembre	7.4
Octubre	7.4
Noviembre	6.2
Diciembre	6.2
Enero	8.5
Febrero	8.8

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 19). Presentamos los niveles estáticos obtenidos en nuestro pozo en estudio, se puede observar que el nivel menor fue en los meses de julio 6.2 (m.c.a), teniendo repetición constante en los meses de noviembre y diciembre, el mayor nivel estacionario y considerado muy bueno fue en los meses de abril a mayo donde se mantuvo constante con 8.16 (m.c.a)

En la (Tabla. 20). Se presentan los aforos tomados del pozo de la finca FIIT Los Laureles perteneciente al productor Porfirio Sarabia; se generó mediante las recolecciones de datos durante el estudio realizado, se partió tomando un volumen conocido de (20Lts) y las repeticiones de aforos, se obtuvieron tres tiempos donde se promediaron para tener un valor único y considéralo en el caudal expresado en Lts/seg.

Tabla 20. Datos de aforos de la Finca Los Laureles (2016-2017).

Productor: Porfirio Sarabia

Ubicación: San Francisco Libre, Finca Los Laureles

Volumen (Lts): 20

Mes	Tiempo(seg)			Promedio(seg)	Q(lps)
	T1	T2	T3		
Febrero	14.46	13.79	13.96	14.07	1.42
Marzo	15.29	12.2	14.19	13.89	1.44
Abril	14.32	13.86	13.99	14.06	1.42
Mayo	14	15.58	14.81	14.8	1.35
Junio	15.15	14.78	14.94	14.96	1.34
Julio	14.48	13.8	13.75	14.01	1.43
Agosto	14.65	14.72	14.83	14.73	1.36
Septiembre	13.35	13.46	13.3	13.37	1.5
Octubre	13.25	13.42	13.35	13.34	1.5
Noviembre	8.47	12.54	15.48	12.16	1.64
Diciembre	8.47	12.54	15.48	12.16	1.64
Enero	16.53	16.36	14.38	15.76	1.27
Febrero	18.34	17.98	17.4	17.91	1.12

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 20). Se presentan los resultados de los aforos hechos en el pozo de la finca Los Laureles, apreciando que es mínima la variabilidad de los caudales teniendo el mayor caudal en los meses de noviembre y diciembre con 1.64 Lts/seg, si se hace la suma de todos los caudales dividiéndolo por el número de meses del estudio nos dará como resultado un caudal promedio de 1.41 Lts/seg.

Tabla 21. PH y conductividad eléctrica del pozo de la finca FIIT Los Laureles.

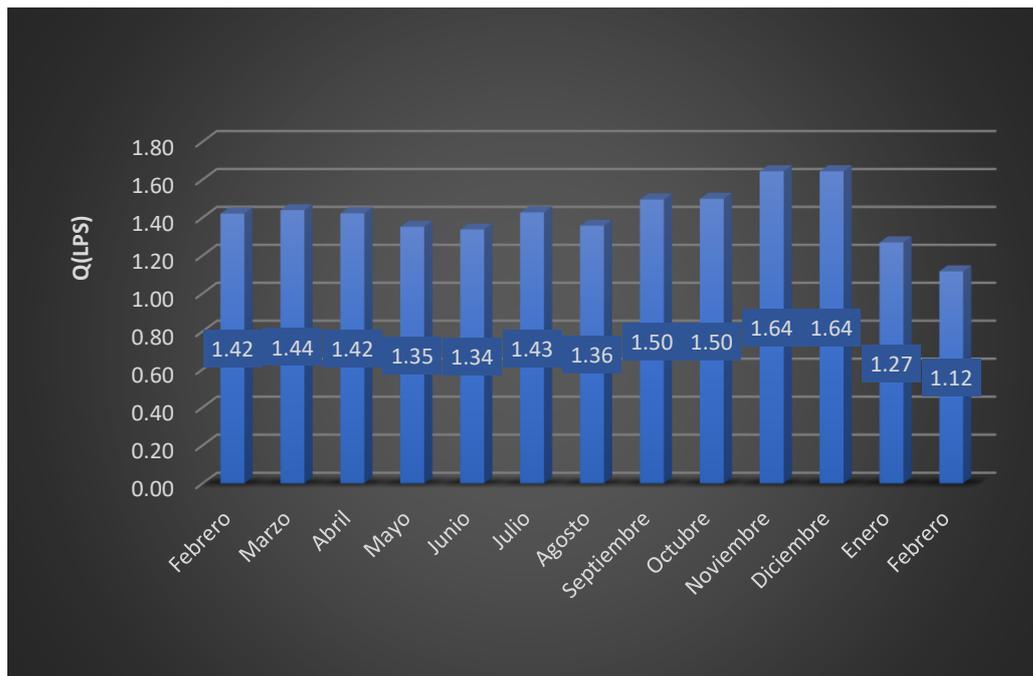
PRODUCTOR	PH	CE μS/cm
Porfirio Sarabia	7.62	280.115

Fuente: (propia, 2016)

Según la Tabla 21. Los resultados se compararon con las Tablas 1 y 2 obteniendo como resultado que el PH del pozo de Los Laureles se encuentra en el rango de ligeramente alcalino, en cuanto a la conductividad eléctrica teniendo en cuenta la cantidad de sales que se obtuvieron mediante resultados de laboratorio se clasifica que el agua es potable.

En el (Graf. 11). Se presentan el comportamiento de los caudales para el pozo de la finca FIIT Los Laureles para cada mes en el transcurso del estudio, estos resultado fueron procesados y analizados mediante la recolección de dato en el sitio, realizando aforos repetitivos y toma de tiempo en segundo para ocuparlos en la obtención del caudal expresado en Lts/seg.

Grafico 11. Comportamiento de caudal en la finca Los Laureles-Tipitapa.



Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 11). Se aprecia el resultado de los caudales en correlación con los datos de los aforos tomados, se observa que los caudales no tuvieron mucha variación siempre se mantenían en el rango de los 1.64-1.42 Lts/seg, en excepción de los meses de diciembre-febrero del 2017, teniendo un leve descenso del rango de los 1.64-1.12 Lts/seg teniendo una diferencia de los 0.52 Lts/seg.

En el (Graf. 12). Se muestra el comportamiento de los niveles estacionarios en la finca FIIT Los Laureles ubicada en el Municipio de Tipitapa; este análisis fue procesado mediante los datos recolectados en campo, este pozo en la posición en la que esta es favorable ya que cuenta con la cercanía del lago Xolotlán, lo que se notó que la recuperación de este es muy rápida una vez que ha terminado el periodo de bombeo.

Grafico 12. Comportamiento del nivel Estático en metro de columna de agua (M.C.A) de la finca Los Laureles-Tipitapa



Fuente: (propia, 2016)

En la (Graf. 12). Se observa el análisis de los niveles estáticos, tiene muy buenos niveles estacionarios debido que el sitio se encuentra a pocos kilómetros del lago Xolotlán; en los primeros meses comprendidos de febrero-abril se aprecia un leve descenso del rango de los 8.6-8.16 (m.c.a), dando una diferencia de 0.44 (m.c.a), para los meses de abril-mayo el nivel se mantuvo constante con 8.16 (m.c.a) ,después experimenta un descenso entre los meses de mayo-julio en el rango de los 8.16-6.2 (m.c.a), dando como diferencia 1.96 (m.c.a), cabe mencionar que en los meses de junio-agosto existe un punto de equilibrio donde el nivel estático descendió hasta el mes de julio y volvió a recuperar al mismo

nivel en junio con 7.4 (m.c.a) , en los meses de agosto hasta el mes de octubre el nivel se mantuvo constante con 7.4 (m.c.a), con la diferencia que en el mes de noviembre desciende a los 6.2 (m.c.a), manteniéndose hasta el mes de diciembre; para finalizar en los meses de diciembre hasta en febrero del 2017 experimenta un ascenso del rango de los 6.2-8.8 (m.c.a), dando una diferencia notable de los 2.6 (m.c.a).

4.2.7. Pozo 7.

En la (Tabla. 22). Se presentan las coordenadas y niveles estacionarios de la finca FIIT San Benito Agrícola ubicada en el Municipio de Tipitapa perteneciente a la productora Eugenia Pineda, cabe mencionar que este pozo está a 3km del lago Xolotlán, se pudo observar al inicio del estudio un bajo nivel pero a medida que los mese transcurrieron fue aumentando.

Tabla 22. Nivel Estático de la Finca San Benito Agrícola (2016-2017).

Productor: Eugenia Pineda	
Coordenadas (X,Y): 12.3122,-86.0766	
Ubicación: Tipitapa, Finca San Benito Agrícola	
Mes	Nivel Estático (mts)
Febrero	2.74
Marzo	2.26
Abril	5.29
Mayo	6.8
Junio	6.9
Julio	7
Agosto	6.3
Septiembre	5.4
Octubre	5.65
Noviembre	5.9
Diciembre	5.29
Enero	4.93
Febrero	5.68

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 22). Se observan los niveles estáticos en la Finca de San Benito Agrícola, dando como resultado una gran variabilidad en los datos obtenidos donde el nivel más bajo fue en los meses de febrero y marzo 2016 con 2.74 (m.c.a), y el nivel estacionario más alto fue en el mes de julio con 7 (m.c.a).

En la (Tabla. 23). Se presentan los caudales de la finca FIIT San Benito Agrícola perteneciente a la productora Eugenia Pineda ubicada en el Municipio de Tipitapa Departamento de Managua; esta tabla fue el resultado de la recolección de datos que se obtuvieron mediante la toma de aforo en el sitio para proporcionar los caudales en cada mes del año de estudio en Lts/seg.

Tabla 23. Datos de aforos de la Finca San Benito Agrícola (2016-2017).

Productor: Eugenia Pineda

Ubicación: San Francisco Libre, Finca San Benito Agrícola

Volumen (Lts): 20

Mes	Tiempo(seg)			Promedio(seg)	Q(lps)
	T1	T2	T3		
Febrero	12	10.51	10.5	11	1.82
Marzo	10.84	11.37	11.91	11.37	1.76
Abril	9.78	9.45	8.31	9.18	2.18
Mayo	7.4	9.98	9.67	9.02	2.22
Junio	9.45	9.5	9.48	9.48	2.11
Julio	6.9	6.3	8.3	7.17	2.79
Agosto	9.6	9.68	9.62	9.63	2.08
Septiembre	9.35	9.38	9.38	9.37	2.13
Octubre	9.4	9.42	9.4	9.41	2.13
Noviembre	9.6	9.67	9.65	9.64	2.07
Diciembre	9.25	9.21	9.22	9.23	2.17
Enero	9.5	9.53	9.55	9.53	2.1
Febrero	9.58	9.56	9.57	9.57	2.09

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 23). Se aprecia las tomas de los datos de aforo en el pozo de la finca San Benito Agrícola; observando que la variabilidad de dichos datos es mínima, la realización de los aforos se hicieron partiendo de un volumen conocido de (20Lts) haciendo tres repeticiones que por ende nos generó tres tiempos y se

promediaron, con ese valor se ocupó para obtener el caudal en Lts/seg por cada mes, si sumamos todos los caudales y lo dividimos entre el número de meses del año de estudio se obtiene un caudal promedio de 2.12 (m.c.a).

Tabla 24. PH y conductividad eléctrica del pozo de la finca FIIT San Benito Agrícola.

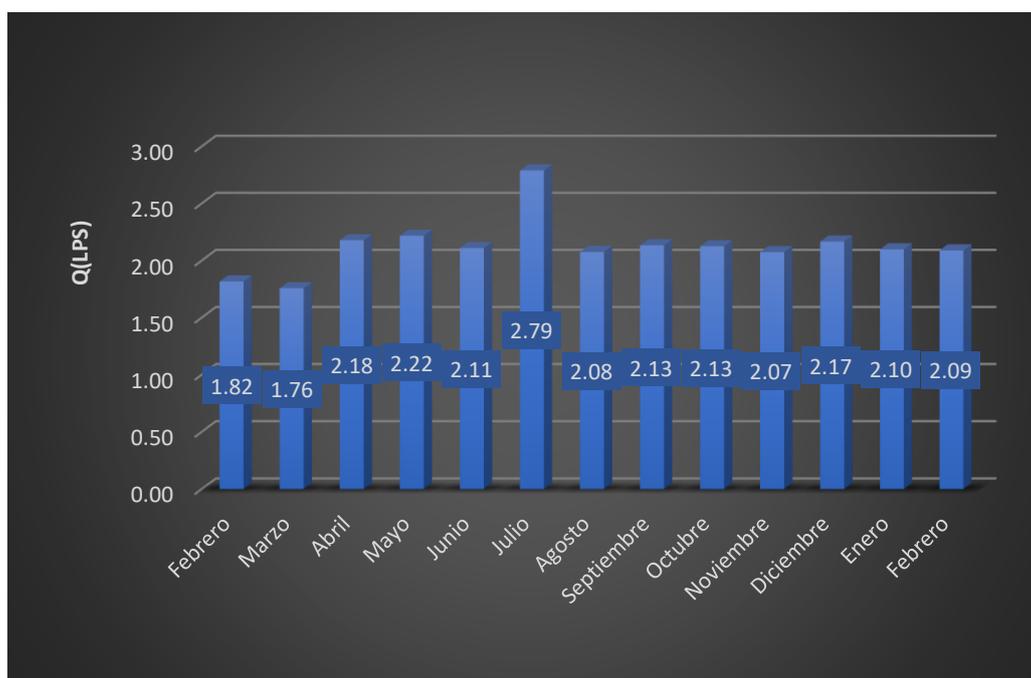
PRODUCTOR	PH	CE μS/cm
Eugenia Pineda	7.57	522.41833

Fuente: (propia, 2016)

Según la Tabla 24. Los resultados se compararon con las Tablas 1 y 2 obteniendo como resultado que el PH del pozo de San Benito Agrícola se encuentra en el rango de ligeramente alcalino, en cuanto a la conductividad eléctrica teniendo en cuenta la cantidad de sales que se obtuvieron mediante resultados de laboratorio se clasifica que el agua es potable.

En el (Graf. 13). Se presenta los caudales de la finca FIIT San Benito Agrícola ubicada en el Municipio de Tipitapa en el Departamento de Managua; perteneciente a la productora Eugenia Pineda, en el sitio se realizaron aforos repetitivos donde se obtuvieron tres tiempos en segundos que se promediaron para la obtención del caudal en Lts/seg, esto fue posible mediante la recolección de datos en campo.

Grafico 13. Comportamiento de caudal en la finca San Benito Agrícola-Tipitapa.



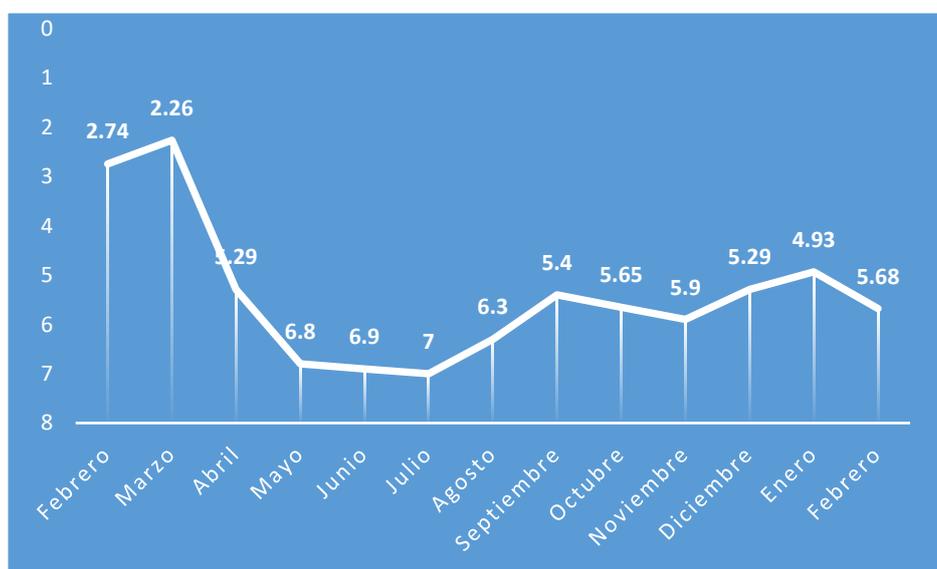
Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 13). Se presentan el comportamiento de los caudales para cada mes en el año de estudio, se notó que al iniciar el estudio los caudales en los meses de febrero-marzo fueron bajos, pero a medida que pasaron los meses se observó que los caudales aumentaron manteniéndose en un rango estable de los 2.09-2.79 Lts/seg, que comprende de los meses de abril hasta febrero del 2017, si sumamos todos los caudales y lo dividimos por el número de meses que se hizo el estudio obtendríamos un caudal promedio que nos indicaría el rango de caudal óptimo en el año que sería de 2.12 (Lts/seg), cabe mencionar

que en los meses de septiembre-octubre el caudal se mantuvo el mismo con 2.13 Lts/seg.

En el (Graf. 14). Se observan los niveles estacionarios del pozo de la finca FIIT San Benito Agrícola ubicada en el Municipio de Tipitapa Departamento de Managua; perteneciente a la productora Eugenia Pineda, este grafico fue el resultado de la recolección de datos de campo durante el año de estudio, se hace mención que el sitio está ubicado a pocos kilómetros del lago Xolotlán, por lo que se notó una muy buena recuperación de los niveles del pozo una vez que finalizara el periodo de bombeo de este.

Grafico 14. . Comportamiento del nivel Estático en metro de columna de agua (M.C.A) de la finca San Benito Agrícola-Tipitapa



Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 14). Se observa el comportamiento de los niveles estáticos, al inicio del estudio se presenta niveles bajos porque en ese periodo estaba los cambios climáticos que afecto gran parte del territorio como el fenómeno del niño, las precipitaciones fueron bajas pero para los meses de marzo a julio se notó un aumento considerablemente bueno en los rango de los 2.25-7 (m.c.a), que da una diferencia de 4.75 (m.c.a), después en los meses de julio-septiembre logra descender levemente 1.46 (m.c.a), para finalizar del mes de septiembre hasta

febrero del 2017 se mantiene en un rango de los 4.93-5.9 (m.c.a), teniendo una diferencia en nivel de los 0.97 (m.c.a).

4.2.8. Pozo 8

En la (Tabla. 25). Se presentan las coordenadas del pozo de la finca de Cambio Norte Municipio de Mateare Departamento de Managua; que pertenece a la productora Ana Almendarez, en la tabla se contemplan los niveles estacionarios para cada uno de los meses del año de estudio expresado en (m.c.a).

Tabla 25. Nivel Estático de la Finca Cambio Norte (2016-2017).

Productor: Ana Almendarez	
Coordenadas (X,Y): 12.2607,-86.3913	
Ubicación: Mateare, Finca Cambio Norte	
Mes	Nivel Estático (mts)
Febrero	1.05
Marzo	1
Abril	0.8
Mayo	0.52
Junio	0.46
Julio	0.46
Agosto	0.65
Septiembre	0.73
Octubre	0.91
Noviembre	1
Diciembre	0.9
Enero	0.9
Febrero	0.8

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 25). Se observan los niveles estáticos en la Finca de Cambio Norte-Mateare, dando como resultado una variabilidad de ascendencia mínima, donde se obtuvieron niveles muy bajos debido a que este pozo se aproximaba a secarse por lo que se tomó medidas, como la excavación del mismo para que el

nivel estático tuviera un nivel considerable donde la bomba pudiera ejercer la función de bombeo del agua, evitando el deterioro de esta.

En la (Tabla. 26). Se presentan los caudales para la el pozo de la finca Cambio Norte del Municipio de Mateare Departamento de Managua; perteneciente a la productora Ana Almendarez, para obtener esta tabla se hicieron aforos por cada mes del estudio tomando en consideración un volumen conocido de (20Lts), el tiempo en segundo para dar como resultado caudal igual a Lts/seg.

Tabla 26. Datos de aforos de la Finca Cambio Norte (2016-2017).

Productor: Ana Almendarez					
Ubicación: Mateare, Finca Cambio Norte					
Volumen (Lts): 20					
Mes	Tiempo(seg)			Promedio(seg)	Q(lps)
	T1	T2	T3		
Febrero	60	50.41	46.81	52.41	0.38
Marzo	29.77	29.28	29.47	29.51	0.68
Abril	52.3	52.15	52.02	52.16	0.38
Mayo	57.35	57.48	57.39	57.41	0.35
Junio	58.02	58.32	42.39	52.91	0.38
Julio	58.02	58.32	42.39	52.91	0.38
Agosto	55.34	55.68	55.83	55.62	0.36
Septiembre	56.85	56.94	56.83	56.87	0.35
Octubre	57.25	57.23	57.28	57.25	0.35
Noviembre	29.77	29.28	29.47	29.51	0.68
Diciembre	28.98	28.78	28.03	28.6	0.7
Enero	28.35	28.4	28.32	28.36	0.71
Febrero	29	28	28	28.33	0.71

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. nº26). Observamos las tomas de datos de los aforo, lo que se pudo apreciar es que el pozo no contaba con bomba eléctrica ni de motor, si no que por una bomba de mecate por acción manual se bombeaba el agua, que por ende afecto el resultado de los aforos, el caudal se establece de un rango de los 0.35-0.71 Lts/seg.

Tabla 27. PH y conductividad eléctrica del pozo de la finca FIIT Cambio Norte.

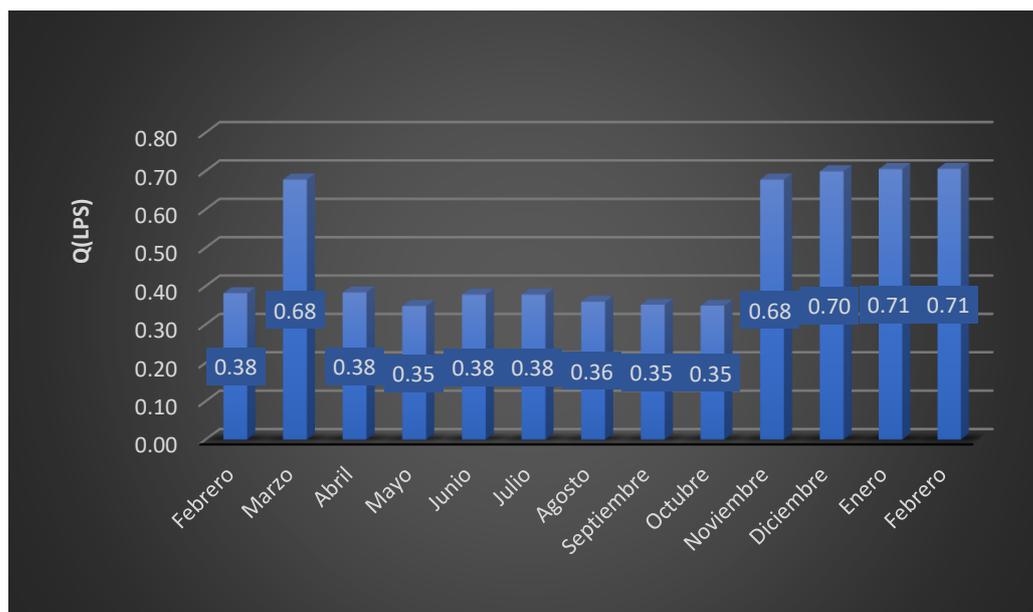
PRODUCTOR	PH	CE μS/cm
Ana Almendarez	7.57	461.45667

Fuente: (propia, 2016)

Según la Tabla 27. Los resultados se compararon con las Tablas 1 y 2 obteniendo como resultado que el PH del pozo de Cambio Norte se encuentra en el rango de ligeramente alcalino, en cuanto a la conductividad eléctrica teniendo en cuenta la cantidad de sales que se obtuvieron mediante resultados de laboratorio se clasifica que el agua es potable.

En el (Graf. 15). Se presentan los caudales del pozo de la finca Cambio Norte de la productora Ana Almendarez, mediante el grafico se contempla la variabilidad de los caudales, se notó que el pozo de este sitio contaba con niveles estacionarios muy bajos por lo que los aforos fueron de larga duración; la bomba que se contaba fue de mecate y el bombeo se tenía que hacer manualmente.

Grafico 15. Comportamiento de caudal en la finca Cambio Norte-Mateare

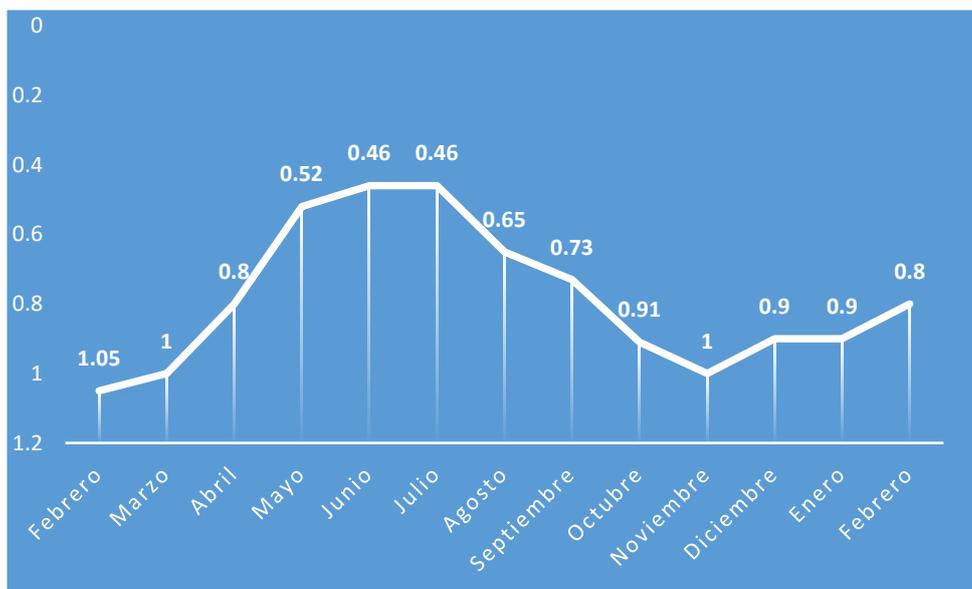


Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 15). Se presenta la variación de caudales en los meses que comprenden los años (2016-2017); por lo que se puede decir que mediante los aforos tomados fueron afectados por varios factores del pozo, en el sitio de Cambio Norte uno de ellos fue que los niveles estáticos fueron demasiados bajos, el nivel más alto fue de 1 (m.c.a), otro de los incidentes fue que la bomba con la que se contaba era de mecate accionada de forma manual esto afecto el aforo ,ya que no se contó con un dato exacto por lo que el bombeo no es constante debido a factor humano, del mes de febrero a octubre los caudales fueron bajos de los rango de 0.38-0.68 (Lts/seg), en los meses que se contempló un leve aumento fue en los meses de noviembre-febrero en los rangos de los 0.68-0.71 (Lts/seg).

En el (Graf. 16). Se presentan los niveles estacionarios del pozo de la finca de Cambio Norte perteneciente a la productora Ana Almendares; se puede apreciar en la gráfica que los niveles estáticos son demasiados bajos por lo que se notó que el pozo estaba en estado crítico.

Grafico 16. Comportamiento del nivel Estático en metro de columna de agua (M.C.A) de la finca Cambio Norte-Mateares



Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 16). Se presentan la variabilidad de los niveles estacionarios del pozo de la finca Cambio Norte; al inicio del estudio se observa un brusco descenso de los rango 1.05-0.46 (m.c.a), en los meses comprendidos de febrero-junio para una diferencia de 0.59 (m.c.a), en los meses de junio y julio el nivel se mantuvo estable, del mes de julio a noviembre asciende de los rango 0.46-1 (m.c.a), para una diferencia de los 0.54 (m.c.a), para finalizar del mes de noviembre a febrero del 2017 desciende una diferencia de los 0.2 (m.c.a).

4.2.9. Pozo 9

En la (Tabla. 28). Se presentan las coordenadas y niveles estacionarios del pozo de la finca FIIT Guapinol del Municipio de Mateare Departamento de Managua; perteneciente a la productora Reyna Esquivel.

Tabla 28. Nivel Estático de la Finca Guapinol (2016-2017).

Productor: Reyna Esquivel	
Coordenadas (X,Y): 12.2374, -86.3978	
Ubicación: Mateare, Finca Guapinol	
Mes	Nivel Estático (mts)
Febrero	1.04
Marzo	1.06
Abril	1.15
Mayo	1.19
Junio	1.2
Julio	1.27
Agosto	1.2
Septiembre	1.15
Octubre	1.12
Noviembre	1.06
Diciembre	1.06
Enero	0.88
Febrero	0.99

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. 28). Se observan los niveles estáticos en la Finca Guapinol-Mateare, dando como resultado una variabilidad mínima en el rango de los 0.88-1.27 (m.c.a), cabe mencionar que este sitio por su posición en la que esta tiene el lago Xolotlán cerca; pero es una zona seca por la formaciones de volcanes que están cerca y abunda lo que es la piedra pómez, algo que se noto fue que los pozos de este sitio cuenta con niveles estacionario bajos que no logran sobrepasar los 1.5 (m.c.a), tomando en consideración las condiciones climáticas en el periodo de estudio se encontraba el fenómeno del niño lo cual variaron los niveles por las bajas precipitaciones.

En la (Tabla. 29). Se presentan los caudales del pozo de la finca FIIT el Guapinol del Municipio de Mateare Departamento de Managua, esta tabla es el resultado de la toma de aforo durante los meses del año de estudio, los aforo fueron realizado repetitivas veces partiendo de un volumen conocido en nuestro caso de (20Lts) con la toma de los tiempos en segundo se obtuvo un promedio que el valor fue utilizado para el caudal expresado en Lts/seg.

Tabla 29. Datos de aforos de la Finca Guapinol (2016-2017).

Productor: Reyna Esquivel

Ubicación: Mateare, Finca Guapinol

Volumen (Lts): 20

Mes	Tiempo(seg)			Promedio(seg)	Q(lps)
	T1	T2	T3		
Febrero	25.18	23.24	28.11	25.51	0.78
Marzo	32.84	32.83	32.48	32.72	0.61
Abril	32.7	32.75	32.78	32.74	0.61
Mayo	34.2	33.8	33.7	33.9	0.59
Junio	35.02	33.8	33.45	34.09	0.59
Julio	36.41	34.09	33.59	34.7	0.58
Agosto	35.13	35.2	35.25	35.19	0.57
Septiembre	32.56	32.57	32.6	32.58	0.61
Octubre	32.6	32.58	32.56	32.58	0.61
Noviembre	32.84	32.83	32.48	32.72	0.61
Diciembre	35.6	35.65	35.63	35.63	0.56
Enero	39.38	37.89	36.95	38.07	0.53
Febrero	36	33	34	34.33	0.58

Fuente: (propia, 2016)

En la (Tabla. nº29). Observamos la tomas de datos de aforo del pozo de la finca FIIT El Guapinol; observando que la variabilidad de este fue mínima estableciendo un rango de los 0.53-0.78 Lts/seg, estos resultados fueron afectados por factores como los niveles estacionarios y al fenómeno del niño que producía pocas precipitaciones permitiendo que los pozos no pudieran obtener una buena recarga de agua.

Tabla 30. PH y conductividad eléctrica del pozo de la finca FIIT El Guapinol.

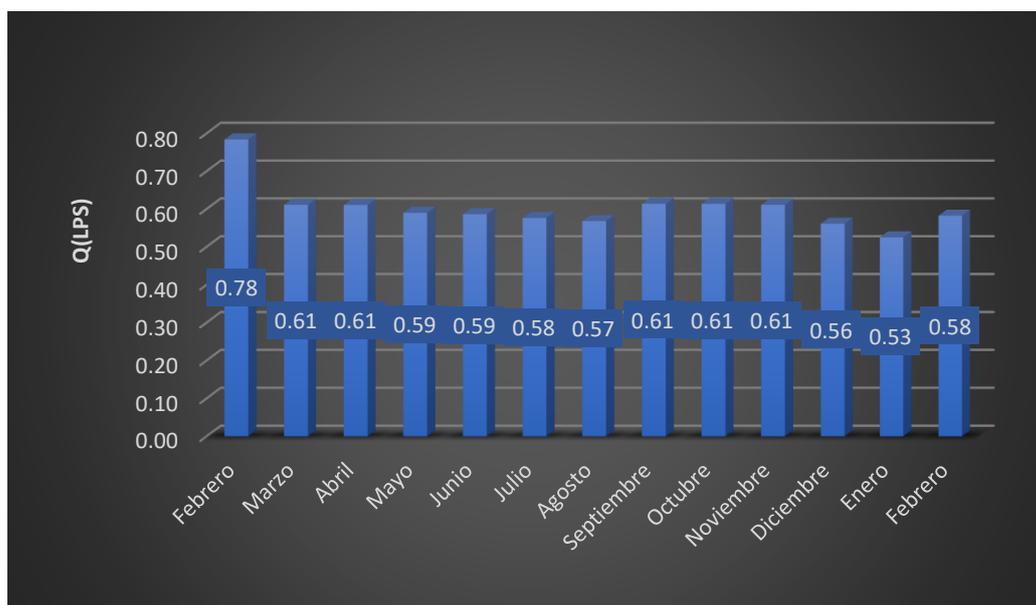
PRODUCTOR	PH	CE μS/cm
Reyna Esquivel	7.79	523.19

Fuente: (propia, 2016)

Según la Tabla 30. Los resultados se compararon con las Tablas 1 y 2 obteniendo como resultado que el PH del pozo de El Guapinol se encuentra en el rango de ligeramente alcalino, en cuanto a la conductividad eléctrica teniendo en cuenta la cantidad de sales que se obtuvieron mediante resultados de laboratorio se clasifica que el agua es potable.

En el (Graf. 17). Se presenta los caudales del pozo de la finca FIIT El Guapinol del Municipio de Mateare del Departamento de Managua; que le pertenece a la productora Reyna Esquivel, estos datos se obtuvieron mediante la toma de aforo donde se midió el tiempo en segundo partiendo de un volumen conocido de 20Lts obteniendo los caudales en la unidad de Lts/seg.

Grafico 17. Comportamiento de caudal en la finca Guapinol-Mateare.



Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 17). Se presentan el comportamiento de los caudales teniendo una variabilidad mínima, al inicio del estudio se obtuvo un caudal que se puede considerar el más alto de 0.78Lts/seg, desciende en los meses desde marzo-agosto en un rango de 0.61-0.57 Lts/seg, para una diferencia de los 0.04 Lts/seg, se notó que en los meses de septiembre hasta noviembre el caudal se mantuvo estable, desciende levemente en los rango 0.61-0.53 Lts/seg comprendido en noviembre a enero, asciende en el mes de febrero con 0.58Lts/seg.

En el (Graf. 18). Se presentan los niveles estacionarios de la finca FIIT El Guapinol Municipio de Mateare perteneciente a la productora Reyna Esquivel, para la realización de este grafico se tuvieron que hacer mediciones de niveles estático en el sitio en cada mes del año de estudio expresado en (m.c.a)

Grafico 18. Comportamiento del nivel Estático en metro de columna de agua (M.C.A) de la finca Guapinol-Mateare.



Fuente: (propia, 2016)

En el (Graf. 18). Se aprecia la variabilidad del ascenso y el descenso de los niveles estacionarios, pudiendo observar que al inicio parte de un nivel de los 1.04 (m.c.a), a su vez asciende en el transcurso del tiempo llegando al alto nivel del estudio en el pozo de los 1.27 (m.c.a), comprendido entre los meses de febrero hasta julio, después de esto se nota un descenso del mes de julio hasta noviembre en el rango de los 1.27-1.06 (m.c.a), para una diferencia de los 0.21 (m.c.a), en los meses de noviembre y diciembre el nivel estático se mantuvo constante con 1.06 (m.c.a), para finalizar en los meses de diciembre a enero desciende a 0.88 (m.c.a), pero logra ascender levemente a los 0.99 (m.c.a).

V. RECOMENDACIONES PARA CONTRIBUIR AL USO Y MANEJO EFICIENTE DE LOS POZOS EN LAS FINCAS

Las recomendaciones a continuación se hicieron en base a principios hidrogeológicos para cada pozo monitoreado en el año, que por ende se observó su comportamiento del nivel estacionario de igual manera sus aforos, estas acciones contribuirán que los pozos en momentos de llegar a estados extremadamente críticos puedan ser sustituidos por otros métodos como los reservorios de agua, planificación en el tiempo de riego y tiempo de bombeo que aliviaran la recuperación de los mismos.

5.1. Zona de San Francisco Libre.

Santa Rosa: En Santa Rosa se observó que es recargada de la sub cuenca del río viejo, proveniente del norte y la cual recarga parte del valle de San Francisco Libre en la parte sur (santa rosa), la recarga depende de la permeabilidad que presenta el suelo en sus diferentes estratos, eso hará que el pozo se recargue satisfactoriamente o no. En la gráfica mostrada en Excel el pozo tiene un descenso en los meses de febrero a marzo y luego de junio a julio el nivel de agua desciende considerablemente, lo que obliga a tomar acciones de reducir el tiempo de bombeo o de tomar en cuenta el tiempo de riego que se les deberá aplicar a cada cultivo; de esta forma minimizar el riesgo de que el pozo sufra una sobre explotación.

Las Delicias: En caso de las delicias la sub cuenca del río viejo, no cubre esta zona, por lo cual su comportamiento será diferente en los meses de febrero hasta julio, donde el acuífero sufre un descenso rápido por la falta de recarga de agua lo que hace que el nivel baje muy rápidamente. En este período de tiempo se beneficia en su mayor parte en la recarga en los meses de diciembre a febrero lo cual, indican que en el periodo de verano hay que reducir el tiempo de

riego aplicado a los cultivos y el tiempo de bombeo del pozo, y en caso del periodo de invierno se recomienda almacenada agua en tanque o reservorios para minimizar su uso en el tiempo que sufre un descenso por el periodo de verano.

San Antonio: En San Antonio tiene una recarga favorable en los meses de febrero a marzo asciende; El nivel de agua comienza un descenso en los meses de marzo a mayo y se mantiene de mayo a septiembre, se vuelve a recuperar en los meses de septiembre a diciembre. En este caso el nivel de agua varía un poco en los meses de marzo a mayo pero se puede hacer uso del riego y del bombeo eléctrico ya que este tiene una buena recarga y el nivel de agua se mantiene en el año; pero en el periodo de verano es normal que baje un poco por la falta de lluvia a pesar de esto el nivel no varía mucho en estos meses (de 4 m.c.a a 3.60 m.c.a).

El Madroño: En la finca del madroño se observó que los niveles de agua son bajos; el nivel más alto fue de 2.12 m.c.a en los meses de noviembre y diciembre ya que está algo retirada del lago y las recargas de los pozos de esta zona es baja; dependiendo del tipo de suelo y su permeabilidad, ya que estos factores afectan la recuperación de éste. En los meses de febrero a abril se observó un descenso y un ascenso de abril a mayo, pero este fue pequeño teniendo su mayor recarga en los meses de septiembre a enero. Como recomendación se propone hacer uso del pozo planificando los tiempos de riego y de bombeo por lo que no se recarga muy rápido (paulatinamente). Se recomienda almacenar agua en tanques o en reservorios en tiempo que tiene su mayor recarga.

5.2. Zona de Tipitapa

San Benito Agrícola: En San Benito Agrícola el suelo tiene textura limo arcilloso esto hace que las recarga del pozo se muy buena; teniendo en cuenta que a 3km está el lago Xolotlán. En los meses de febrero a marzo el nivel de agua es bajo ya que es tiempo de verano. En los meses de marzo a julio tiene muy buena recarga ya en este periodo recupera 4.74 m.c.a; en los meses de julio a septiembre baja su nivel considerablemente a 1.6 m.c.a, el nivel varia en los meses de septiembre a enero, Se recomienda que en los meses de febrero a marzo no bombear mucho tiempo ya que es un periodo de verano y el nivel está bajo en cambio en los meses de marzo hasta julio se puede hacer uso del pozo y se recomienda almacenar agua para satisfacer las demanda en el periodo de los meses julio a septiembre y de noviembre a enero.

Luz de Cristo: En la zona de Tipitapa las recargas de agua son variables ya que depende del tipo de textura de suelo, de su permeabilidad y transmisibilidad; ya que un porcentaje de estos suelos son arcilloso y en Luz de Cristo se presenta un suelo limo arcilloso. En los meses de febrero a marzo el pozo experimentó un descenso de 1 m.c.a; hubo una recarga muy buena en los meses de marzo a abril que ascendió hasta 2.14 m.c.a y volviendo a descender desde los meses de abril a junio en rangos de 4.4 m.c.a-1.5 m.c.a, lo que indica que hubo un descenso severo de 2.9 m.c.a. Se recomienda reducir el tiempo de riego en el mes de febrero a marzo y en los meses de marzo a abril almacenar agua en tanques o reservorios para sustentar el riego en los meses de abril hasta enero ya que baja una gran cantidad del nivel de agua. Al bombear más agua en estos meses ocasionaría el secamiento del pozo o cuando esté funcionando la bomba haría que ésta empiece a cavitatar, ocasionando daños irreversibles.

Los Laureles: En los Laureles el acuífero tiene un muy buen almacenamiento de agua y una buena recarga de agua; ya que en éste monitoreo se observó que los niveles eran altos aunque hubo algunas variaciones en el año. Se recomienda que en los meses de mayo a julio y de octubre a diciembre hay que reducir el tiempo de bombeo para el riego, ya que en estos meses hay un descenso del nivel de agua de casi 1.5 m.c.a; con esto se evitará a futuro que el nivel máximo actual del pozo baje aún más de lo permitido y en los meses de mayor recarga almacenar agua para cubrir las necesidades del riego.

5.3. Zona de Mateare

Cambio Norte: En el pozo de Cambio Norte se observó que el comportamiento de los niveles estáticos eran demasiado bajos por lo que llegó a un estado crítico, debiéndose excavar 2 vrs de profundidad para poder obtener un nivel de agua considerable para que la bomba pueda ejercer la función de la succión. Se recomienda que el pozo se pueda usar para las operaciones de irrigación por tiempos cortos, ya que no presenta niveles estáticos elevados más de los 1.50 m.c.a. En periodos de mayor recarga hay que hacer uso de los reservorios o tanques de almacenamientos para compensar la demanda de bombeo con forme la recuperación del mismo.

Guapinol: En el pozo ubicado en la finca FIIT el Guapinol perteneciente al municipio de Mateare se observó que los niveles estacionarios son algo bajos con un máximo de 1.27 m.c.a. Además, según resultados de análisis de agua no son aptas para el consumo humano ya que presenta materiales volcánicos. No obstante se puede ocupar para la irrigación por periodos cortos. En tiempo de verano donde los niveles desciende considerablemente se debe tener recipientes o tanques de almacenamiento los cuales deberán ser llenados durante los periodos que hay mayores recargas.

6.1. CONCLUSIONES

- Las ubicaciones de los pozos tomados con el GPS se procesaron mediante programas Google Earth, que contribuyó a generar una serie de puntos de los cuales se derivan los pozos en las zonas de San Francisco Libre, Tipitapa y Mateare.
- En algunos de los pozos estudiados la ubicación no favorecía a las recargas ya que se encontraban en sitios de mayor altitud, haciendo mención en las fincas de El Madroño y Las Delicias en San Francisco Libre.
- Los pozos expuestos presentaron comportamientos variables y diferentes formaciones acuíferas en el año (2016-2017) por efecto de condiciones climatológicas.
- En algunas zonas las recargas de los pozos se encontraron en afectación de suministro porque esta zona de estudio se encuentra en el corredor seco del país.
- En el caso de la zona de Mateare los niveles de los pozos bajaron considerablemente a tal grado que se tomaron acciones para evitar que se seque y se dañara la bomba, ya que el nivel estático descendió tanto que la tubería de succión no tenía de captar la cantidad de agua necesaria y/o requerida.
- En las zonas de San Francisco Libre, Santa Rosa, Guapinol, y San Antonio a pesar de un ligero descenso los acuíferos mostraron buena capacidad de recarga debido a su cercanía al lago.
- En Tipitapa los acuíferos tienen buen comportamiento de recarga debido a su posición cercana al lago. Aquí se notó un ligero descenso a pesar del fenómeno climatológico el niño.
- En todas las zonas se tendrá que reducir el tiempo de bombeo en el periodo de verano, almacenar agua en tanques en invierno para ayudar a satisfacer la demanda de riego en los cultivos de las fincas FIIT.

6.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Efectuar monitoreos de aforos anuales de los pozos para analizar su comportamiento. Con el fin de determinar las capacidades de riego y/o otros consumos.
- Tener en cuenta acciones preventivas que contribuyan a conservar los acuíferos para situaciones críticas, como son los fenómenos climatológicos; en este estudio se identificó la entrada del fenómeno del niño.
- Hacer uso de almacenamientos de agua en periodos de invierno para compensar la demanda durante la estación seca.
- Se debe tener en cuenta el tiempo de riego para los cultivos ya que el excesivo bombeo tiende a sobre-explotar el pozo, teniendo consecuencia negativas en los niveles estáticos de éstos.
- Para compensar las cargas de bombeo diarias, en los pozos se tendrán que utilizar estructuras de almacenamiento de agua en el invierno, para poder cubrir cierta demanda durante el periodo seco.

Bibliografía

- BVSDE. (07 de 2014). *sala de cloracion*. Obtenido de www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualll/ma2_cap6.pdf
- Campillo Raúl. (05 de junio de 2003). *Aguamarket*. Obtenido de http://www.aguamarket.com/noticias/noticias.asp?id_noticia=135¬icia=
- Carré, D. s. (06 de 2017). *universidad rovira*. Obtenido de <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/1095pub.pdf>
- Castillo Espinoza, E. (2016). *Protocolo Evaluación de fluctuaciones en pozos INTA*. Managua: INTA.
- CIRA-(UNAN-Managua), g. m. (5 de febrero de 2013). *www.bvsde.org.ni*. Obtenido de www.bvsde.org.ni:
http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/CIRA/CIRA0020/InfFinal%20CIRAUNAN-PIMCHAS2013.pdf
- Conductividad Electrica. (02 de 2016). *conductividad electrica*. Obtenido de www.reitec.es/Pdf/agua01.pdf
- Donado, L. (18 de abril de 2012). *agencia de noticias ciencia y tecnologia*. Obtenido de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/acuifero-del-valle-del-cauca-radiografia-de-un-gigante.html>
- Dr.Geól, M. A. (2005). *SCRIBD*. Obtenido de SCRIBD:
<https://es.scribd.com/document/68295999/PerforacionesHidrogeologicas>
- FAO. (junio de 2006). *fao.org*. Obtenido de [fao.org](http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/5/12820625348650/fao_nic_recursohidricos_cepal.pdf): http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/5/12820625348650/fao_nic_recursohidricos_cepal.pdf
- FAO. (junio de 2006). *fao.org*. Obtenido de [fao.org](http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/5/12820625348650/fao_nic_recursohidricos_cepal.pdf): http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/5/12820625348650/fao_nic_recursohidricos_cepal.pdf
- Francisca, H. (11 de abril de 2012). *Repositorio UNAN*. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/238/1/94006.pdf>
- Gálvez Ordoñez, J. (2011). Aguas Subterráneas-Acuíferos. *SENAMHI*, 6. Obtenido de http://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterranas.pdf
- Google EARTH. (2016). EE.UU.
- INETER. (2016). INETER PRESENTA PERSPECTIVA DEL PERIODO LLUVIOSO DEL 2016. MANAGUA: ENRIQUE OPORTA. Obtenido de <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:42145-ineter-presenta-perspectivas-del-periodo-lluvioso-2016>

- Juárez, A. S. (17 de octubre de 2009). *Términos hidráulicos y tecnología*. Obtenido de <http://www.cie.unam.mx/xml/ms/royoe/asj/Pres-ANES2009/BOMBEO-TERMINOS-HIDRAULICOS.pdf>
- Leonardo, D. G. (1994). *Hidraulica de Pozo*. santa fé de Bogotá, Colombia: uiversidad nacional de colombia. Obtenido de http://www.docentes.unal.edu.co/lldonadog/docs/Presentations/Donado_1999b.pdf
- MAGFOR. (junio de 2008). *fao.org*. Obtenido de fao.org: http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/5/12820625348650/fao_nic_recursohidricos_cepal.pdf
- Mendez Úbeda, J. M., & López Duarte, L. S. (2011). *Guia de Practicas de Laboratorio de Edafologia. Carrera de Ingenieria Agrícola, Facultad de Tecnologia de la Construcción*. . Managua: UNI-FTC.
- Organización panamericana de la salud, Área de desarrollo sostenible. (2005). *Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/161esp-diseno-estbombeo.pdf>
- Perforaciones Mateus. (11 de 11 de 2018). *mateus*. Obtenido de <http://www.mateus.mx/perforaciones/index.php>
- Piqueras, V. Y. (17 de 09 de 2013). *Universidad politécnica de València*. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/perforacion-a-rotacion/>
- Propia. (2016). *evaluacion de fluctuaciones en pozo*.
- Proyecto Municipio de Zaragoza . (11 de 03 de 2004). *guatecompras*. Obtenido de <http://www.guatecompras.gt/concursos/files/196/979848@ESPECIFICACIONES.pdf>
- Sevilla Herrera, G., Hurtado Mendoza, N., & Gutiérrez Jarquin, Y. (2016). *Diseño de un Pozo para Suministro de Agua Potable*. Managua.
- Slideshare. (08 de 12 de 2014). Obtenido de <https://es.slideshare.net/ivanderp/equipos-de-bombeo-y-obras-auxiliares>
- Yepes, P. V. (2009). *universidad politecnica de valencia*. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/05/15/perforacion-a-percusion-con-cable/>

ANEXOS

FORMATO DE CAMPO

**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
PROGRAMA INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN
MANEJO SOSTENIBLE DE CULTIVO CON ÉNFASIS EN CAMBIO CLIMÁTICO**

Encuesta a Fincas de Innovación Tecnológica (FIIT)

Nombre del protagonista: _____

Coordenadas, N: _____ E: _____

Nombre de la unidad de producción: _____

Comunidad: _____ Municipio: _____

Departamento: _____

Nombre del Técnico: _____

Fecha de recolección: _____

Composición familiar

N°	Niños	Adultos	Edad	Sexo	
				F	M

Uso doméstico del agua

- ¿Qué tipo de fuente de agua utiliza para su consumo doméstico? Marque con una X su respuesta

Pozo ojo de agua especifique: _____

- ¿Distancia respecto a la casa de habitación, de la fuente de agua que utiliza para _____ su _____ consumo doméstico? _____

- ¿Cuántos litros de agua por día estima usted que consume la familia para las necesidades básicas de?

Consumo: _____ Bañarse: _____ Lavar ropa: _____

Uso agrícola

- ¿Utiliza riego en sus parcelas? Marque con una X su respuesta

Sí No

- ¿Qué tipo de riego utiliza? Marque con una X su respuesta

Gravedad Aspersión Goteo Otros , especifique: _____

- ¿Qué cultivos tiene bajo riego en su finca? _____

- ¿Cuántas manzanas cultiva bajo el sistema de riego? (Especifique por cultivo)

- ¿Cuántos litros o barriles suministran por día a sus cultivos bajo riego?
Especifique _____ por _____ cultivo

- ¿Qué tipo de fuente de agua utiliza para su sistema de riego? Marque con una X su respuesta

Pozo Ojo de agua Otros , especifique: _____

Uso pecuario

- ¿Dispone de ganado?

Sí No

- ¿Qué tipo de fuente de agua utiliza para darle agua a su ganado?, Marque con una X su respuesta

Pozo Río Ojo de agua Otros , especifique: _____

- ¿Qué tipo de ganado posee? Marque con una X su respuesta

Bovino Ovino – caprino Porcino Otros , especifique: _____

Describe el hato que posee

Especie	Cantidad (número de cabeza)	Consumo estimado	Observaciones
Ganado Mayor			
Toros, bueyes			
Vacas horas			
Vacas lactantes			
Novillos y vaquillas			
Terneros			
Porcino			
Reproductores (Verraco, gestante, lactantes)			
Engorde			
Lechones			
Ovino – Caprino			
Reproductores (Padrote, gestante, lactantes)			
En desarrollo			
Terneros			
Otros			

Tabla de coordenadas UTM y coordenadas geográficas.

	FINCAS FIIT.						
			Coordenadas		coordenadas grados		latitud y longitud
Comunidad	Finca	Productor	Este	Norte			
Sn Fco Libre	Santa Rosa	Sayda Coronado	591157	1368385	N12°22'37.19643''	W86°09'41.25''	12.376999008333334, -86.16145833333334
	Las Delicias	Alvaro Nurinda	589401	1373775	N12°25'32.82862''	W86°10'38.84846''	12.425785727777777, -86.17745790555556
	San Antonio	Urania Rodríguez	594204	1368860	N12°22'52.34206''	W86°08'00.30418''	12.381206127777778, -86.13341782777779
Mateare	Cambio Norte	Ana Almendarez	566196	1355462	N12°15'38.7065''	W86°23'28.78919''	12.260751805555556, -86.39133033055556
	Guapinol	Reyna Esquivel	565495	1352882	N12°14'14.76891''	W86°23'52.18313''	12.237435808333332, -86.39782864722223
Tipitapa	Luz de Cristo	Alejandro Salmerón	609449	1355286	N12°15'28.76349''	W85°59'37.180,31''	12.257989858333334, -85.99366119722222
	Los Laureles	Porfirio Sarabia	607112	1357014	N12°16'25.29182''	W86°00'54.31926''	12.273692172222223, -86.01508868333333
	Sn Benito agrícola	Eugenia Pineda	600398	1361259	N12°18'44.24557''	W86°04'36.06677''	12.312290436111113, -86.07668521388888

Tabla de niveles estáticos en el primer mes del estudio.

Monitoreo de fincas FIIT				
Zona	Nombre de sitio	Productor	Profundidad del pozo	Columna de agua ó espejo de agua
Tipitapa	Laureles	Porfirio Sarabia	37,62mts	8,6 m.c.a
Tipitapa	Luz de cristo	Alejandro Salmerón	18,9mts	3,10 m.c.a
Mateare	Cambio Norte	Alcides Padilla	16,15mts	1,05m.c.a
Mateare	Cambio Norte	Reyna Esquivel	16,40mts	1,04m.c.a
Tipitapa	San Benito Agrícola	Eugenia Pineda	16,72mts	2,74m.c.a
San Francisco Libre	San Antonio	Urania Rodríguez	14,50mts	4,10m.c.a
San Francisco Libre	Santa Rosa	Sayda Coronado	45,9mts	4,02m.c.a
San Francisco Libre	Las Delicias	Álvaro Méndez	23,98mts	2,27m.c.a
San Francisco Libre	El Madroñito	Magali padilla	15,32mts	1,90m.c.a

Zona de San Francisco libre.

Figura 15. Pozo Las Delicias.



Fuente: (propia, 2016)

Figura 16. Pozo Las Delicias.



Fuente: (propia, 2016)

Figura 17. Pozo Santa Rosa.



Fuente: (propia, 2016)

Figura 18. Pozo San Antonio.



Fuente: (propia, 2016)

Figura 19. Pozo El Madroño.



Fuente: (propia, 2016)

Zona de Tipitapa

Figura 20. Pozo San Benito Agrícola.



Fuente: (propia, 2016)

Figura 21. Pozo Luz de Cristo.



Fuente: (propia, 2016)

Figura 22. Pozo Los Laureles.



Fuente: (propia, 2016)

Zona de Mateare.

Figura 23. Pozo Cambio Norte.



Fuente: (propia, 2016)

Figura 24. Pozo Cambio Norte.



Fuente: (propia, 2016)

Figura 25. Pozo Cambio Norte.



Fuente: (propia, 2016)