

Facultad de Tecnología de Construcción

**“DISEÑO DE POZO PROFUNDO PARA
SUMINISTRO DE AGUA, UBICADO
EN LA COMUNIDAD DE LA BOLSA
MUNICIPIO DE MASAYA,
DEPARTAMENTO DE MASAYA: AÑO
2023” .**

Trabajo del Taller Monográfico para optar al título de
Ingeniero Agrícola

Elaborado por:

Tutor:

Br. Angélica María
Jirón Duarte
Carnet: 2012-41890

Br. María Fernanda
Valencia Sandoval
Carnet: 2015-0910U

Br. David Alexander
Hurtado Moreira
Carnet: 2009-29186

Ing. Jhorquin
Uriel Gaitán

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. MARCO TEÓRICO	3
3.1 Fundamentos de Hidrología	3
3.1.1 Ciclo hidrológico y clima influyen en las aguas subterráneas... 4	4
3.1.2 Agua Subterránea	5
3.1.3 Acuíferos	6
3.1.4 Tipos de acuíferos	7
3.2 Parámetros hidrogeológicos de los pozos	8
3.2.1 Porosidad	8
3.2.2 Espesor del acuífero.....	8
3.2.3 Transmisividad (T).....	8
3.2.4 Conductividad Hidráulica (K).....	9
3.2.5 Capacidad Específica (q)	10
3.2.6 Coeficiente de Almacenamiento.....	10
3.2.7 Radio de Influencia (Zr)	11
3.2.8 Ecurrimiento Subterráneo (Q).....	12
3.3 Criterios para el diseño de pozos	13
3.3.1 Diámetro del pozo.....	13
3.3.2 Métodos de perforación del pozo.....	14
3.3.3 Profundidad del pozo	14
3.3.4 Entubación definitiva.....	15
3.3.5 Zona de captación	16
3.3.6 Longitud de las rejillas	16
3.3.7 Abertura de las ranuras de las rejillas	18
3.3.8 Diámetro de la rejilla.....	18
3.3.9 Filtro de grava	19
3.3.10 Sello sanitario	20

3.3.11	Limpieza y desarrollo	21
3.3.12	Prueba de bombeo	21
3.3.13	Carga total dinámica	23
3.3.14	Cálculo de Pérdidas Hidráulicas	23
3.3.15	Carga estática	25
3.3.16	Carga dinámica	25
3.4	Presupuesto	26
3.4.1	Costos directos unitarios	26
3.4.2	Costos indirectos	27
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	28
4.1	Descripción del área de estudio	28
4.1.1	Macro localización	28
4.1.2	Micro localización	29
4.2	Diseño de la investigación	30
4.3	Metodología	31
V.	DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLÓGICO	34
5.1	Caracterización hidrogeológica de la Finca Agrícola Experimental de la UNI	34
5.1.1	Condiciones climáticas del sitio	34
5.1.2	Topografía de la FAE	35
5.1.3	Hidrogeología de la FAE	35
5.1.4	Inventario de Pozos	36
5.2	Parámetros Hidrológicos del Pozo de la Finca Agrícola Experimental de la UNI	38
5.2.1	Porosidad del acuífero en la Finca Agrícola Experimental de la UNI	38
5.2.2	Transmisividad	38
5.2.3	Conductividad Hidráulica Estimada del Pozo	39
5.2.4	Capacidades Específicas	40
5.2.5	Radio de Influencia	40
5.3	Diseño del pozo	41
5.3.1	Diámetro del Pozo Según Johnson	41
5.3.2	Profundidad de pozo	42

5.3.3	Diseño de la rejilla	44
5.3.4	Cálculo para el filtro de Grava	46
5.3.5	Diseño del sello sanitario.....	47
5.3.6	Descripción de la Prueba de Bombeo.....	48
5.3.7	Cálculo del Equipo de Bombeo Propuesto	50
5.3.8	Determinación de la carga total dinámica (CTD) Finca experimental UNI.....	51
5.4	Presupuesto de perforación de pozo e instalación de bomba	57
VI.	CONCLUSIONES	60
VII.	RECOMENDACIONES	62
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	63
IX.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	64
	ANEXOS	I

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo Hidrológico	4
Figura 2 Tipos de Acuíferos	7
Figura 3 Radio de Influencia	12
Figura 4 Tuberías metálicas	15
Figura 5 Pérdidas de carga de una rejilla y filtro de grava	19
Figura 6 Esquema de prueba de bombeo	22
Figura 7 Macro localización de la FAE	28
Figura 8 Micro localización de la FAE	29
Figura 9 Mapa Hidrológico – Finca Experimental de la UNI	36
Figura 10 Radio del inventario de pozo a 10 km de la FAE	37
Figura 11 Cálculo y gráfico de transividad Pozo FAE	39
Figura 12 Esquema de la Bomba	51
Figura 13 Datos del Diseño Finca Experimental de la UNI	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución del agua en la tierra	6
Tabla 2 Datos meteorológicos de la Estación Masaya	35
Tabla 3 Pozos más cercanos a la FAE	37
Tabla 4 Cálculo Radio de Influencia	40
Tabla 5 Datos de Parámetros Hidrológicos	41
Tabla 6 Diámetro de pozo recomendados	42
Tabla 7 Características técnicas del Diseño del Pozo	43
Tabla 8 Velocidad critica de Diseño	45
Tabla 9 Ubicación primera Rejilla	45
Tabla10 Datos Hidráulicos	46
Tabla 11 Volumen de Grava requerido para pozo	46
Tabla 12 Volumen de Mortero para sello sanitario	47
Tabla 13 Volumen de arena para relleno	48
Tabla 14 Prueba de Bombeo	52
Tabla 15 Nivel de Bombeo	52
Tabla 16 Elevación del Pozo	52
Tabla 17 Cálculo de CDT	54
Tabla 18 Materiales de Sarta	57
Tabla 19 Materiales de Construcción	58
Tabla 20 Tubería	58
Tabla 21 Mano de Obra	59

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Transmisividad	9
Ecuación 2 Conductividad Hidráulica	9
Ecuación 3 Capacidad Especifica	10
Ecuación 4 Radio de Influencia	11
Ecuación 5 Escurrimiento Subterráneo	12
Ecuación 6 Longitud de la rejilla	17
Ecuación 7 Carga Total Dinámica	23
Ecuación 8 Cálculo de pérdidas hidráulicas	24
Ecuación 9 Sumatoria de Pérdidas Hidráulica	24
Ecuación 10 Pérdida de carga por accesorios en la tubería	24

I. INTRODUCCIÓN

El agua cubre más del 70 % de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra.

Nicaragua posee abundantes recursos de agua superficial. Sin embargo, estos recursos son altamente estacionales y su distribución es desigual. (MARENA, 2001) Recoge datos de un aproximado de 135,489 y 137,448 MMC/año de agua superficial. No obstante, (FAO, 2000), señala unos 192,690 MMC/año. La mayor parte del volumen del agua superficial un 93% le corresponde a la vertiente Caribe y solamente un 7% a la vertiente del Pacífico.

A pesar de ello, la contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos ha tenido un gran impacto en la disponibilidad. Es por ello que se considera que Nicaragua tiene escasez económica de agua (Molden, 2007). La formación geológica del país favorece la presencia del agua subterránea, la cual constituye el recurso principal para la agricultura, la industria y el consumo doméstico. La mayor parte de la población de la zona rural se abastece del vital líquido a través de pozos, ríos y por medio de puestos de agua y mini acueductos.

Por lo tanto, con el presente trabajo se pretende realizar un diseño de un pozo para suministro de agua en la comunidad La Bolsa, en el municipio de Las Flores Departamento de Masaya, con el fin de facilitar el acceso a esta población del vital líquido.

Cabe destacar que en el área urbana de la comunidad de la Bolsa existen 102 viviendas de las cuales 88 viviendas no cuentan con suministro de agua. (INIDE, 2005), con una proyección de crecimiento de población para el año 2020 del 20% datos generales para el departamento de Masaya.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Diseñar un pozo profundo para suministro de agua, ubicado en la comunidad La Bolsa municipio de Masaya, departamento de Masaya; año 2023.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las condiciones hidrogeológicas de la zona de estudio.
- Determinar los parámetros hidrogeológicos para el diseño del pozo.
- Diseñar el equipo de bombeo según la demanda y el rendimiento hídrico del pozo.
- Elaborar el presupuesto para determinar el costo del pozo con su sistema de bombeo.

III. MARCO TEÓRICO

Un pozo es una estructura hidráulica que debidamente diseñada y construida permite ejecutar la extracción de agua de una formación acuífera. Un pozo se debe considerar como una estructura que consiste de dos elementos principales:

- Constituido por aquella parte del pozo que sirve de alojamiento del equipo de bombeo y como conducto vertical a través del cual fluye el agua.
- El otro elemento es el intervalo de capacitación de captación del pozo, puesto que es aquí donde el agua que proviene del acuífero hace su entrada al pozo.

El diseño de un pozo consiste en seleccionar los factores dimensionales apropiados de este y de los materiales que se van a utilizar en su construcción. Un buen diseño exige la seguridad de una condición óptima de comportamiento, larga vida de servicio y un costo razonable. Deben analizarse detalladamente los factores técnicos y los relativos al costo.

A continuación, se presentan las definiciones necesarias para comprender el área de las aguas subterráneas y de los pozos profundos.

3.1 Fundamentos de Hidrología.

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.

3.1.1 Ciclo hidrológico y clima influyen en las aguas subterráneas.

El ciclo hídrico de la tierra consiste en la continua circulación de humedad y de agua sobre nuestro planeta. El ciclo no tiene principio ni fin, pero el concepto de ciclo hidrológico se origina en el agua de los océanos, los cuales cubren las tres cuartas partes de la superficie terráquea. La radiación solar lleva el agua de los océanos hasta la atmósfera por evaporación, el vapor de agua se eleva y luego se aglomera dando lugar a la formación de nubes. Bajo ciertas condiciones la humedad contenida en las nubes se condensa y se precipita en forma de lluvias o variadas forma de precipitación, las verdaderas fuentes de casi todas nuestra reserva de agua dulce la constituye la precipitación que cae sobre la área terrestre (Aparicio, 2008).

Figura N° 1

Ciclo Hidrológico



Fuente: Ciclo del Agua; <http://www.alexgrall.byethost9.com/Ciclo.htm>

El clima desempeña un papel fundamental en la disposición del agua:

- Recarga del acuífero: La cantidad de precipitación y su patrón estacional son factores clave para la recarga de los acuíferos subterráneos, que son la fuente de agua de los pozos. En áreas con un clima húmedo y precipitación constante, los acuíferos tienden a recargarse de manera más efectiva, lo que asegura un suministro continuo de agua en los pozos.
- Nivel del agua: El clima también influye en los niveles freáticos en los pozos. En épocas de sequía prolongada o en áreas con clima árido
- Calidad del agua: El clima puede influir en la calidad del agua subterránea. En regiones con climas húmedas.
- Gestión de la demanda de agua: En regiones con climas áridos o sujetos a sequías, la gestión sostenible
- Vulnerabilidad a la contaminación: En climas húmedos

3.1.2 Agua Subterránea

Es aquella parte del agua existente bajo la superficie terrestre que puede ser colectada mediante perforaciones, túneles o galerías de drenaje o la que fluye naturalmente hacia la superficie a través de manantiales o filtraciones a los cursos fluviales. El agua del subsuelo es un recurso importante y de este se abastece a una tercera parte de la población mundial, pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobre explotación (Aparicio, 2008).

El agua subterránea es utilizada para el abastecimiento de agua potable, tanto en viviendas individuales, como en aglomeraciones urbanas, en proyectos agropecuarios para riego y para uso animal.

El agua subterránea tiene importancia también como componente esencial del ciclo hidrológico y como reserva fundamental.

Así, por ejemplo, a escala de todo el globo terrestre las reservas de agua están distribuidas aproximadamente como se muestra en la Tabla 1. De dichas aguas el 97.2% es agua salada y sólo el 2.8% es agua dulce que se reparte a su vez en el 2.2% en agua superficial y el 0.6% en agua subterránea (Malavasi, 2012).

Tabla N° 1

Distribución del agua en la tierra.

	Km³ x 10⁶	%
Océanos	1320	97.2
Glaciares y nieves perpetuas	30	2.15
Aguas subterráneas a menos de 800 m	4	0.31
Aguas subterráneas a más de 800 m	4	0.31

Nota: Fuente (Malavasi, 2012)

3.1.3 Acuíferos

Se define al acuífero como un estrato o formación geológica que es lo suficientemente porosa y permeable como para permitir la acumulación y circulación del agua de tal forma que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables, para satisfacer sus necesidades, y dado que el espacio poroso que presentan las formaciones geológicas pueden ser vacíos intergranulares que comúnmente se observan en los depósitos aluviales de grano grueso (gravas y arenas) como es el caso, se refiere a un acuífero por porosidad (Chow, 1987).

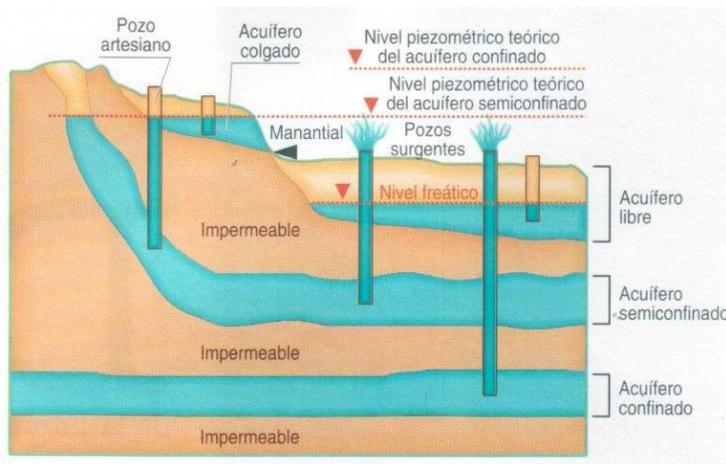
3.1.4 Tipos de acuíferos

Los acuíferos pueden clasificarse atendiendo a diversos criterios (Chow, 1987):

- ✓ Según las características litológicas: detríticos, carbonatados
- ✓ Según el tipo de huecos: poroso, kárstico, fisurado
- ✓ Según la presión hidrostática: libres, confinados y semiconfinados

Figura N° 2

Tipos de acuíferos



Nota: Capa de aguas subterráneas. (Johnson, 1975).

- **Acuífero libre:** son llamados confinados o freáticos, en estos existe una superficie libre y real del agua que está en contacto con la presión atmosférica. El nivel freático define el límite de saturación del acuífero libre y coincide con la superficie piezométrica. Su posición no es fija si no que varía en función de las épocas secas o lluviosas (Chow, 1987).
- **Acuíferos confinados:** es una formación en la que el agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de formación geológica, saturándola totalmente (Chow, 1987).

Si perforamos el nivel de agua asciende hasta situarse en la determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga.

- **Acuífero semiconfinados:** son los que permiten la filtración vertical del agua y por lo tanto pueden recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base (Chow, 1987).

3.2 Parámetros hidrogeológicos de los pozos

Según (López N. , 2000): Los coeficientes que definen un acuífero, determinan la capacidad de producción del agua, referidos a parámetros físicos – químicos en hidrología; entre los cuales se incluyen:

3.2.1 Porosidad

La porosidad de un acuífero es aquella parte del su volumen que consiste de aberturas o poros; o sea, la proporción de su volumen no ocupado por material sólido. Es un índice que indica cuánta agua puede ser almacenada en el material saturado.

3.2.2 Espesor del acuífero

Corresponde a la distancia que existe entre el estrato impermeable y el nivel freático en acuíferos libres, siendo variables, en función de los cambios del nivel freático, de pocos metros a decenas de metros de magnitud (Aparicio, 2008).

3.2.3 Transmisividad (T)

La Transmisividad es la capacidad de un medio para transmitir agua. Es el producto de la permeabilidad por el espesor del acuífero, (López, 2001).

Según (Krasny, 1998) la Transmisividad es una propiedad que ha tenido relevancia práctica en la evaluación de los acuíferos. Está determinada directamente el rendimiento del espesor acuífero que atraviesa el aprovechamiento hidráulico. La define como la cantidad de agua que circula a través de una sección vertical de un metro de anchura y de altura igual al espesor saturado del acuífero, afectado por un gradiente hidráulico cuyo valor es igual a uno. Tiene dimensiones de longitud al cuadrado sobre el tiempo y se expresa en m²/día o m²/s la cual se expresa de la siguiente manera:

$$T = \frac{264 \cdot Q}{\Delta S} \quad (1)$$

Donde:

T : Transmisividad (m²/día).

Q : Caudal (m³/d).

ΔS : Diferencia de altura (m).

3.2.4 Conductividad Hidráulica (K)

La conductividad hidráulica se define como un coeficiente de proporcionalidad que describe la velocidad a la que el agua se mueve a través del medio permeable. Depende de la densidad y la viscosidad del fluido. Posee dimensiones de velocidad. Con frecuencia se denomina permeabilidad (Meza, 1999).

La permeabilidad o conductividad hidráulica se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{T}{m} \quad (2)$$

Donde:

K = Conductividad Hidráulica (m/día)

T = Transmisividad (m²/día)

m = Espesor Saturado Probado (m)

3.2.5 Capacidad Específica (q)

Se llama caudal específico o capacidad específica de un pozo al cociente entre el caudal de agua bombeado y el descenso de nivel producido. El caudal específico no es constante para un determinado caudal, ya que, con el tiempo el descenso aumenta. Sin embargo, los descensos tienden a estabilizarse y por lo tanto el caudal específico también (López, 2012).

La ecuación utilizada para calcular la capacidad específica es la siguiente:

$$q = Q / sp \quad (3)$$

Donde:

q : Capacidad específica (m³/d/m).

Q : Caudal de agua bombeado (m³/d).

sp : Descenso medido en el pozo o abatimiento (m).

3.2.6 Coeficiente de Almacenamiento

Este parámetro expresa el volumen de agua que un acuífero libera o acumula por unidad de superficie y por unidad de variación en longitud en la altura piezométrica. En acuíferos libres el coeficiente de almacenamiento coincide con la porosidad eficaz y su valor suele oscilar entre y 0.4 siendo el intervalo más frecuente de 0.1 a 0.3. En acuíferos cautivos y semi confinados el valor del coeficiente de almacenamiento es varios órdenes de magnitud inferior al de la porosidad eficaz, en general entre 10⁻⁵ y 10⁻³ (Custodio L. 2001).

3.2.7 Radio de Influencia (Zr)

El radio de influencia o abatimiento se calcula a través del método de Jacob (1946), la cual dice que el radio de influencia depende del valor de transmisividad, coeficiente de almacenamiento del acuífero, y del caudal y tiempo de bombeo del pozo.

La expresión del radio de influencia se expresa a continuación mediante la ecuación de Jacob.

$$Zr = \frac{2.3Q}{4\pi T} * \log \frac{2.2459Tt}{r^2 * S} \quad (4)$$

Donde:

Zr= Abatimiento en m

Q= Caudal de bombeo constante en m³/día

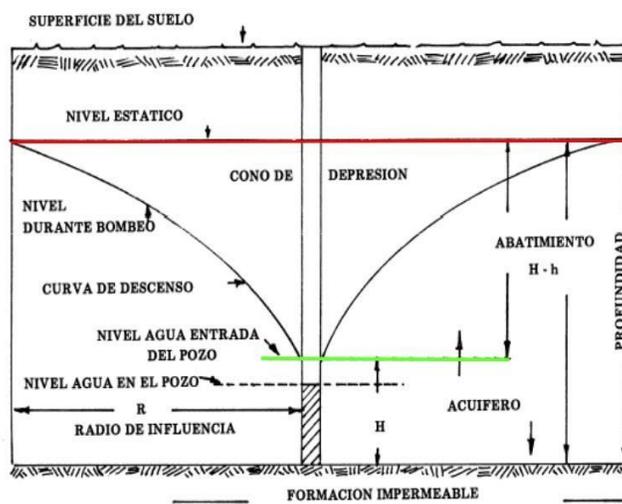
T= Trasmisibilidad en m²/día

t= Tiempo en días

r= Constante de almacenamiento

Figura N° 3

Radio de Influencia.



Nota: Cuesta, 2010.

3.2.8 Escurrimiento Subterráneo (Q)

El cálculo de la descarga subterránea se realiza a través del principio de la dirección del flujo, establecido por (Krasny & Hecht, 1998) y empleando la Ley de Darcy y el método de tubo de flujo.

Dicho método consiste en describir los flujos de fluidos a través de materiales porosos, el agua se desplazará en la dirección donde haya más permeabilidad y esta a su vez indicará a qué velocidad se mueve el agua, la misma es válida en un medio saturado, continuo homogéneo e isótropo y cuando las fuerzas inerciales son despreciables.

Empleando la Ley de Darcy, el método de tubo de flujo, se emplea la siguiente ecuación:

$$Q = TiL \quad (5)$$

Dónde:

T = Transmisividad (m²/día)

i = Gradiente hidráulico

L = Ancho de la descarga (m)

3.3 Criterios para el diseño de pozos

Los pozos deben diseñarse para obtener de ellos el mayor rendimiento disponible en el acuífero y la mayor eficiencia posible en términos de capacidad específica. Un buen diseño reduce el peligro de un bajo rendimiento en el acuífero ya que logra incorporar al pozo aquellas características que le aseguren una larga vida del servicio y un costo razonable.

3.3.1 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.

3.3.2 Métodos de perforación del pozo

Esta etapa se inicia posterior al reconocimiento del terreno y definición del punto de perforación, niveles estáticos y dinámicos posibles, y diámetro de la tubería de perforación. Consiste en perforar los estratos que componen el subsuelo, hasta la profundidad definida por el diseño, dejando un espacio interior, que permita la posterior colocación de la cañería de entubación definitiva. Esta debe estar ranurada en aquellos tramos que enfrentan a los acuíferos proveedores de un buen caudal de agua (Chow, 1987).

A lo largo del tiempo se han empleado distintos métodos de perforación en Nicaragua, que esencialmente corresponden al uso de sondas de percusión y sondas de rotación (directa y reversa o inversa). En los últimos años se ha implementado en el país el uso de sondas tipo Barber, que combinan el método de perforación de rotación, con parte del método de percusión (empleo de tubería de perforación). Algunos de los métodos conocidos son:

3.3.3 Profundidad del pozo

La profundidad del 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 de profundidad. Generalmente, el pozo se termina en el fondo del acuífero.

La profundidad será fijada inicialmente con base en los espesores, profundidades y rendimientos específicos de los acuíferos, tratando de cubrir la demanda o la necesidad para el uso que se pretende dar al agua. Es recomendable que, si se trata de un acuífero que funciona como libre, la perforación llegue hasta el piso del mismo, para evitar efectos de penetración parcial.

Por la misma razón, en acuíferos confinados se recomienda captar todo el espesor del acuífero, salvo que los espesores sean muy grandes o los caudales de extracción demandados sean pequeños para aceptar una solución de penetración parcial.

3.3.4 Entubación definitiva

La tubería del pozo debe de ser capaz de resistir la presión provocada por los empujes laterales del terreno y la presión hidrostática de los acuíferos existentes, esto por posibles diferencias de nivel de agua entre el interior y exterior del pozo.

La conducción de construcción de estas tuberías está basada en criterios que condicionan su comportamiento estructural e hidráulico, de manera que cumplan con las características de sostenimiento de las paredes del pozo y de la conducción hidráulica que conecta el acuífero con la superficie y permita una adecuada instalación del equipo de bombeo.

Las tuberías que se utilizan para habilitar los pozos son de hierro o acero tipo Johnson, con extremos para soldar. Se ajustan a las normas ASTM-53, ASTM-20 y API (las normas ASTM abarcan varios sectores clave, incluido los productos de metal, tecnología medio ambiental y del agua, entre otros).

Figura N°4

Tuberías metálicas



Nota: El agua subterránea y los pozos. (Johnson, 1975)

En el caso de las tuberías de PVC para pozos profundos, los estándares exigidos son superiores a los comúnmente utilizados en el sistema de riego. Se recomienda el PVC clase 11, 12 y 21, que tolera presiones entre 572 y 3,000 kpa (Johnson, 1975)

3.3.5 Zona de captación

Se define como el sector vivo y activo de la obra, y corresponde a aquel sector de revestimiento que enfrenta la zona filtrante por donde se produce el ingreso del agua. Este sistema permite el ingreso de agua limpia al pozo, exenta de sedimentos, y debe cumplir con exigencia de orden hidráulico, de manera que el pozo sea eficiente y que su caudal específico sea el mayor posible.

La zona de captación está conformada por dos partes: la rejilla o tubería ranurada, y el filtro de grava. Ambos elementos tienen por objeto permitir el acceso de agua libre de material fino en suspensión, impidiendo; además, derrumbes en la perforación. Los referidos elementos deben ser diseñados con el fin de generar el mínimo de pérdidas de carga hidráulica en el pozo.

3.3.6 Longitud de las rejillas

La longitud de la rejilla debe escogerse con relación al espesor del acuífero, abatimiento disponible, y estratificación de la formación. Las reglas a utilizar se pueden aplicar a cuatro situaciones siguientes:

Acuífero artesiano homogéneo: En este acuífero enrejillado de un 70 a un 80 % del espesor del acuífero suponiendo que el nivel del agua no descienda por debajo del techo de este. Una buena práctica de diseño indica que el máximo abatimiento debe ser igual a la distancia que hay desde el nivel estático hasta el techo del acuífero (López C, 2001)..

Acuífero artesiano heterogéneo: Obviamente, en este tipo de formación acuífera lo mejor es enrejillar el estrato más permeable. Este se puede determinar mediante laboratorio, prueba de permeabilidad, análisis granulométrico, inspección visual, y una comparación de los materiales que representa cada estrato (López C, 2001).

La confiabilidad depende de los factores económicos que gobiernan la obra y son los mismos que indican cuánto gasto está justificado hacer para determinar con mayor precisión los intervalos favorables del acuífero.

Acuífero freático homogéneo: Tanto la teoría como la experiencia han demostrado que al enrejillar el tercio inferior del acuífero se obtiene el mejor diseño para esta condición. En algunos pozos se puede enrejillar la mitad inferior del acuífero para obtener una mayor capacidad específica (López C, 2001).

Acuífero de nivel freático heterogéneo: Los principios de diseño que se aplican a los acuíferos artesianos heterogéneos se utilizan también en los diseños de pozos perforados en acuíferos freáticos heterogéneos (López C, 2001).

La única variación en el caso de un acuífero freático es la posición de la rejilla o en los tramos de esta, que ahora deben colocarse en los intervalos inferiores permeables para disponer del máximo abatimiento.

Para el cálculo de la longitud de la rejilla usamos la siguiente ecuación:

$$Lr = Q / 4.37 pd * 2 \quad (6)$$

Donde:

Q= Caudal de diseño en m³/h

p= apertura de la rejilla en %

d= Diámetro de la rejilla en pulgadas

3.3.7 Abertura de las ranuras de las rejillas

En aquellos pozos desarrollados de forma natural las aberturas de las rejillas se deben escoger mediante un análisis granulométrico, la abertura se escoge en la curva granulométrica como aquella que retendrá un 40 o 50 % de la arena.

En la naturaleza se presenta; por lo general, las formaciones heterogéneas o acuíferos estratificados. Cuando se trate de una formación de este tipo, la abertura de la ranura de los diversos tramos de una rejilla de pozo se escoge de modo que se ajuste a la gradación de los materiales de todos los estratos.

3.3.8 Diámetro de la rejilla

El diámetro de la rejilla se escoge con miras a cumplir con un principio básico que consiste en proveer suficiente área de entrada para que la velocidad del agua al pozo no exceda un cierto valor estipulado.

El diámetro de la rejilla constituye un factor que podría variarse una vez que la longitud y el tamaño de la ranura queda definido. En gran medida, son las características naturales del acuífero las que establecen estas dimensiones.

Las pruebas de laboratorio y la experiencia en el campo demuestran que, si la velocidad de entrada del agua a través de la rejilla es de un valor igual o menor de 3 cm/s, las pérdidas por fricción en las aberturas de las rejillas serán de un valor despreciable, por lo que las velocidades de incrustación y corrosión serán mínimas. Un valor comúnmente utilizado es el recomendado por la National Water Well Association, que indica que la velocidad máxima permitida es de 3 o 0.03 m/s.

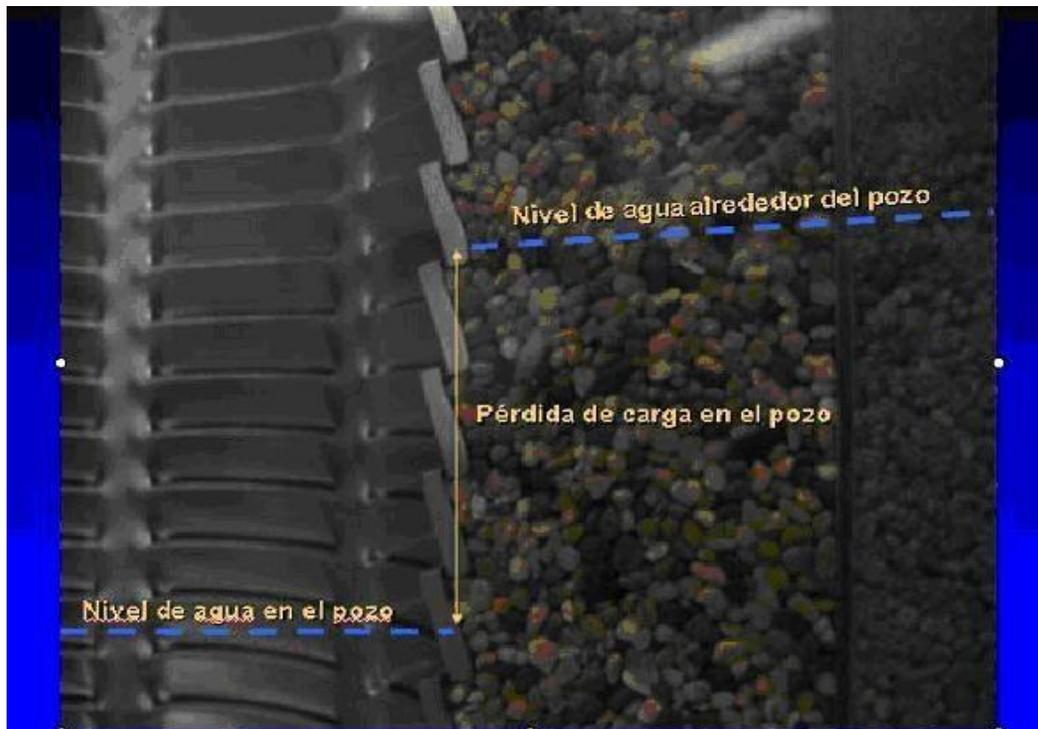
3.3.9 Filtro de grava

Puesto que la teoría de diseño de la gradación de los filtros de grava se basa en la retención mecánica de las partículas de la formación, lo único que se necesitará será un espesor de filtro de solamente dos o tres tamaños de granos para que el filtro retenga y controle la arena de la formación.

Los materiales para filtro deberán estar limpios y contener granos bien redondeados que sean lisos y uniformes, estas características aumenta la permeabilidad y porosidad del material del filtro. Una menor separación hidráulica de las partículas tiene lugar en un material uniforme cuando se coloca o se deja asentar a una profundidad considerable dentro del agua.

Figura N° 5

Pérdidas de carga de una rejilla y filtro de grava



Nota: Fuente, [http://www.aguamarket.com/sql/temas interés/138.asp](http://www.aguamarket.com/sql/temas%20inter%C3%A9s/138.asp)

Es fundamental una prolija selección de la grava, pues la permeabilidad del filtro debe ser mayor que la del acuífero. Se requiere de un trabajo minucioso y prudente en la colocación del filtro, procurando que no se pierda la graduación de la grava elegida. El espesor del filtro deberá de ser de 7 a 20 cm (3 a 8”), dependiendo del valor de la profundidad del pozo y de lo regular de la construcción de la perforación.

En muchas ocasiones, las características del subsuelo posibilitan la creación de la pared de grava con las propias partículas que constituyen la formación. Al respecto se sugiere la siguiente receta para un buen diseño de estos filtros: Cualquier clase de material, por fino que sea, se puede controlar con un filtro construido por grava graduada, con partículas limitadas entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ ” de diámetro.

3.3.10 Sello sanitario

Finalmente usando la Norma Técnica N°. NTON-209.006-11 del 2013, nos define que durante el funcionamiento del pozo también será necesario adoptar las medidas correspondientes para evitar la entrada de aguas contaminadas, para ello se instala una protección superior que consiste en:

- ✓ Prolongar el revestimiento hasta 50 cm por encima del nivel del suelo.
- ✓ Cubrimiento de concreto en la entrada al pozo con pendientes hacia la periferia.
- ✓ Protección a base de material arcilloso en un radio dependiente de las condiciones locales.
- ✓ Cierre sanitario de la boca del pozo a base de chapas atornilladas con juntas o estancas de goma.
- ✓ Cementación del trasdós de revestimiento, al menos en los primeros tres metros.

3.3.11 Limpieza y desarrollo

Ese proceso consiste en un conjunto de operaciones realizadas una vez colocada la rejilla, destinadas a extraer los residuos de la perforación (lodos); logrando un arreglo y mejoramiento en la granulometría; a aumentar la permeabilidad del acuífero hasta llegar al nivel que tenía previo a la perforación y que se ve reducida por la perforación misma al compactar las paredes del pozo y al extraer la presencia de lodos que recubren las paredes de este; y finalmente, a prolongar la vida útil del pozo.

Una vez terminado el pozo, debería realizarse operaciones de limpieza que tengan como objeto desalojar la bentonita, o; en forma general, los lodos de perforación utilizados durante la construcción. Los métodos de desarrollo son básicamente vaivén y pistón, chorros de agua a altas velocidades, aire comprimido, bombeo intermitente o agitación, y sobre bombeo.

3.3.12 Prueba de bombeo

Las pruebas de bombeo son indispensables para conocer el comportamiento de los pozos y determinar las constantes de formación de los acuíferos (T y S). Las pruebas consisten básicamente en un control sistemático del caudal, de los niveles de agua y del tiempo transcurrido durante el bombeo del pozo. Estas pruebas son reconocidas como de caudal variable y caudal constante.

3.3.13 Carga total dinámica

Para la selección del equipo de bombeo se necesita la información básica como es el caudal a explotar de la fuente y la carga total dinámica para la cual también se necesita información de las pérdidas en el sistema y mediante esta información calculamos la CDT, potencial de la bomba y su respectivo motor. Mediante la prueba de bombeo se obtiene: Caudal, capacidad específica, abatimiento, nivel estático y el nivel dinámico de bombeo. Con la utilización de estos datos y una curva característica de bomba se realiza la selección más adecuada del equipo de bombeo.

$$CTD = NDA + \Delta Z + \Sigma Hf \quad (7)$$

Donde:

CTD=Carga total dinámica (m)

NDA=Nivel dinámico del acuífero (m)

ΔZ =Diferencia de Elevaciones (m)

ΣHf = Pérdidas Hidráulicas

3.3.14 Cálculo de Pérdidas Hidráulicas

La pérdida de carga en una tubería o canalización es la pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce. Las pérdidas pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares, o accidentales o **localizadas**, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección, la presencia de una válvula, etc.

Para calcular las pérdidas de carga continuas se recomienda utilizar la expresión universal de Darcy-Weisbach:

$$H_f = (10.5494 * Q^{1.85}(\text{GPM}) * L(\text{m})) / (C^{1.85} * D^{4.87}) \text{ Plgs} \quad (8)$$

Donde:

- Q es el caudal de agua (en GPM, galones por minuto).
- L es la longitud de la tubería (en metros).
- C es el coeficiente de fricción de la tubería.
- D es el diámetro de la tubería (en pulgadas).

La fórmula completa para calcular la pérdida de carga total en una tubería es:

$$H_f = H_{f.c} + H_{f.a} + H_{f.t}(\text{m}) \quad (9)$$

Donde:

- $H_{f.c}$ es la pérdida de carga por fricción en la tubería, que se puede calcular utilizando la fórmula de Darcy-Weisbach o la fórmula de Hazen-Williams.
- $H_{f.a}$ es la pérdida de carga por accesorios en la tubería, que se puede calcular utilizando las tablas de pérdida de carga por accesorios o utilizando ecuaciones específicas para cada tipo de accesorio.
- $H_{f.t}$ es la pérdida de carga por la elevación de la tubería, que se puede calcular utilizando la fórmula:

$$H_{f.t} = (L * \sin \theta) \quad (10)$$

Donde:

L es la longitud de la tubería

θ es el ángulo que forma la tubería con la horizontal.

La pérdida de carga en la tubería y los accesorios (H_f) representa la energía que se pierde debido a la fricción del agua con las paredes de la tubería y los accesorios, y se calcula utilizando las ecuaciones de Darcy-Weisbach o Hazen-Williams. Cuanto mayor sea la pérdida de carga, mayor será la energía que se

necesita para impulsar el agua a través de la tubería, lo que se traduce en un mayor CTD.

Por lo tanto, es importante minimizar las pérdidas de carga en la tubería y los accesorios para reducir el CTD y mejorar la eficiencia del sistema de bombeo de agua. Esto se puede lograr utilizando tuberías de mayor diámetro, reduciendo la longitud de la tubería, utilizando accesorios de baja pérdida de carga, entre otras medidas.

3.3.15 Carga estática

La primera parte de la carga estática, puede obtenerse con mediciones directas, se trata de la distancia vertical que el agua se desplaza desde el nivel de abatimiento del pozo hasta la altura que se descarga el agua. La carga estática es entonces la suma del abatimiento, el nivel estático y la altura de descarga, todos los pozos experimentan el fenómeno de abatimiento cuando se bombea el agua.

3.3.16 Carga dinámica

La carga dinámica es el incremento en la presión causado por la resistencia al flujo de 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 los tubos de PVC de similar tamaño. Además, el diámetro de los tubos influye en la fricción mientras más estrecho mayor resistencia producida.

3.4 Presupuesto

Se entiende por presupuesto de una obra o proyecto, la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para realizarla. El presente trabajo se ocupará de un presupuesto detallado el cual se expresa con base a costos unitarios establecidos por costo de materiales, mano de obra y uso de maquinaria.

En la industria de la construcción, normalmente dividimos los costos en dos grupos principales:

- ✓ Los costos directos unitario
- ✓ Los costos indirectos

3.4.1 Costos directos unitarios

Son los cargos por concepto de material, mano de obra y de gastos, correspondientes directamente a la fabricación o producción en un artículo determinado.

➤ Costo de mano obra (MO)

Es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene en la ejecución del concepto de trabajo que realice.

➤ Costo de material (M)

Es el correspondiente a las erogaciones que hace el contratista para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, que cumpla con las normas de calidad y las especificaciones generales.

➤ **Costo por maquinaria o equipo de construcción (ME)**

Es el que deriva del uso correcto de las máquinas o equipos adecuados y necesarios para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas de calidad y especificaciones generales y particulares que determine la dependencia o entidad y conforme al programa de ejecución convenido.

3.4.2 Costos indirectos

El costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos.

Se deben considerar dentro de este rubro los gastos administrativos y técnicos necesarios para la correcta realización de los procesos constructivos de la obra, incluyendo los imprevistos, como la suspensión o la demora en el trabajo por mal tiempo, por escasez o retraso en la entrega de materiales, de equipo o de mano de obra, por omisiones o modificaciones al proyecto, por conflictos patronales o por accidentes.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Descripción del área de estudio

La edificación del pozo será en la Finca Agrícola Experimental (FAE) propiedad de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), adscrita al Departamento de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Tecnología de la Construcción, La propiedad posee un área de 48.21 Mz (33.99 Ha) y se encuentra ubicado en la comunidad “La Bolsa” del municipio de las Flores, Departamento de Masaya y muy cerca de la comunidad Santa Clara (Úbeda, Arróliga, González, Castellón, & Sevilla, 2023).

4.1.1 Macro localización

La Finca se encuentra en el extremo noreste del municipio de Masaya, casi en el límite con el municipio de Tisma dentro del departamento de Masaya, y muy cerca también del límite con el departamento de Granada, limita al sur con la comunidad La Bolsa, al este con la comunidad Santa Clara, al noroeste con la comunidad Las Cortezas (Úbeda, Arróliga, González, Castellón, & Sevilla, 2023).

Figura N° 7

Mapa de Macro localización de Finca Agrícola experimental de la UNI



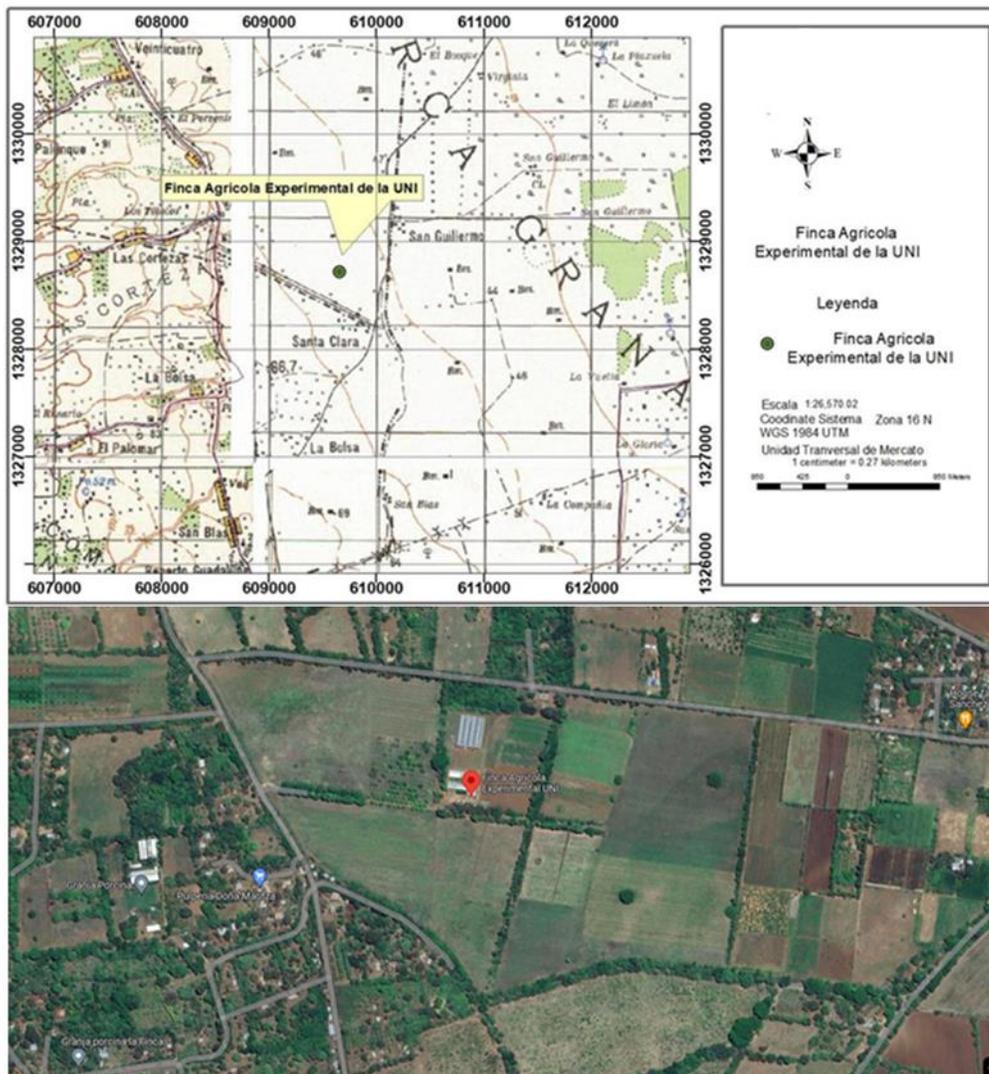
Nota: Fuente Autoridad Nacional del Agua (ANA)

4.1.2 Micro localización

Se enmarca entre las coordenadas geográficas $86^{\circ}00'09.6''$ – $85^{\circ}59'39.2''$ longitud oeste, $12^{\circ}00'49.2''$ - $12^{\circ}00'31''$ Latitud norte, y se encuentra a una altura promedio de 70 msnm.

Figura N° 8

Mapa de ubicación de Finca Agrícola experimental de la UNI



Nota: Fuente Autoridad Nacional del Agua (ANA) e Imágenes 2023 Airbus, CNES/Airbus, Maxar Technologies.

4.2 Diseño de la investigación

La presente investigación tiene un **enfoque cuantitativo** para ello se utiliza secuencias de diseño, partiendo desde la obtención de datos de la zona, de la misma manera se realizará pruebas in situ para determinar la litología del lugar e información de los acuíferos subterráneos, obteniendo una visión general del terreno y determinar las posibles limitaciones o riesgos asociados al diseño del pozo por lo tanto es de **tipo exploratoria** al realizarlo desde el comienzo del proyecto y obteniendo una comprensión general del área donde se construirá el pozo.

La orientación de la investigación **es aplicada** porque se busca determinar los parámetros más óptimos teniendo como base estudios hidrogeológicos de la zona para el correcto diseño del pozo profundo, realizando visitas de campo para obtener la información de datos y de esta forma se logrará complementar la información obtenida de las bibliografías relacionadas al tema, así como la visita a diferentes entidades públicas, gubernamentales y conversaciones con especialistas en este ramo de la ingeniería.

El **alcance** que se pretende dar **es descriptivo**, ya que el desarrollo del tema estará enmarcado en la descripción detallada de las etapas de desarrollo del diseño del pozo, se busca describir las características actuales de la zona de estudio y mediante cálculos y el uso de tablas referenciales se obtendrá un diseño de pozo profundo que nos permitirá conocer la disponibilidad hídrica en la Finca Agrícola Experimental de la UNI.

Se desarrolla una investigación **no experimental** de **corte transversal** por los ensayos y estudios que se realizarán en la finca, recopilando información en un solo instante, ya que al ser formaciones naturales estas se mantendrán inalterables hasta que algún fenómeno natural afecte el área.

4.3 Metodología

A continuación, se describe cada una de las etapas metodológicas que se desarrollarán en el presente estudio para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Etapa 1. Caracterización hidrogeológica de la zona de estudio

Evaluación del sitio: en esta etapa, se lleva a cabo una evaluación detallada del sitio donde se perforará el pozo. Esto implica la recolección de datos de la zona, como el clima, datos hidrológicos, hidrogeológicos, para determinar la disponibilidad de agua subterránea y otros factores relevantes, igualmente se hará un levantamiento topográfico para determinar el área y curvas a nivel de la FAE. Se recopila información bibliográfica y datos suministrados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y de esta forma caracterizar la hidrogeología de la formación acuífera de la zona de estudio y la selección del lugar donde se ubicará el pozo profundo cumpliendo con las condiciones específicas.

➤ Etapa 2. Evaluación de los parámetros hidráulicos del pozo

La evaluación técnica de los parámetros de diseño del pozo se basa en la información recopilada in situ, la obtenida a través de las referencias bibliográficas y la suministrada por INETER, ANIA y expertos consultados, con respecto a las características hidrológicas de los pozos profundos con la que cuenta la zona en estudio. Dicha fase contribuye a determinar con base el análisis e interpretación de los resultados para el diseño del pozo profundo en estudio.

Los parámetros que determinaremos en esta etapa son:

- Porosidad
- Espesor del acuífero
- Transmisividad (T)
- Conductividad Hidráulica (K)

- Capacidad Específica (q)
- Coeficiente de Almacenamiento
- Radio de Influencia (Z_r)
- Ecurrimiento Subterráneo (Q)

Posterior realizaremos la evaluación técnica tomando en cuenta los parámetros determinados.

Diseño preliminar: En esta etapa, se realizará un diseño preliminar del pozo. Se determinará la profundidad estimada del pozo en función de los datos hidrogeológicos obtenidos y se seleccionará el diámetro adecuado. También se decide el tipo de equipo de perforación necesario y se planifica el método de perforación.

Perforación: Esta etapa implicará la perforación real del pozo. Se utilizarán equipos de perforación especializados para excavar el pozo hasta la profundidad deseada. Durante este proceso, se realizarán pruebas periódicas para evaluar la calidad y la cantidad de agua encontrada.

Instalación del revestimiento: Después de alcanzar la profundidad deseada, se instalará un revestimiento en el pozo para garantizar su estabilidad y prevenir el colapso de las paredes.

Instalación del equipo de bombeo: Una vez se complete la instalación del revestimiento, se procederá a instalar el equipo de bombeo necesario para extraer el agua del pozo. Esto incluirá la selección y la instalación de la bomba, así como la conexión de las tuberías y los dispositivos de control correspondientes en la sarta.

Pruebas de Bombeo: Una vez que el pozo está completamente instalado, se realizarán pruebas para evaluar su rendimiento. Estas pruebas incluirán la medición del caudal de agua en diferentes horas.

Prueba de larga duración, recomendable que sea por un período de 72 horas y con medidas de la depresión, en los tiempos siguientes: 0 - 1 - 2 - 3 - 5 - 7 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 55 - 60 - 75 - 90 - 105 - 120 - 150 - 180 minutos, después cada hora hasta completar las 6 horas, para posteriormente medir la depresión cada 2 horas hasta finalizar la prueba.

➤ **Etapa 3. Diseño del pozo profundo**

Una vez seleccionada la ubicación del pozo profundo, determinado y evaluado los parámetros de diseños del pozo y habiendo realizado las mediciones del diámetro posible del pozo y profundidad, se construirán los planos, los cuales son la expresión ingenieril de lo que debe ser construido, representándolo de forma gráfica y detallada a escala con el software AutoCAD.

➤ **Etapa 4. Presupuesto del pozo profundo**

Una vez descritas las etapas para la elaboración del diseño del pozo se pasará a la etapa final que es la determinación del presupuesto o costo total del pozo con su sistema de bombeo, realizando cotizaciones de todos los elementos que componen este diseño en diferentes empresas y seleccionando costos promedios, se presentará detalle en tabla realizada en software Microsoft Excel.

V. DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLÓGICO

Este acápite describe de forma detallada los resultados obtenidos de los pasos y procedimientos que se llevaron a cabo para plantear el diseño del pozo de la UNI FAE

5.1 Caracterización hidrogeológica de la Finca Agrícola Experimental de la UNI

La caracterización de la zona de estudio para el diseño del pozo de la FAE implicó la recopilación de datos relevantes de las condiciones climáticas, topográficas, hidrogeológicas e hidrológicas. Una vez ya obtenidos los parámetros de campo podemos utilizar una serie de fórmula de régimen de equilibrio y del régimen de no equilibrio utilizadas en la hidráulica de pozo.

5.1.1 Condiciones climáticas del sitio

Para conocer las condiciones climáticas de la FAE, se utilizaron los datos climatológicos proporcionados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), correspondiente a la Estación Meteorológica de Masaya, código: 690115,. Dichos datos se utilizaron para tener un panorama acerca de las condiciones climáticas de la zona y proyectar a futuro según el clima la demanda que tendremos en el pozo.

Tabla N°2

Datos meteorológicos de la Estación Masaya promedio históricos.

Mes	Medias de Temp. Min (°C)	Medias Temp. Max (°C)	Humedades Medias (%)	Velc. Viento a 10m (m/s)	Horas solar por día
Enero	18.9	33.5	86	9.0	7.0
Febrero	19.0	34.9	77	7.6	7.0
Marzo	21.0	36.2	75	8.0	7.0
Abril	22.5	37.3	75	4.2	6.0
Mayo	22.1	36.0	87	2.8	6.0
Junio	22.6	34.2	93	2.8	6.0
Julio	22.0	33.0	89	4.2	6.0
Agosto	22.2	32.8	92	4.4	6.0
Septiembre	22.1	33.5	93	4.8	6.0
Octubre	21.5	32.3	96	4.2	6.0
Noviembre	20.0	32.3	91	5.0	7.0
Diciembre	19.2	31.5	86	6.2	8.0
Promedio	21.1	34.0	87	5.3	6.5

Fuente: INETER

5.1.2 Topografía de la FAE

Se realizó el levantamiento topográfico de la FAE haciendo uso de Gps y la información se procesó con los programas de Excel, Google earth, y Civil 3D, obteniendo las coordenadas de los linderos de la finca y las curvas a nivel que pasan sobre la misma, localizando los pozos a más de 200 metros de separación entre el existente, por lo tanto estos no interfieren entre sí para su recarga y rendimiento, del mismo modo la topografía de los terrenos de la Finca es bastante plana, con una pendiente promedio del 1.2 por ciento. (Ver en anexo detalles de planos 1, 2, 3 y 5 de 7)

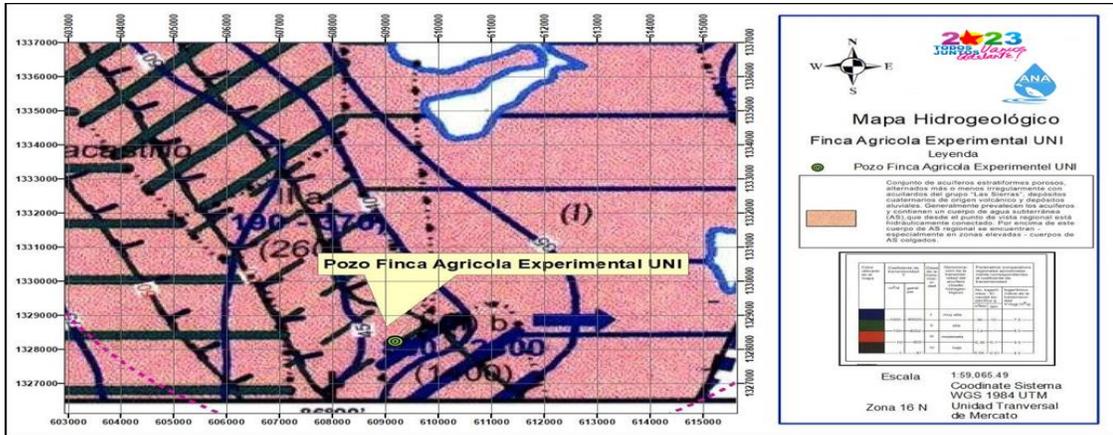
5.1.3 Hidrogeología de la FAE

Se determinó un conjunto de acuífero estratiforme poroso, alternados más o menos irregularmente con acuitardos del grupo las sierritas, depósitos cuaternarios de origen volcánicos y aluviales. Generalmente prevalecen los acuíferos que contienen un cuerpo de agua subterránea, que desde el punto de

vista regional está conectado hidráulicamente. Por encima de este cuerpo de agua subterránea regional se encuentran especialmente en zonas elevadas cuerpos de agua subterránea colgados.

Figura N° 9

Mapa Hidrogeológico – Finca Agrícola Experimental de la UNI



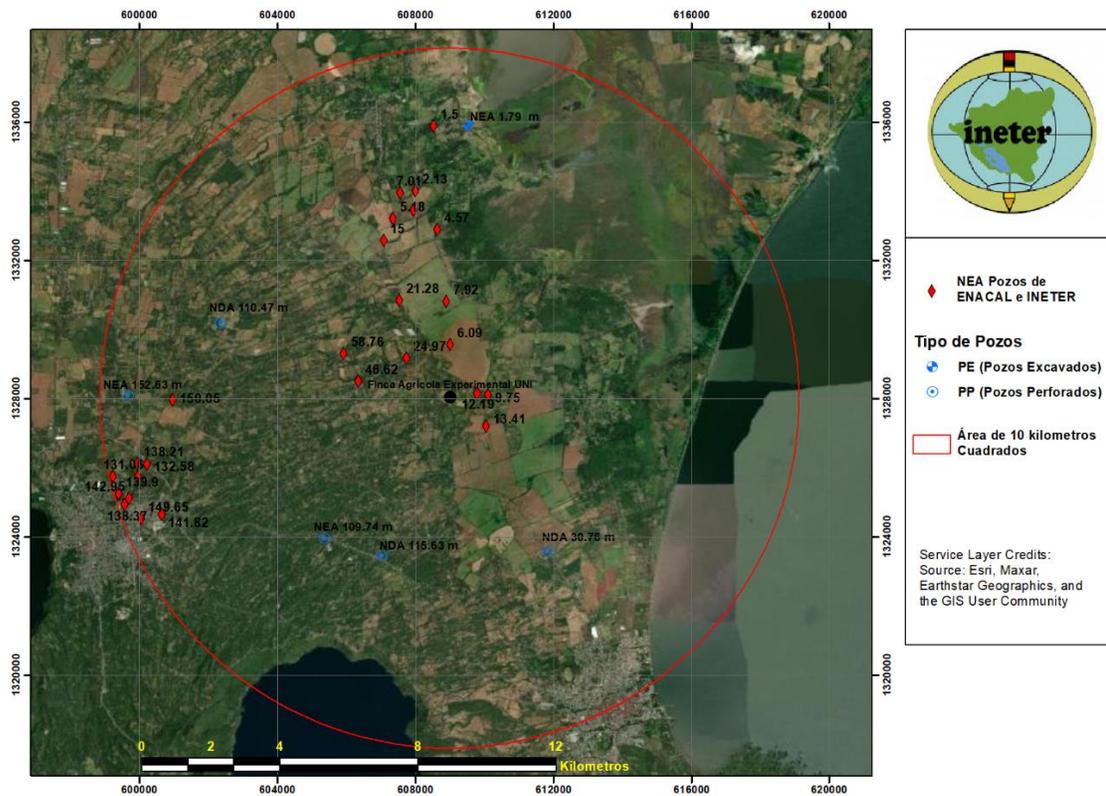
Nota: Fuente Autoridad Nacional del Agua

5.1.4 Inventario de Pozos

Se llevó a cabo el inventario de pozos de las comunidades colindante a la Finca Agrícola Experimental de la UNI en Masaya, donde se recopiló la información detallada de cada pozo existente y registrado en INETER con el fin de gestionar adecuadamente los recursos hídricos y garantizar su buen funcionamiento.

Figura N° 10

Radio del inventario de pozo a 10 km de la FAE



Nota: Fuente INETER

Tabla 3.

Pozos más cercanos a la FAE (ver anexo - plano 4 detalles de 26 pozos a un radio de 10 km de la FAE).

ACUÍFERO DE TIPITAPA-MALACATOYA (08)										
Cant.	N°	TIPO	CODIGO	x	y	z	LOCALIZACION	jun-23	ago-23	
1	423	PE	52	609569.22	1335926	44.024	La pasadita, Tisma	1.89	1.79	
1	445	PP	113	605384	1323951	185.669	La Reforma, Granada	109.67	109.74	
1	459	PP	183	611856	1336436	69.34	MABE El Fortin Jorge Luis Cuarro	30.76		
1	462	pp	192	602358	1330200	195.25	MABE Villa Rafaela Padilla	108.19	110.47	
1	451	PP	180	607038.05	1323449.1	163.82	Capulin 1	114.8	115.63	
ACUÍFERO DE LAS SIERRAS (06)										
Cant.	N°	TIPO	CODIGO	x	y	z	LOCALIZACION	jun-23	ago-23	sep-23
1	319	PP	130	599695	1328009	252	MABE Pilas Occidentales las Conchitas.	153.25	152.64	152.68

Nota: Fuente INETER

5.2 Parámetros Hidrológicos del Pozo de la Finca Agrícola Experimental de la UNI

De acuerdo a los requerimientos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), se determinó los parámetros hidráulicos, tales: niveles estáticos, dinámicos, caudales, y parámetros constructivos del pozo.

5.2.1 Porosidad del acuífero en la Finca Agrícola Experimental de la UNI

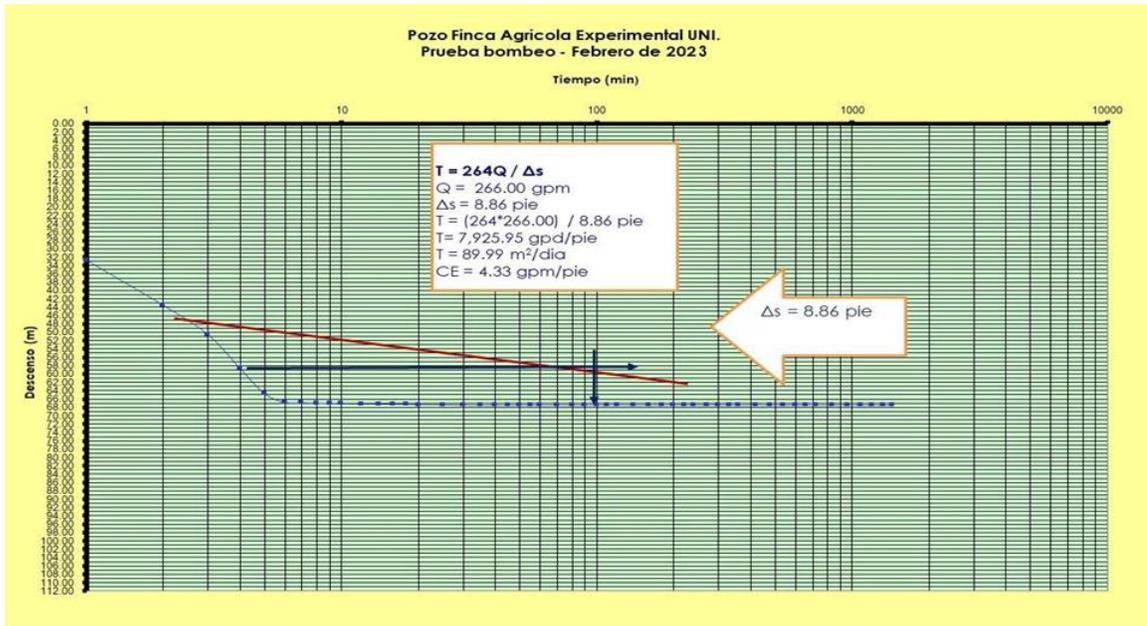
La porosidad se determinó usando el mapa litológico (Figura 9), donde se observa un conjunto de acuíferos porosos alternados más o menos regularmente con acuitardos del grupo "Las sierritas" depósitos cuaternarios de origen volcánico y depósitos aluviales. Generalmente prevalecen los acuíferos y contienen un cuerpo de agua subterránea (AS), que desde el punto de vista regional esta hidráulicamente conectado. Por encima de este cuerpo de agua subterránea regional se encuentra especialmente en zonas elevadas y cuerpos de Aguas subterráneas colgadas.

5.2.2 Transmisividad

De acuerdo al mapa de hidrogeológico de INETER en el área de estudio la transmisividad es del tipo II a y II B, con valores que oscilan entre los 190 – 2000 metros cuadrados por día, y un promedio de acuerdo al mapa de 160 y 1100 metros cuadrados por día. Los resultados de las mediciones se pueden apreciar que la Transmisividad determinada en el pozo Finca Agrícola Experimental de la UNI, mediante Jacob es de $89.66 \text{ m}^2/\text{d}$. Los valores de transmisividad bajos pueden atribuirse a la poca penetración del acuífero en el pozo de estudio y al tipo de formación existente, de igual manera se puede apreciar una capacidad específica de 2.86 gpm/pie.

Figura N°11

Cálculo y gráfico de transmisividad para el Pozo de la Finca Agrícola Experimental de la UNI



Nota: Elaboración Propia

5.2.3 Conductividad Hidráulica Estimada del Pozo

La Conductividad Hidráulica es la capacidad de un medio de transmitir un fluido y esta propiedad esta únicamente en función del medio, se calculó la conductividad Hidráulica de la Finca tomando en cuenta que el Espesor saturado probado es de 61.28 m y la Transmisividad es 89.66 m²/día logrando un resultado de 1.46m/día

$$-K (\text{Finca UNI}) = K = 89.66 \text{ m}^2/\text{día} / 61.28\text{m} = 1.46 \text{ m/día}$$

Datos que corresponde a la formación existente donde se encuentra ubicado el pozo.

5.2.4 Capacidades Específicas

En base a estudio recientes determinan que las capacidades específicas que oscilan entre los 5 gpm/pie y 10 gpm/pie. No obstante, los resultados de la prueba de bombeo determinan que el pozo Finca Agrícola Experimental de la UNI, presentará una capacidad específica de 2.86 gpm/pie.

5.2.5 Radio de Influencia

El radio de influencia que genera, el pozo con un caudal de 266 gpm, es de 69.92 metros, el pozo más cercano se encuentra a 280 metros, lo que garantiza que no habrá interferencia entre ambos de pozos.

Tabla Nº 4

Cálculo radio de influencia

POZO	Q (m ³ /d)	Descenso (m)	CE (m ³ /d/m)	T		s (m)	t		W(u)	U	S	R (m)
				(m ² /d)	(m ² /h)		(d)	(h)				
POZO (2023) UNI	1440	28.36	30.78	200	8.33	0.1	1	24	0.1744	1.1	0.18	69.92

Nota: Elaboración Propia

De acuerdo a los requerimientos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), se determinó los parámetros hidráulicos, tales: niveles estáticos, dinámicos, caudales, y parámetros constructivos del pozo.

Tabla N° 5

Datos de Parámetros hidrológicos

Nombre del Pozo	Finca Experimental UNI
Año de Construcción	2023
Profundidad	250.00 pie
Diámetro de Perforación	18.00 pulgadas
Diámetro de Revestimiento	10.00 pulgadas
Caudal del Pozo	266.00 gpm
Nivel Estático del Agua	49.00 pie
Nivel del Bombeo del Pozo	142.00 pie
Capacidad Específica	2.86 gpm/pie
Transmisividad - Jacob	89.99 m ² /d
Descenso Provocado por Bombeo	93.00 pie
Motor Instalado	Sumergible
Power – Instalado para la prueba	25
Voltios	230V

Nota: Elaboración Propia - Estas mediciones, corresponden a marzo de 2023.

5.3 Diseño del pozo

En este acápite se abordan los elementos necesario que nos permitirán representar el diseño de forma gráfica.

5.3.1 Diámetro del Pozo Según Johnson

De acuerdo a la bibliografía de Eduard Johnson, en la Tabla N° 6 se presentan los diámetros propuestos en base a los caudales.

Tabla N° 6

Diámetro de pozo recomendado

Rendimiento del pozo Previsto (l/s)	Diámetro Nominal de la bomba (")	Diámetro óptimo de la entubación (")	Diámetro mínimo de la entubación (")
Menos de 6	4	6 DI	5 DI
5 a 11	5	8 DI	6 DI
10 a 25	6	10 DI	8 DI
22 a 41	8	12 DI	10 DI
40 a 57	10	14 DI	12 DI
53 a 82	12	16 DI	14 DE
75 a 114	14	20 DI	16 DE
100 a 190	16	24 DI	20 DE

DI = Diámetro Interno; DE = Diámetro Externo

Nota: (Johnson, 1975)

Revestimiento previsto para un rendimiento de 10 - 25 litros por segundo, es de 10 pulgadas máximo y mínimo de 8 pulgadas, para este pozo se estima en 10 pulgadas de revestimiento. Y un diámetro de perforación de 18.5 pulgadas.

5.3.2 Profundidad de pozo

El diseño del pozo propuesto para la Finca Agrícola Experimental de la UNI, tendrá una profundidad de 250 pie, su diámetro de perforación es de 18.5 pulgadas, diámetro de revestimiento de 10 pulgadas, el revestimiento es PVC de 4 mm. Las características técnicas básicas del diseño se detallan en la tabla N° 7.

Tabla N° 7

Características Técnicas del Diseño del Pozo

Características del Pozo Perforado	Finca UNI.
- Caudal de Diseño	266.00 gpm
• Diámetros	
- Bomba sumergible	6.00 pulgadas
- Agujero	18.50 pulgadas
- Tubería Ciega PVC – SDR 26	10.00 pulgadas
- Tubería Rejilla PVC – SDR 26	10.00 pulgadas
- Capacidad específica	2.86 gpm/pie
- Transmisividad	89.66 m ² /d
• Componentes	
- Profundidad del Nivel Estáticos del Agua	49.00 pie
- Profundidad del Nivel Dinámico del Agua	142.00 pie
- Descenso provocado por bombeo	93.00 pie
- Tubería Ranurada de PVC espesor 4 mm	140.00 pie
- Longitud de Tubería Ciega PVC espesor 4 mm	20.00 pie
- Longitud de tubería ciega para lodos sedimentabas	10.00 pie
	250.00 pie
• Profundidad total del pozo	

Nota: Elaboración propia

No obstante, se recomienda un caudal de operación de 200 gpm, evitando que el descenso regional de 5 pies por año, nos afecte directamente al pozo y en un periodo no mayor de 10 años, quede colgada 120 pies de rejilla.

En el diseño del pozo se aprecia la columna litológica, de igual manera y se presenta el registro eléctrico del pozo, el cual determina la ubicación de los estratos más permeables y las litologías existente.

En el espacio anular comprendido entre el agujero y la tubería de revestimiento se instaló un empaque de grava de canto rodado, el cual

tiene un diámetro de 3/8 pulgadas a 1/4 de pulgadas, con la finalidad de retener el paso de materiales finos dentro del pozo. El sello sanitario es de 30.00 pie.

5.3.3 Diseño de la rejilla

La rejilla es un elemento de importancia en el diseño de un pozo sus características guardan una estrecha relación con los parámetros hidráulicos del Acuífero.

➤ Características de la rejilla Utilizada

- Material de fabricación: PVC SDR – 26
- Dimensiones del tubo: 6 m
- Diámetros 10 pulgadas
- Longitud: 6 metros
- Espesor de 2.00 mm
- Abertura de la Rejilla
- Área libre: 15% de rejilla abierta
- Tubería ciega de PVC SDR - 26, de 4 mm de espesor

Para el cálculo de la rejilla abierta se estimó con Caudal de diseño en m³/h: 266.00.00 gpm que equivalen a 60.41 m³/h y una apertura de rejilla que es del 25%, sin embargo, se realizó el cálculo con el 15%. Un diámetro de rejilla en de 10 pulgadas con un factor de conversión de 4.3 y un factor de seguridad: 2

$$Lr = (60.41/4.37 * 0.15*10) *2$$

$$Lr= 18.43 \text{ me equivalente a } 60.45 \text{ Pie}$$

Tabla N° 8

Velocidad crítica de diseño

REVISIÓN POR VELOCIDAD CRÍTICA DE DISEÑO		
Diámetro de rejilla	10 Plg	
No. De abertura (Slot)	80 milésima de plg	
Abertura en milímetros (Slot)	2.0 Mm	
Área abierta por pie lineal (Según tabla)	114 Plg ² / Pie	
Área abierta total de la rejilla	6840.00 Plg ²	
	44118 cm ²	
Capacidad transmisora de rejilla	35.34 Gpm / Pie	
	0.44 m ³ /min/m	
Velocidad crítica de diseño	3	cm/s
Velocidad de acceso en la rejilla en análisis	0.26	cm/s
Estado de análisis en las rejillas	correcto	

Nota: Elaboración Propia

El descenso del pozo estimado es igual a 157 pies, tomando en cuenta los datos climáticos proveído por INETER estos datos fueron calculados para un descenso de la vida útil de 10 pies.

Tabla N° 9

Ubicación primera rejilla

UBICACIÓN MÍNIMA DE LA 1RA REJILLA		
$D = NDA + \text{Descenso estacionario} + \text{Descenso de la vida útil del pozo}$		
NDA	142	Pies
Descenso estacionario	5	Pies
Descenso de la vida útil del pozo	10	Pies
D=	157	Pies
Equivalente a 39.63 metros		

Nota: Elaboración Propia

Tabla N° 10

Datos hidráulicos

DATOS HIDRÁULICOS FINCA AGRICOLA EXPERIMENTAL DE LA UNI	
CAUDAL DE DISEÑO (Q)	266 gpm
	60.41 m ³ /h
	16780.22 cm ³ /s
Porcentaje área abierta	15.00 %
Diámetro	10.00 Plg
factor de conversión	4.37 factor
Tipo de Rejilla	Ranurada
Abertura de ranura de rejilla	1.5 mm
Capacidad específica (C.E.)	2.77 Gpm/Pie
NEA	49 pies
	14.94 m

Nota: Elaboración Propia

5.3.4 Cálculo para el filtro de Grava

Para un filtro de grava de 4 metros cúbicos, se necesitarían aproximadamente 6 toneladas de grava, considerando que la densidad de la grava es de alrededor de 1.5 toneladas por metro cúbico. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este cálculo es solo una estimación y puede variar dependiendo de las especificaciones del proyecto.

Tabla N° 11

Volumen de grava requerido para pozo

CÁLCULO DE VOLUMEN DE GRAVA REQUERIDO PARA POZO	
$V = (D^2 - d^2) * h * 0.000152$	
V1= Volumen 1 de grava en m3	3 m ³
D1= Diámetro externo 1 en plg	18.50 Plg
d1= Diámetro interno 1 en plg	10 Plg
h1= Altura 1 en pies	250 Pies
Factor de conversión	0.000152
Sumatoria de volúmenes	9.2055 m ³
% de desperdicio	35 %
Volumen total	4 m ³

Nota: Elaboración Propia

5.3.5 Diseño del sello sanitario

En resumen, respetando la Norma Técnica N°. NTON-209.006-11 del 2013, el sello sanitario contiene 30 pies de profundidad y 18.5 pulgadas de diámetro externo, se necesitarían aproximadamente 11 bolsas de cemento y 1.4 m³ de arena para el mortero del sello sanitario.

Tabla N° 12

Volumen de mortero para sello sanitario

CÁLCULO DE VOLUMEN DE MORTERO PARA SELLO SANITARIO PROPORCION 1:5		
$V = (D^2 - d^2) * h * 0.000152$		
V1= Volumen de concreto en m3	1.10	m ³
D= Diámetro externo en plg	18.50	Plg
d= Diámetro interno en plg	10	Plg
h= Profundidad de sello sanitario	30	Pies
Factor de conversión	0.000152	
Número de bolsas de cemento	11	
Volumen de arena requerido	1.4	

Nota: Elaboración Propia en base a Norma Técnica N°. NTON-209.006-1.

Se calculó el volumen requerido de arena para la perforación del pozo agregando un porcentaje de imprevistos y pérdidas del 35%, obteniendo un resultado de 3 m³.

Tabla N° 13

Volumen de arena para relleno

CÁLCULO DE VOLUMEN DE ARENA PARA RELLENO		
$V = (D^2 - d^2) * h * 0.000152$		
V1 = Volumen de arena en m3	1.49	m ³
D = Diámetro externo en plg	18.50	Plg
d = Diámetro interno en plg	10	Plg
h = Profundidad de relleno	30	Pies
Factor de conversión	0.000152	
% de imprevisto	35.0	%
Volumen de Arena para el pozo	2.87	m ³
Volumen requerido de arena para el pozo	3	m ³

Nota: Elaboración Propia

5.3.6 Descripción de la Prueba de Bombeo

Se realizó prueba de bombeo a descarga libre al pozo cercano por un periodo de 8 horas proyectándose hasta las 24 horas, la cual incluye, la explotación del pozo a caudal constante y su recuperación, esta prueba se realizó aun caudal constante de 1.01 m³/min, equivalente a 266.00 gpm. Las pruebas se realizaron midiéndose constantemente los niveles dinámicos durante todo el periodo de la prueba y posteriormente al finalizar la prueba se realizó su respectiva recuperación, por cada pozo de forma independiente.

Los datos Básicos de la prueba de bombeo realizada al pozo cercano se pueden apreciar en el Tabla N°14

Tabla N° 14

Prueba de bombeo pozo Finca Agrícola Experimental de la UNI

<u>INFORMACIÓN GENERAL</u>						
UNI		Pozo 1		Finca Agrícola Experimental		
Fecha	Inicio	22/2/2023	Final	23/2/2023	Nivel estático agua	
			(pie)	49.00		
Hora	Inicio	9:30 p. m.	Final	6:30 a. m.	Temperatura agua	
<u>CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO</u>						
Tipo		Sumergible 25 HP				
Caudal de bombeo promedio 266 gpm				Recuperación		
Hora	Minutos	Nivel Dinámico (pie)	Descenso (pie)	Minutos	Abatimiento residual (pie)	Recuperación (pie)
	0	49.000		0	115.0	
	1	80.200	32.70	1	0	115.010
	2	91.010	43.51	2	1	84.150
	3	98.050	50.55	3	2	51.340
	4	106.150	58.65	4	3	50.500
	5	112.250	64.75	5	4	48.500
	6	114.310	66.81	6	5	48.500
	7	114.440	66.94	7	6	48.500
	8	114.510	67.01	8	7	48.500
	9	114.580	67.08	9	8	48.500
	10	114.630	67.13	10	9	48.500
	12	114.670	67.17	12	10	48.500
	14	114.720	67.22	14	12	48.500
	16	114.760	67.26	16	14	48.500
	18	114.810	67.31	18	16	48.500
	20	114.860	67.36	20	18	48.500
	25	114.910	67.41	25	20	48.500
	30	114.990	67.49	30	25	48.500
	35	115.010	67.51	35	30	48.500
	40	115.010	67.51	40	35	48.500
	45	115.010	67.51	45	40	48.500
	50	115.010	67.51	50	45	48.500
	55	115.010	67.51	55	50	48.500
	60	115.010	67.51	60	55	48.500
	70	115.010	67.51	70	60	48.500
	80	115.010	67.51	80	70	48.500
	90	115.010	67.51	90	80	48.500
	100	115.010	67.51	100	90	48.500

	110	115.010	67.51	110	100	48.500
	120	115.010	67.51	120	110	48.500
	140	115.010	67.51	150	120	48.500
	160	115.010	67.51	180	150	48.500
	180	115.010	67.51			
	200	115.010	67.51			
	220	115.010	67.51			
	240	115.010	67.51			
	270	115.010	67.51			
	300	115.010	67.51			
	330	115.010	67.51			
	360	115.010	67.51			
	420	115.010	67.51			
	480	115.010	67.51			
	540	115.010	67.51			
	600	115.010	67.51			
	660	115.010	67.51			
	720	115.010	67.51			
	840	115.010	67.51			
	960	115.010	67.51			
	1080	115.010	67.51			
	1200	115.010	67.51			
	1320	115.010	67.51			
	1440	115.010	67.51			

Nota: Elaboración Propia

5.3.7 Cálculo del Equipo de Bombeo Propuesto

Para el cálculo del equipo de bombeo propuesto se realizó para un caudal de 200gpm, mediante la fórmula:

$$\text{BHP bomba} = \text{Caudal (gpm)} \times \text{CTD (pies)} / (3960 * \% \text{ Ef Bomba})$$

$$\text{BHP bomba} = 200 \text{ gpm} \times (281.20 \text{ pies}) / (3960 \times 85\% \text{ bomba})$$

$$\text{BHP bomba} = 15.20, \text{ potencia inmediata superior: } 20 \text{ Hp}$$

EQUIPO RECOMENDADO FULL INOX-TROQUELADO: 6PWS230G200H

$$\text{Hp motor} = \text{BHP} / \% \text{ Ef Motor) Hp motor} = 15.20 / 91 \%$$

$$\text{Hp motor} = 16.70 = 20 \text{ Hp}$$

Un equipo de bombeo de 20 hp (caballos de fuerza) es una opción adecuada para pozos de gran profundidad o con una alta demanda de agua. Este tipo de equipo es capaz de proporcionar un flujo de agua constante y de alta presión, lo que lo hace ideal para abastecer grandes áreas o proyectos agrícolas o industriales.

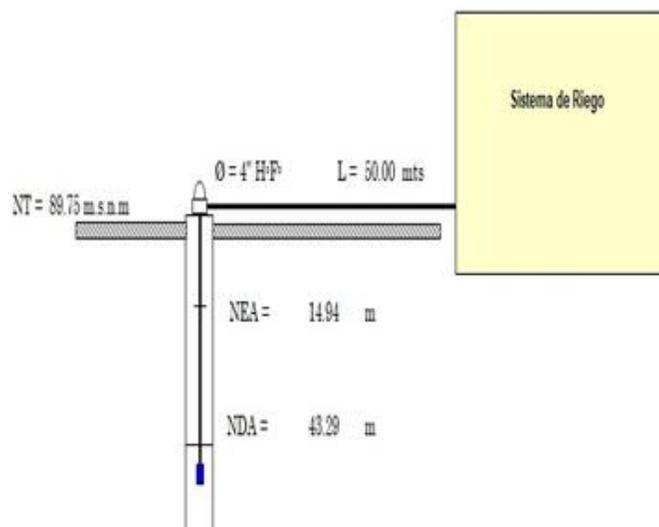
El equipo propuesto a ser instalado en el pozo perforado es del tipo sumergible, fabricada totalmente en acero inoxidable, con las siguientes características:

- Bomba impulsora** : Tipo sumergible de 6.00 pulgadas
- Caudal nominal** : 200 gpm
- C.T.D. Nominal** : 255.84 pie
- Motor Sumergible** : 20 HP @ 3,600 rpm, en 3Ph/230 voltios.
- Número de Etapas**: 15
- Modelo de Equipo**: PEARL: 6PWS230G200H
- Tubería de Columna**: 220 x 4.00 pulgadas en H° G°, con sus acoples.

5.3.8 Determinación de la carga total dinámica (CTD) Finca experimental UNI.

Figura N° 12

Esquema de la bomba



Nota: Elaboración Propia

El nivel de bombeo de 200 gpm se refiere a la cantidad de agua que el equipo de bombeo es capaz de extraer del pozo en un minuto. Este nivel de bombeo es adecuado para pozos con una alta demanda de agua, como en el caso de proyectos agrícolas, industriales o de riego.

Es importante tener en cuenta que el nivel de bombeo debe ser seleccionado en función de las características específicas del pozo y de la demanda de agua.

Tabla N° 15

Nivel de Bombeo

Punto	NDA	Q(gpm)
Pozo FAE	36.48	200
Se utilizó un Nivel de Bombeo de 36.48m equivalente a 119.65 pie tomando en cuenta el rebajamiento y la capacidad específica del Pozo.		

Nota: Elaboración Propia

La elevación del pozo es de 89.75 m.s.n.m esta es la altura vertical desde la superficie del suelo hasta el nivel del agua en el pozo. Esta medida es importante para determinar la capacidad de bombeo del pozo, se determinó que la presión de salida es de 35.46 m.c.a.

Tabla N° 16

Elevación del Pozo

Elev/pozo (m.s.n.m)	ΔZ (m)	Presión de salida (m.c.a)
89.75	0	35.46

Nota: Elaboración Propia

➤ **Cálculos de pérdidas**

$$H_f = (10.5494 * Q^{1.85}(\text{GPM}) / L(\text{m})) / (C^{1.85} \times D^{4.87} (\text{Plg}))$$

Las pérdidas de carga en una tubería influyen en el cálculo del CTD (Carga Total Dinámica) en un sistema de bombeo de agua. El CTD representa la energía que se necesita para impulsar el agua desde el pozo hasta el punto de entrega, y está compuesto por tres componentes: la pérdida de carga por accesorios de la Sarta que es 0.96m, la pérdida por columna que en este caso es de 3.35m, la pérdida por la línea de succión que es de 0.102m y la pérdida por la línea de conducción que fue de 0.27m.

➤ **Pérdidas por accesorios de la Sarta**

Codo 90°x4(1) = 2.70

Medidor maestro 4" (2) = 25.00

Válvula compuerta 4" (2) = 1.20

Válvula Ventosa 1/2 "(1) = 0.36

Yee 4" = 3.35

Tee 4 " = 1.20

Junta Dresser 4 "(1) = 1.36

Long. Equivalente = 35.17 m

HWC = 130 H⁰F⁰

Diámetro= 4 Plg

Hf. Accesorio = 0.96 m

➤ **Pérdidas por Columna**

Hf.col= 0.05*Lc

Lc=67.07 m

Hf.col= 3.35m

➤ **Hf. Accesorios en la Línea de Conducción**

Codo 45°x4(2) = 3.36

Valv. De comp. 3" = 0.36

Long. Equivalente = 3.72 m

HWC= 130 H⁰F⁰

Diámetro = 4 Plg

Hf. Accesorios= 0.102 m

➤ **Hf. Línea de Conducción (Tubería)**

Longitud = 50 m/ H⁰F⁰

HWC = 130 H⁰F⁰

Diámetro = 4 Plg.

Hf. Tubería = 1.37 m

Longitud = 10 m/ H⁰F⁰

HWC = 130 H⁰F⁰

Diámetro = 4 Plg.

Hf. Tubería = 0.27 m

Si el CTD (Carga Total Dinámica) en el sistema de bombeo de agua de la Finca experimental agrícola es de 78 m, la pérdida de carga en la tubería y los accesorios es de 6.06 m y se tiene una bomba de 20 HP, se logrará un buen desempeño tomando en cuenta los parámetros Hidrológicos y basándonos en los cálculos Hidráulicos de este estudio.

Tabla N° 17

Cálculo del CDT (m)

PUNTO	NDA	ΔZ	Presión de salida (m.c.a)	Hf. Columna	Hf Accesorio	Hf Tubería	Hf Total	CTD (m)
POZO	36.48	0	35.46	3.35	1.06	1.64	6.06	78

Nota: Elaboración Propia

$$CTD = NDA + \Delta Z + \Sigma Hf$$

Donde:

CTD=Carga total dinámica (m)

NDA=Nivel dinámico del acuífero (m)

ΔZ =Diferencia de Elevaciones (m)

HP= 16.70

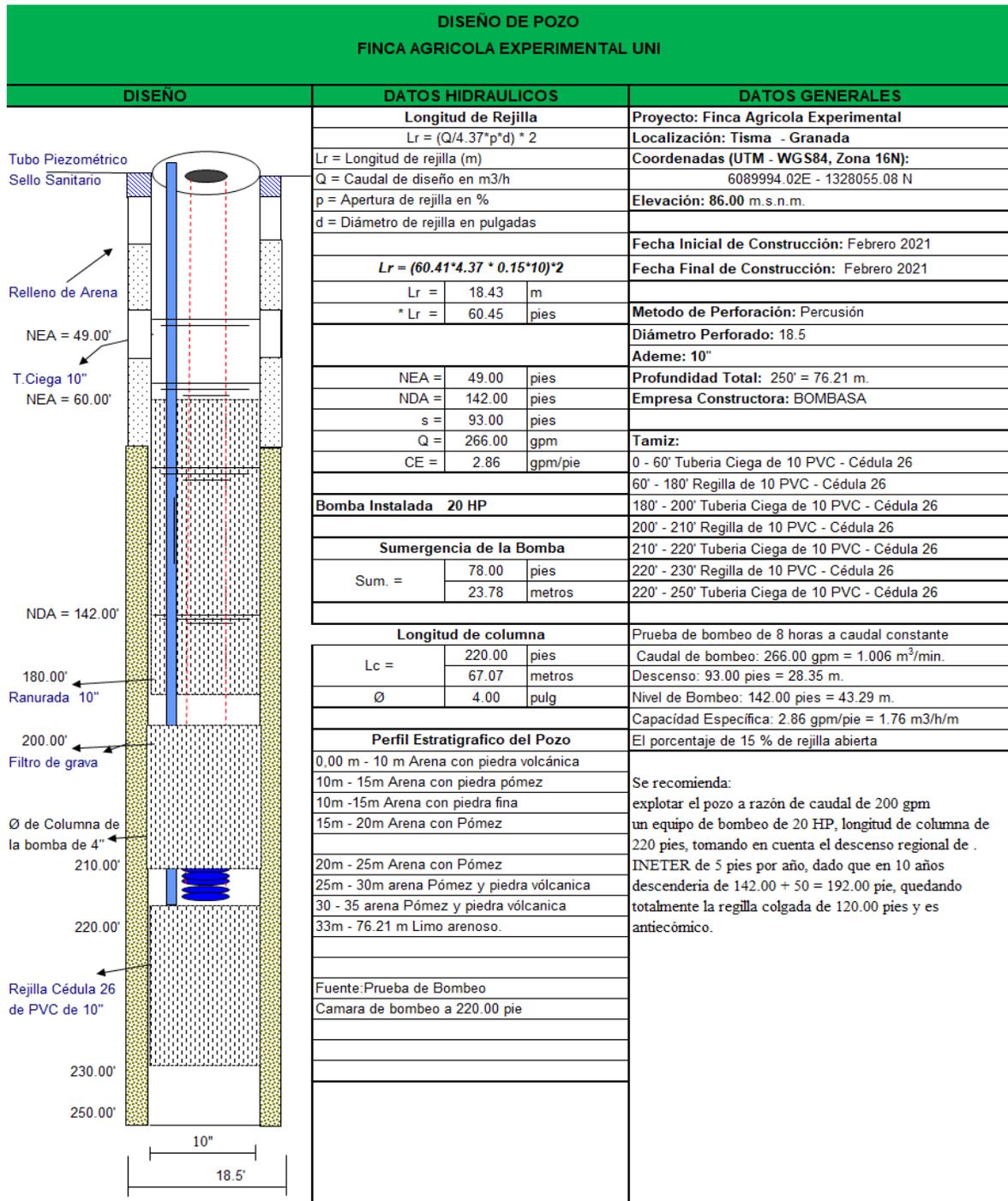
Em= 0.91

Eb=0.85

CTD= 255.84 Pies

Figura N° 13

Datos del diseño de Pozo Finca Experimental UNI



Nota: Elaboración Propia

5.4 Presupuesto de perforación de pozo e instalación de bomba

Se realizó cotizaciones para encontrar el precio promedio de ejecución para la perforación e instalación del pozo las cuales están divididas en el siguiente orden:

Se determinó el presupuesto final para los materiales de la Sarta del pozo profundo diseñado y los costos asociados. Se definió la siguiente lista de los elementos de la Sarta:

Tabla N° 18

Materiales de Sarta

ITEM	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	BOMBA SUMERGIBLE FRANKLIN SSI 6" 150SSI20F66-1263 C/MOTOR SUMERGIBLE F.E. 6" 20HP 3PH 230/460V. VOLT X SAND	UNIDAD	1	C\$ 62,960.95	C\$ 62,960.95
2	5/8 x 2-1/2" Perno Hex. Gr-2, 731815000000	UNIDAD	48	C\$ 36.54	C\$ 1,753.92
3	5/8 x 4" Perno Hex. Gr-2 731815000000	UNIDAD	16	C\$ 40.32	C\$ 645.12
4	5/8" Arandela Presion Gr-2,731822000000	UNIDAD	128	C\$ 2.94	C\$ 375.81
5	5/8" Tuerca Hex. Gr-2, 731816000000	UNIDAD	64	C\$ 8.07	C\$ 516.74
6	5/8" Unidad A/Plana Gr-2, 731822000000	UNIDAD	168	C\$ 9.18	C\$ 1,541.40
7	V. MARIPOSA HF 4" MOD. 2109 TIPO WAFER OPERACION POR PALA	UNIDAD	1	C\$ 4,070.19	C\$ 4,070.19
8	V. CHECK AI WAFER 4" AISI 316 MOD. 2415 GENEBRE	UNIDAD	1	C\$ 5,794.29	C\$ 5,794.29
9	BRIDA AC A105 150# SLIP-ON 3" RF	UNIDAD	1	C\$ 728.20	C\$ 728.20
10	BRIDA AC A105 150# SLIP-ON 4" RF	UNIDAD	1	C\$ 1,277.26	C\$ 1,277.26
11	FILTRO DE DISCO HELIX SISTEM 4NB 130 MICRON	UNIDAD	1	C\$ 29,056.08	C\$ 29,056.08
12	VALVULA DE AIRE TRIFUNCIONAL DE 2" NPT VYRSA	UNIDAD	2	C\$ 2,095.31	C\$ 4,190.62
13	MANOMETRO DE GLICERINA DE 0-160PSI, CONEXIÓN 1/4 IVF	UNIDAD	3	C\$ 581.12	C\$ 1,743.36
14	REDUCTOR BUSHING DE BRONCE DE 3/4" X 1/4"	UNIDAD	4	C\$ 153.63	C\$ 614.52
				SUB-TOTAL	C\$ 115,268.46
				IVA	C\$ 17,290.27
				TOTAL	C\$ 132,558.72

Nota: Elaboración Propia

El presupuesto final de los materiales de construcción para el pozo profundo diseñado se ha calculado teniendo en cuenta los elementos requeridos para este proyecto. Este presupuesto incluye los costos de los siguientes elementos:

Tabla N° 19

Materiales de Construcción

ITEM	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	Perforación de Agujero de 18.5" en condiciones normales	PIES	250	C\$ 1,383.58	C\$ 345,895.00
2	Transporte/Instalación filtro de grava	M3	10	C\$ 5,097.40	C\$ 50,974.00
3	Construcción Base de concreto 2' x 2' x 2'	UNIDAD	1	C\$ 7,282.00	C\$ 7,282.00
				SUB-TOTAL	C\$ 404,151.00
				IVA	C\$ 60,622.65
				TOTAL	C\$ 464,773.65

Nota: Elaboración Propia

Igualmente se determinó el presupuesto final de la tubería necesaria para la construcción del pozo profundo diseñado para la FAE, considerando la profundidad del pozo. Incluye la cantidad y tipo de tubería requerida para su instalación.

Tabla N° 20

Tubería

ITEM	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	Tubería ciega PVC de 10-3/4 SDR 26	PIES	110	C\$ 436.92	C\$ 48,061.20
2	Tubería Ranurada PVC de 10-3/4 SDR 26	PIES	140	C\$ 618.97	C\$ 86,655.80
3	Tubería ciega y Ranurada PVC de 10-3/4	PIES	250	C\$ 36.41	C\$ 9,102.50
				SUB-TOTAL	C\$ 143,819.50
				IVA	C\$ 21,572.93
				TOTAL	C\$ 165,392.43

Nota: Elaboración Propia

Por último se determinó el presupuesto de mano de obra para la construcción del pozo profundo diseñado para la FAE, la instalación de tuberías, sistema de bombeo, perforación, revestimiento, transporte y todas las tareas relacionadas con la construcción del pozo definidas en la siguiente tabla:

Tabla N° 21

Mano de Obra

ITEM	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
1	Transporte de equipos de perforación, desde el plantel HIDROPOZO hasta el SITIO DEL POZO	C/U	1	C\$ 12,743.50	C\$ 12,743.50
2	Instalación de Equipos de Perforación y Otros	C/U	1	C\$ 7,282.00	C\$ 7,282.00
3	Desmontaje de Equipos de Perforación y Otros	C/U	1	C\$ 5,461.50	C\$ 5,461.50
4	Transporte de equipos de perforación, desde el SITIO DEL POZO hasta el plantel HIDROPOZO	C/U	1	C\$ 23,666.50	C\$ 23,666.50
5	Transporte de Tubería PVC de 10-3/4	GLP	1	C\$ 12,743.50	C\$ 12,743.50
6	Desarrollo y limpieza con pistón	HORA	8	C\$ 1,456.40	C\$ 11,651.20
7	Traslado de Equipo de Bombeo, ida y vuelta	VIAJE	2	C\$ 10,923.00	C\$ 21,846.00
8	Instalación de Equipo de Bombeo	C/U	1	C\$ 18,205.00	C\$ 18,205.00
9	Prueba de Bombeo de 8 horas	HRS	24	C\$ 1,820.50	C\$ 43,692.00
10	Extracción de Equipo de Bombeo	C/U	1	C\$ 18,205.00	C\$ 18,205.00
				SUB-TOTAL	C\$ 175,496.20
				IVA	C\$ 26,324.43
				TOTAL	C\$ 201,820.63

Nota: Elaboración Propia

VI. CONCLUSIONES

- Los datos obtenidos de la caracterización hidrogeológica de la Finca Experimental de la UNI para el diseño del pozo profundo, ayudaron a determinar un perfil litológico del área de estudio, de la misma manera se pudo obtener un inventario de 26 pozos dentro de un radio de 10 km, los cuales no tienen incidencia sobre el pozo en estudio. El uso de esta caracterización fue esencial para el diseño del pozo proyectado
- Para la perforación del pozo de la Finca Experimental Agrícola de la UNI, el revestimiento previsto para un rendimiento de 10 – 25 litros por segundo es de 10 pulgadas máximo y mínimo 8 pulgadas.
- El pozo debe ser explotado a un caudal de 200 gpm con un equipo de bombeo de 20 HP tomando en cuenta el descenso regional proporcionado por INETER.
- Se proyectó una prueba de bombeo usando un pozo existente cercano a razón de un caudal de bombeo de 266 gpm, presenta un nivel estático de 49.00 pie y un nivel dinámico de 142 pie. Los resultados de la prueba de bombeo determinan que el pozo a caudal constante y a descarga libre, se estabiliza a los 35 minutos, de igual manera su recuperación total se alcanza a los 5 minutos. La prueba se realizó por un periodo de 8 horas y se proyectó a 24 horas, y su debida recuperación.
- La transmisividad determinada en el pozo durante la prueba de bombeo es de 89.66 metros cuadrados por día, lo que está dentro del rango, por lo que determina que nuestros cálculos están correctos y una conductividad hidráulica de 1.46 metros por día.

- Las capacidades específicas que oscilan entre los 5 gpm/pie y 10 gpm/pie. No obstante los resultados de la prueba de bombeo determinan que el pozo Finca Agrícola Experimental de la UNI, presentará una capacidad específica de 2.86 gpm/pie.
- El costo total del pozo profundo diseñado para la FAE de la UNI, asciende a C\$ 964,545.43 córdobas nacionales.

VII. RECOMENDACIONES

Una vez finalizadas las obras es muy importante establecer un programa de mantenimiento del pozo. Así con periodicidad anual, el propietario llevará a cabo la siguiente inspección:

- Control del brocal del pozo y la zona que lo rodea. Este examen debe centrarse en encontrar posibles grietas o daños en la carcasa, constatar que la tapa sanitaria se encuentra en buenas condiciones y comprobar que no existe agua estancada alrededor.
- Revisará también que no existe ninguna actividad cercana (propia o ajena) que pudiera contaminar su fuente de suministro.
- Tomará una muestra de agua que enviará a analizar.
- Como complemento a esta inspección anual a realizar por el propietario, es muy recomendable que un profesional cualificado revise por completo la instalación cada diez años.
- Se recomienda no bombear agua a temperaturas mayores de los 60 °C.
- Asegurarse de que el pozo esté libre de partículas de arena que puedan dañar los impulsores de la bomba.
- Tener en cuenta siempre que al trabajar con tuberías de PVC estas debe ser tratadas con mucho cuidado ya que son susceptibles a los golpes así como a la exposición prolongada de los rayos ultravioleta por ser sensibles deteriorando la resistencia del material.
- Se recomienda de ser posible utilizar una bomba que gire a una velocidad Mayor que la seleccionada y que cumpla con los requerimientos de diseño sin incremento significativo de tamaño y costo.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio, M. J. (2008). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. México, Limusa.,
- Chow, V. T. (1987). *Hidrología Aplicada*. Bogotá.
- Cirelli. (2012). *El agua: un recurso esencial*. Buenos Aires, Argentina.
- Ecológica, U. (2002). *Geólogos del Mundo*. San Salvador.
- INIDE. (2005). *Estudio Poblacional del Departamento de Masaya*. Masaya.
- Johnson, S. (1975). *El agua subterránea y los pozos*. Minesota.
- Krasny. (1998). *Estudios Hidrogeológicos E Hidroquímicos de la Región Del Pacífico de Nicaragua*. Managua: COSUDE .
- Krasny, J., & Hecht, G. (1998). *Estudios hidrogeológicos e hidroquímicos de la Región del Pacífico de Nicaragua*. Managua, Nicaragua.
- López, C. (2001). *Diseño de Pozo profundo*. Argentina.
- López, C. (2012). *Hidrología Subterránea*. Ediciones Omega.
- López, N. (2000). *Diseño de equipo de bombero para pozo profundo*.
- Malavasi, O. (2012). *Litoral*. Costa Rica.
- MARENA. (2001). *Informe del estado ambiental en Nicaragua, 2001* .
- Medrano, S. T. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Cartagena.
- Meza, J. (1999). *Hidráulica de pozos* .
- Molden. (2007). *Water Management Institute*. International.
- Pimienta, J. (1996). *Captacion de aguas subterráneas* . Barcelona.
- Úbeda, J. M., Arróliga, S. E., González, J. U., Castellón, R. J., & Sevilla, O. E. (2023). *Diseño curricular del Tecnico Superior en Mecanizacion Agricola*. Managua.

IX. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Nº	Actividad	Tiempo de Ejecución Mes y Semanas. – AÑO 2023																											
		Enero 2023				Febrero 2023				Marzo 2023				Abril 2023				Mayo 2023				Junio 2023				Julio 2023			
		S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
1	Curso de metodología de la investigación. Identificación de idea y delimitación del tema, planteamiento del problema, objetivos, antecedentes, justificación, perspectiva teórica (revisión de literatura y construcción de marco teórico), Concepción del diseño metodológico				x																								
2	Selección de tema y planteamiento de objetivos (presentación al decano para aprobación)				x																								
3	Aprobación del Tema				x																								
4	Elaboración de Introducción y marco teórico					x	x	x																					
5	Recolección de datos y Selección de información (INETER, visita a comunidad la bolsa)								x	x	x	x	x																
6	Elaboración de diseño metodológico														x	x	x	x											
7	Selección y elaboración de bibliografía																		x	x									
8	Análisis de datos																				x	x	x	x					
9	Reporte de resultados de acuerdo a metodología y objetivos																									x	x	x	x

ANEXOS

Planos

Otros

RESIDENCIAL	COMERCIAL	AGRÍCOLA	INDUSTRIAL	MUNICIPAL
-------------	-----------	----------	------------	-----------

PARA: FERNANDA VALENCIA

COTIZACIÓN No. 48328

FECHA: 07/02/2023

ATENCIÓN: FERNANDA VALENCIA TELÉFONO 7869-2611	ASUNTO: EQUIPO SUMERGIBLE 150GPM 20HP	CONDICIÓN DE OPERACIÓN:
---	--	-------------------------

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
1	BOMBA SUMERGIBLE FRANKLIN SSI 6" 150SSI20F66-1263 C/MOTOR SUMERGIBLE F.E. 6" 20HP 3PH 230/460V. VOLT X SAND FIGHTER. INCLUYE: PANEL DE ARRANQUE DIRECTO 20HP 3PH 230V VALVULA CHECK VERTICAL DE 3" GOULDS C03105B06 000, TUBO UPVC DE 3" X 10 STD (UPVC-STD-3-00-PL) C/ ACOPLER SUP E INF 240 CABLE SUMERGIBLE FLAT AWG 4 X 3 + 1N (PIES). ----- ULTIMA LINEA -----	1.00	62,960.95	62,960.95

Validez de la Oferta 10 DIAS	Tiempo de Entrega 2 DIAS	Garantía 6 MESES X DESP FAB
--	------------------------------------	---------------------------------------

SUB-TOTAL	USD	62.960,95
I.V.A.	USD	9.444,14
TOTAL	USD	72.405,09

Al momento de realizar su pedido favor brinden su número de Cotización ¡GRACIAS POR PREFERIRNOS!

Condiciones de Pago

 Observaciones
 DESCUENTO APLICADO EN LA OFERTA /
 DISPONIBLE SALVO PREVIA VENTA

 Contacto
 Scarleth Sandoval
scarleth.sandoval@bomohsa.com
 Sucursal MNG

CONTADO



La Casa del Perno, S.A.
¡Si no lo tiene OLVIDELO!

RUC # J0310000151059

Carretera Norte km 2.5, de los semáforos Antigua PEPSI 1c al Sur, 1c al Oeste.

(505) 22493615

COTIZACIÓN

FECHA 08/02/2023

COTIZACIÓN # **00282068**

CLIENTE

FERNANDA VALENCIA

OC #

Sucursal	Vendedor	Correo Vendedor	Exento	Fecha Vence	Moneda	Forma de Pago
Casa Matriz	Andrea González		No	10/03/2023	Córdoba (C\$)	Contado

TIENDA CEDIS

Código	Descripción	Und	Cant	Precio	%Desc	Monto
1 XB-10-040	5/8 x 2-1/2" Perno Hex. Gr-2, 731815000000		48.00	36.5458	0 %	1,754.20
2 XB-10-064	5/8 x 4" Perno Hex. Gr-2 731815000000		16.00	40.3259	0 %	645.21
3 LWZ-040	5/8" Arandela Presion Gr-2,731822000000		128.00	2.9360	0 %	375.81
4 BFC-040	5/8" Tuerca Hex. Gr-2, 731816000000		64.00	8.0740	0 %	516.74
5 APGU-040	5/8" Unidad A/Plana Gr-2, 731822000000		168.00	9.1750	0 %	1,541.40

Comentarios	Sub Total	4,833.36
	Impuesto	725.00
	TOTAL	5,558.36
	Descuento	0.00

*Emitir Cheque a nombre de: LA CASA DEL PERNO, S.A. (Solo se aceptan Cks Certificados)

**Oferta valida por 30 días, Precios y Existencias pueden estar sujetos a cambios por disponibilidad de Almacén

***Somos Grandes Contribuyentes estamos Exentos del 2% y del 1% ALMA

Tasa de Cambio Aplicada: 36.7000



REPRESENTACIONES TÉCNICAS LANUZA, S.A.

COTIZACIÓN: PBR-01555

Cotizado por: Brandon Prado



Km. 11.5 Carretera a Masaya, Complejo OFINOVA,
Ofibodegas 7 y 8. Managua, Nicaragua.
Web: www.retecsa.com.ni

Teléfono: (505) 22983346 al 49
Email: ventas@retecsa.com.ni
RUC: J0310000154040

CLIENTE: 1 MOSTRADOR
RUC: ND
ATENCIÓN/FAX: Fernanda Valencia
TELÉFONO:
REFERENCIA: Materiales Varios

FECHA: 08/02/2023
VÁLIDEZ DE LA OFERTA: 7 Dias
CONDICIÓN DE PAGO: CONTADO
VENDEDOR: Central

ÍTEM	CÓDIGO	CANTIDAD	UM	DESCRIPCIÓN	SAC	PRECIO	TOTAL
1	03-VMA-HF-10224	1.0	UND	V. MARIPOSA HF 4" MOD. 2109 TIPO WAFER OPERACION POR PALANCA GENEBRE	8481.80.90.00.00	\$ 112.00	\$ 112.00
2	03-VCH-AI-11729	1.0	UND	V. CHECK AI WAFER 4" AISI 316 MOD. 2415 GENEBRE	8481.30.00.00.00	\$ 159.14	\$ 159.14
3	01-BRI-AC-04003	1.0	UND	BRIDA AC A105 150# SLIP-ON 3" RF	7307.91.00.00.00	\$ 20.00	\$ 20.00
4	01-BRI-AC-04004	1.0	UND	BRIDA AC A105 150# SLIP-ON 4" RF	7307.91.00.00.00	\$ 35.08	\$ 35.08

TIEMPO DE ENTREGA:

Inmediata

El tiempo de entrega sujeto a confirmación al recibir su orden de compra.

POLÍTICA DE ENTREGA DE PEDIDOS EN INVENTARIO:

Solicitudes recibidas antes de las 9:00 am, se entregan el mismo día. Productos sujetos a previa venta.

OFERTA VÁLIDA POR COMPRA TOTAL DEL PEDIDO.

NOTA IMPORTANTE:

Elaborar cheque a nombre de RETECSA. Solo se aceptan cheques CERTIFICADOS.

Caja no acepta pagos en efectivo mayores a \$1000 o su equivalente en córdobas.

Efectuar retenciones del IMI e IR. No estamos exentos.

OBSERVACIONES:

Total Mercadería:	\$ 326.22
10.00% Descuento:	\$ 32.82
Subtotal:	\$ 293.60
IVA:	\$ 44.04
Total General:	\$ 337.64

TRESCIENTOS TREINTA Y SIETE con 64/100

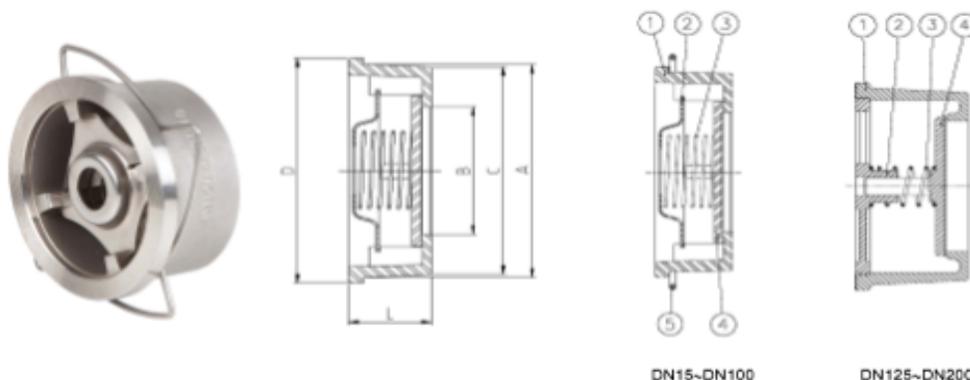
Moneda: Dólares



ARTICULO: 2415
Válvula de retención a disco tipo wafer
Wafer disk check valve

Características
1. Válvula de retención a disco tipo wafer.
2. Construcción en acero inox. 1.4408 (CF8M).
3. Disco en acero inox. 1.4408 (CF8M).
4. Resorte en acero inoxidable AISI 316.
5. Dimensiones reducidas.
6. Montaje entre bridas EN 1092 PN10/16/25/40 y ANSI 150/300.
7. Instalación Horizontal, Vertical o Inclinada.
8. Anillo de centrado.
9. Longitud entre caras según EN 558-1 S.49.
10. Presión de trabajo máxima 40/25 bar (ver tabla)
11. Baja pérdida de carga.
12. Temperatura de trabajo -20°C +240°C

Features
1. Wafer check valve, single disk.
2. Made of stainless steel 1.4408 (CF8M).
3. Disk made of stainless steel 1.4408 (CF8M).
4. Spring made of AISI 316.
5. Small dimensions.
6. Assembly between flanges EN 1092 PN10/16/25/40 and ANSI 150/300.
7. Installed with vertical, horizontal or inclined flow.
8. Centering Ring.
8. Face to Face according to EN 558-1 S.49.
9. Max. Working pressure 40/25 bar (see table).
10. Low head loss.
11. Working Temperature -20°C +240°C.



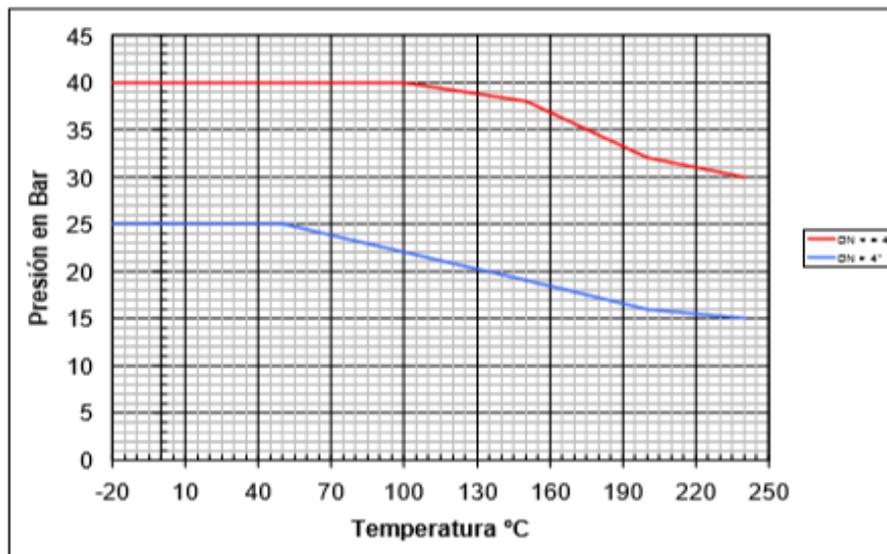
Nº	Denominación / Name	Material	Acabado Superficial / Surface Treatment	Cód. Recambio Spare Part Code
1	Cuerpo / Body	Acero Inox. / Stainless Steel 1.4408	Granallado / Shot blasting	-----
2	Soporte Muelle / Spring Support	Acero Inox. / Stainless Steel AISI 316	-----	-----
3*	Muelle / Spring	Acero Inox. / Stainless Steel AISI 316	-----	K2415
4	Disco / Disk	Acero Inox. / Stainless Steel 1.4408	Pulido / Polishing	-----
5	Anillo Centraje / Centering Ring	Acero Inox. / Stainless Steel	-----	-----

* Piezas de recambio disponibles / Available spare parts

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

Ref.	Medida / Size	DN	PN	D	Dimensiones / Dimensions (mm)			L	Peso / Weight (Kg)
					A	B	C		
2415 04	1/2"	15	40	39	34	15	33	16	0,085
2415 05	3/4"	20	40	46	41	20	40	19	0,122
2415 06	1"	25	40	54	49	25	47,5	22	0,198
2415 07	1 1/4"	32	40	70	62	32	59,5	28	0,380
2415 08	1 1/2"	40	40	81	71	40	68	32	0,520
2415 09	2 "	50	40	94	85	48	81,5	40	0,775
2415 10	2 1/2 "	65	40	113	102	62	97	46	1,240
2415 11	3 "	80	40	132	123	75	117,5	50	1,865
2415 12	4 "	100	40	150	140	95	134,5	60	2,650
2415 13	5 "	125	25	187	177	118	169	90	5,500
2415 14	6 "	150	25	217	205	140	196	106	8,300
2415 16	8 "	200	25	274	261	185	245,5	140	16,100

CURVA PRESION TEMPERATURA / PRESSURE TEMPERATURE RATING



VALORES DE Kv / Kv VALUES

Kv = Es la cantidad de metros cúbicos por hora (m³/h) que pasará a través de la válvula generando una pérdida de carga de 1 bar.

Kv = Flow rate of water in cubic meter per hour (m³/h) that will generate a pressure drop of 1 bar across the valve.

1/2" DN15	3/4" DN20	1" DN25	1 1/4" DN32	1 1/2" DN40	2" DN50	2 1/2" DN65	3" DN80	4" DN100	5" DN125	6" DN150	8" DN200
4,9	8,8	11,2	20,7	29	40	57	85	92	192	255	425

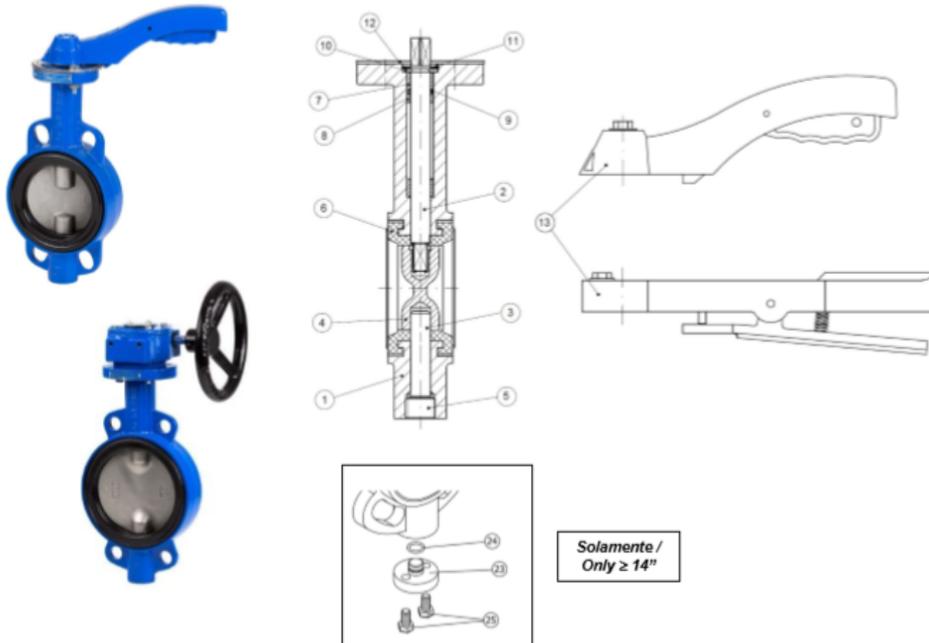
PRESIÓN DE APERTURA / OPENING PRESSURE (mbar)

Flujo / Flow	DN15 ~ DN65	DN80 ~ DN100	DN125-DN200
↑ → ↓	24 ~ 30	20 ~ 26	30 ~ 36

ARTICULO: 2109
Válvula de mariposa tipo wafer
Butterfly valve wafer type

Características
1. Válvula de mariposa tipo wafer.
2. Cuerpo de fundición EN-GJL-200 (GG-20) para montaje entre bridas ANSI 150 y EN 1092 PN 10/16.
3. Elastómero de EPDM.
4. Disco de acero inoxidable 1.4408 (CF8M).
5. Brida montaje actuadores según ISO 5211.
6. Longitud entre caras según UNE EN 558-1 Serie 20 (DIN 3202 K1).
7. Recubrimiento con pintura Epoxi.
8. Temperatura de trabajo -20°C +120 °C.
9. Máxima presión de trabajo: 16 bar (medidas 2" a 12") 10 bar (medidas 14" a 24")

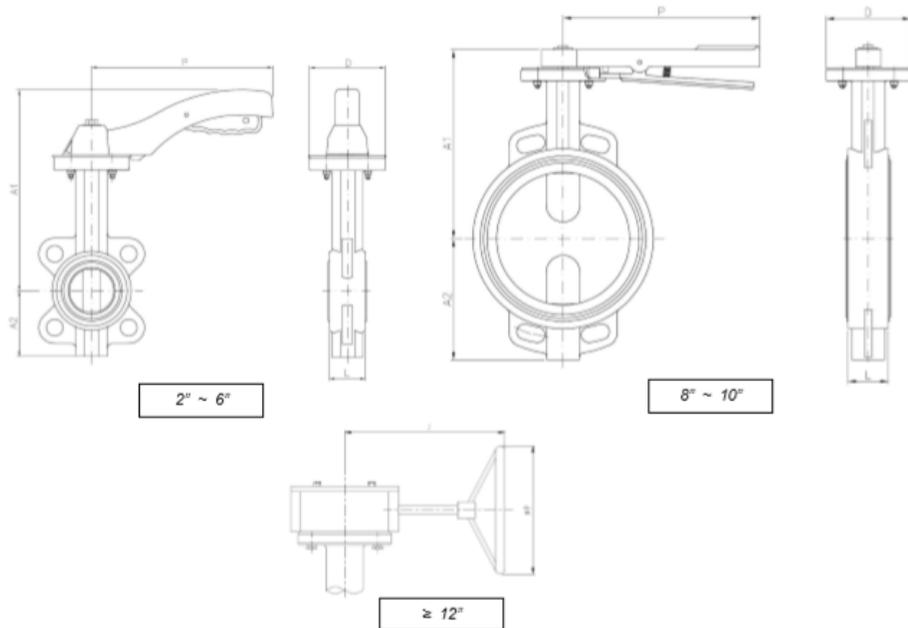
Features
1. Butterfly valve wafer type.
2. EN-GJL-200 (GG-20) CI body allows installation between ANSI 150 and EN 1092 PN 10/16 flanges.
3. EPDM body seat.
4. Disc made of Stainless Steel 1.4408 (CF8M).
5. Actuator mounting plate according to ISO 5211.
6. Face to face according to UNE EN 558-1 Series 20 (DIN 3202 K1).
7. Epoxy coating.
8. Working Temperature -20°C +120 °C.
9. Maximum working pressure: 16 bar (sizes 2" to 12") 10 bar (sizes 14" to 24")



N.	Denominación / Name	Material	Acabado Superficial / Surface Treatment	Cód. Recambio Spare Part Code
1	Cuerpo / Body	Fundición / Cast Iron EN-GJL-200	Pintado Epoxi / Epoxy Painted	-----
2	Eje / Stem	Acero Inox. / Stainless Steel AISI 416	-----	-----
3	Pivote / Pivot	Acero Inox. / Stainless Steel AISI 416 ($\leq 12''$)	-----	-----
4	Disco / Disc	Acero Inox. / Stainless Steel 1.4408 (CF8M)	Granallado / Shot blasting	-----
5	Tapón / Plug	Acero Carbono / Carbon Steel ($\leq 12''$)	Cincado / Zinc Plated	-----
6*	Elastómero / Seat	EPDM	-----	E2109
7	Casquillo / Bush	PTFE + Grafito / Graphite	-----	-----
8	Casquillo / Bush	PTFE + Grafito / Graphite	-----	-----
9	Tórica / O' ring	NBR	-----	-----
10	Arandela / Washer	Bronce / Bronze	-----	-----
11	Seguro / Stop Ring	Acero Carbono / Carbon Steel	Cincado / Zinc Plated	-----
12	Placa dentada / Plate	Acero Carbono / Carbon Steel	Cincado / Zinc Plated	-----
13	Palanca / Handle	Aluminio o Fundición EN-GJL-200 / Aluminium or Cast iron EN-GJL-200	Pintado Epoxi / Epoxy Painted	-----
23	Tapón /	Fundición / Cast Iron EN-GJL-200 ($\geq 14''$)	Pintado Epoxi / Epoxy Painted	-----
24	Tórica / O'ring	NBR ($\geq 14''$)	-----	-----
25	Tornillo / Bolt	Acero Carbono / Carbon Steel ($\geq 14''$)	Cincado / Zinc Plated	-----

* Piezas de recambio disponibles / Available spare parts

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS



GENEBRE S.A.

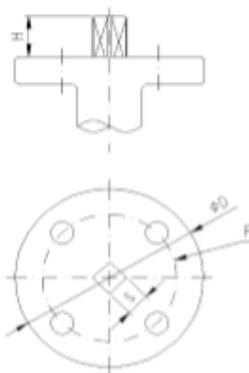
FECHA DE REVISIÓN: 01/12/2017

NUMERO DE REVISION: 13

Ref.	Medida / Size	DN	PN	L	Dimensiones / Dimensions (mm)				Peso / Weight (kg)
					A1	A2	J	P	
2109 09	2"	50	16	43	238	70	***	170	2,800
2109 10	2 1/2"	65	16	46	238	80	***	170	3,300
2109 11	3"	80	16	46	238	100	***	170	3,800
2109 12	4"	100	16	52	270	115	***	215	5,800
2109 13	5"	125	16	56	300	135	***	215	7,400
2109 14	6"	150	16	56	300	150	***	215	8,350
2109 16	8"	200	16	60	280	180	***	300	14,400
2109 18	10"	250	16	68	330	215	***	300	21,800
2109 20	12"	300	16	78	360	250	240	290	38,800
2109 22	14"	350	10	78	390	260	257	290	56,100
2109 24	16"	400	10	102	420	300	257	290	77,600
2109 26	18"	450	10	114	445	330	306	400	115,500
2109 28	20"	500	10	127	480	370	306	400	144,500
2109 32	24"	600	10	152	710	467	342	400	243,000

*** Nota: De 2" a 6" Maneta de aluminio / From 2" to 6" Aluminium handle.
De 8" a 10" Maneta de fundición de hierro / From 8" to 10" cast iron handle.
A partir de 12" operación mediante reductor manual / From 12", handling by gear box.

Dimensiones de brida superior / Top flange dimensions:



Top flange dimensions						
Article	DN	F (ISO5211)	S	D	H	Torque N·m
2109 09	50	F05	11	65	16	12
2109 10	65	F05	11	65	16	20
2109 11	80	F05	11	65	16	27
2109 12	100	F07	14	90	16	39
2109 13	125	F07	14	90	16	58
2109 14	150	F07	14	90	16	90
2109 16	200	F07/F10	17	125	30	120
2109 18	250	F10	22	125	40	180
2109 20	300	F10/F12	22	150	40	340
2109 22	350	F12	22	150	45	640
2109 24	400	F14	27	175	45	805
2109 26	450	F14	27	175	45	1100
2109 28	500	F14	36	175	45	1500
2109 32	600	F16	∅ 50,65	210	70	2500

Perdidas de Carga (K_v) según posición del disco / Head losses according to disc position:

DN	Posición del Disco (grados) / Disc Position (degrees)								
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°
50	125	99	73	53	37	23	14	6	0.9
65	244	193	141	93	58	37	21	10	1.3
80	399	315	231	133	83	53	30	13	1.7
100	727	606	429	237	148	94	54	23	2.6
125	1190	991	670	370	232	147	85	37	4
150	1600	1334	887	490	308	195	112	48	5
200	2868	2458	1611	935	588	364	208	88	10
250	4697	3914	2550	1479	931	577	330	140	16
300	6987	5822	3800	2217	1379	869	480	203	23
350	9115	7676	5137	2927	1859	1142	654	259	29
400	12081	10173	6805	3878	2483	1513	866	343	39
450	14890	12539	8706	4962	3151	1935	1108	439	50
500	19323	16272	10843	6180	3924	2410	1380	547	62
600	37295	33939	22628	14297	8640	4848	2238	1057	130

VALORES DE K_v / K_v VALUES

K_v = Es la cantidad de metros cúbicos por hora (m³/h) que pasará a través de la válvula generando una pérdida de carga de 1 bar.

K_v = Flow rate of water in cubic meter per hour (m³/h) that will generate a pressure drop of 1 bar across the valve.

VALORES DE C_v / C_v VALUES

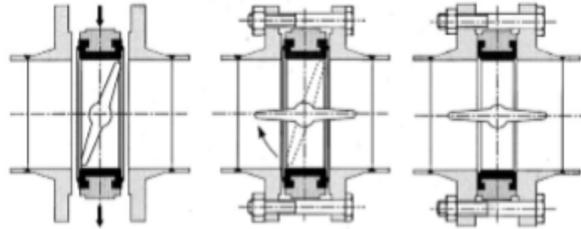
C_v = Es la cantidad de galones por minuto (gpm) que pasará a través de la válvula generando una pérdida de carga de 1 psi.

C_v = Flow rate of water (g.p.m.) which generates a pressure drop of 1 psi across the valve.

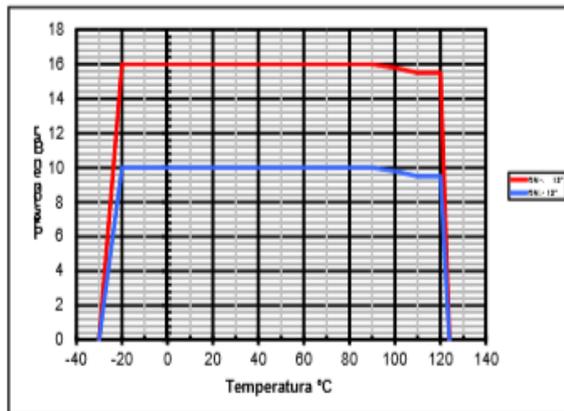
C_v = 1,156 · K_v

Medidas de Precaución para la instalación / Caution measures for Installation:

1. No instale la válvula en posición totalmente cerrada / *Do not install the butterfly valve in total closed position.*
2. Verifique el buen paralelismo de las bridas / *Check the good parallelism of the flanges.*
3. No coloque otras juntas entre las bridas / *Do not insert other gaskets between flange and valve.*
4. Abra totalmente la válvula antes de apretar las bridas / *Open completely the valve before tightening flanges.*



CURVA PRESION TEMPERATURA / PRESSURE TEMPERATURE RATING





Cotización #:	NI-HG-25-2025
Fecha:	8-02-25
Numero RUC:	
Cliente:	FERNANDA VALENCIA
Contacto:	Ella misma
Ubicación:	Managua
Teléfono:	78693621
Correo:	
Cultura:	

PROFORMA

Item	Cantidad	UM	Codigo Bicfema	Codigo BAC	Descripcion del Producto	Precio unitario (C\$)	Costo Total (C\$)
1	1.00	Unidad			FILTRO DE DISCO HELIX SISTEM 4NB 130 MICRON	29.056.08	C\$ 29.056.08
2	2.00	Unidad			VALVULA DE AIRE TRIFUNCIONAL DE 2" NPT VYRSA	2.095.31	C\$ 4.190.61
3	3.00	Unidad			MANOMETRO DE GLICERINA DE 0-160PSI, CONEXIÓN 1/4, IN/F	581.12	C\$ 1.743.36
4	4.00	Unidad			REDUCTOR BUSHING DE BRONCE DE 3/4" X 1/4"	153.63	C\$ 614.54
5							
						Sub-Total (C\$)	C\$ 35.604.59
						IVA	C\$ 5.340.59
						Total (C\$)	C\$ 40.945.28

Lugar de Entrega: Bodegas Agrologico

Tiempo de Entrega: Inmediata/ sujeto a existencias

Forma de Pago: Contado

Vigencia de la oferta: 5 Días

- Nota:
- 1) Si cancela en Corobas nos regimos conforme a la tasa oficial de cambio
 - 2) Para la Exoneración del IVA presentar documentación correspondiente
 - 3) Si va a realizar Depósito hacerlo a Nombre de : AGROLOGICO DE NICARAGUA S.A
 - 4) Precios basados en las cantidades ofertadas, si las cantidades cambian el precio sufre variación

	BAC MONEDA CORDOBIAS	C\$	335-151436
	BAC MONEDA DOLARES	US	335-151424
	BANCENTRO MONEDA CORDOBIAS	C\$	410-202417
	BANCENTRO MONEDA DOLARES	US	411-201422
	BDF MONEDA CORDOBIAS	C\$	500-302339-4
	BDF MONEDA DOLARES	US	101-301462-2
	BANCO FICOHSA CORDOBIAS	C\$	172-303000001791
	BANCO FICOHSA DOLARES	US	172-303010001998

	BANPRO MONEDA CORDOBIAS	C\$	10010600000462
	BANPRO MONEDA DOLARES	US	10100610000113
	AVANZ MONEDA CORDOBIAS	C\$	0545376601
	AVANZ MONEDA DOLARES	US	0545378202

Agradeciendo su atención, me suscribo cordialmente.

Atentamente,

Ing. Heydi Gutiérrez
Ventas Oficina
Cel: 8252-8359 Tigo.



AGROLOGICO DE NICARAGUA S.A
Km 2 1/2 carretera norte, Edificio FONDILAC



Ing. Pedro López Pastora

Consultoría, Contratista, Perforaciones de Pozos, instalación de equipos de Bombeo Sumergibles Eléctricos, energía de baja y Alta Tensión, Formulación y Construcción de proyectos de Agua y Saneamiento.

Dir. Proquinsa 2 c al este ½ c al sur, León Nicaragua.

Teléf. 89390457 (Claro) - 88687644 (Mov). Email: pedrolopezpastora@yahoo.com

Cedula RUC 281120272@0010V Lic MTI 4609

PROFORMA TECNICA ECONOMICA



PROYECTO PERFORACION DE UN POZO EN PROPIEDAD DE FERNANDA VALENCIA.

Ing. Pedro López Pastora

Consultoría, Contratista, Perforaciones de Pozos, instalación de equipos de Bombeo Sumergibles Eléctricos, energía de baja y Alta Tensión, Formulación y Construcción de proyectos de Agua y Saneamiento.

Dir. Proquinsa 2 c al este ½ c al sur, León Nicaragua.

Teléf. 89390457 (Claro) - 88687644 (Mov). Email: pedrolopezpastora@yahoo.com

Cedula RUC 2811202720010V Lic MTI 4609

Fecha: 24 de Abril 2023

Ing. Fernanda Valencia

Privado

Estimado Ing. Valencia atendiendo su solicitud, se ha preparado una oferta técnica económica de los costos y componentes de la perforación de UN pozo con maquina rotativa con martillo a fondo.

En visita de campo con su persona se ha preparado cotización para las intenciones de perforación de UN pozo en su propiedad

A través de la presente se da a conocer la oferta técnica económica por la perforación de un pozo profundo en finca rural.

Según la experiencia y las características geológicas de la zona se puede encontrar de 0 a 250 pies, según los análisis de mapeo y fotografías aéreas se reconocen Suelos franco limosos, talpetate andesitas de dureza media en algunos sectores y rocas semi fracturadas, por lo que se recomienda una perforación como promedio de 250 pies de profundidad,

Se le garantiza un buen trabajo de perforación:

Equipo de perforación de pozo

Se garantiza un equipo de perforación del método Rotativo con aire comprimido o con tricono con inyección de aire o sino aplicando bentonita con capacidad de 540 pies de acceso (Chicago Pneumatic T 600)

Los componentes que se reflejan a continuación son de 18.5 '' plgs

Responsabilidad del contratado

1. Perforación de UN pozo profundo de 250 pies de profundidad,
2. Diámetro de perforación a 18.5' plgs en todo su acceso.
3. Ademe de pozo con tubería de 10 plgs pvc de diámetro.
4. Empaque de grava en el espacio anular.
5. Sello sanitario de 20 pies desde la superficie.
6. Base de concreto reforzado de 2x2x2 con 3,000 psi.
7. Ubicar tubería ranurada de 10 plgs pvc en los tramos donde se localicen las mejores fuentes de abastecimiento.
8. Desarrollo y limpieza de 1 horas consecutiva.
9. Suministro de la litología y diseño.
10. Indicar el punto exacto de la cámara de bombeo.
11. Indicar las recomendaciones de bombeo.
12. Instalación de tubo engrave.
13. El tiempo de ejecución del pozo se considera en 10 días hábiles de trabajo.
14. El costo del pie perforado incluye materiales, mano de obra, gastos administrativos, transporte, traslado de equipo etc.
15. En caso de pozos improductivos (no encontrar agua) o en pozos descartados por orientación del contratante se cobrara el 70 % del contrato.
16. En caso de extrema dureza y/o derrumbe se cobrara U\$ 20 adicionales por pies perforado, esto en caso que la perforación supere el tiempo estimado promedio por pies perforado según las características geológicas del terreno a perforar..
17. Deslindo toda responsabilidad de no encontrar agua en calidad, cantidad y temperatura.

Responsabilidad del Contratante o dueño de la obra:

- Indicar el punto exacto a perforar el pozo.
- Garantizar el cuidado de noche de los equipos de perforación junto con materiales y herramientas durante el tiempo que los equipos permanezcan en la finca.
- Garantizar el acceso del camino hasta el punto de perforación.
- Garantizar el pago al contratado por la construcción de la obra.
- Garantizar el pago al contratado en Moneda Americana

OFERTA ECONOMICA

Costo de la obra: en 10 ''

El costo del pozo perforado es de U\$ 19,459.90 (Diecinueve mil cuatrocientos cincuenta y nueve dólares con 90/100). Con una relación de U\$ 77.83 x pies perforado con una profundidad de 250 pies de acceso

La Forma de pago:

En caso de aceptar la oferta se considerara un primer pago de

Primer Pago: El 60 % (U\$ 11,675.94) de adelanto a la firma del contrato el cual se dará instalando el equipo en el sitio indicado por el contratante.

Segundo Pago: El 40 % (U\$ 7,783.96) al finalizar la obra y recibido por el contratante.

Los trabajos de perforación se iniciaran una vez instalado el equipo de perforación y recibido el primer adelanto.

NOTA: Suministro e instalación del equipo sumergible que comprenderá un caudal de 266 gpm

Motor eléctrico sumergible de HP 220 voltio
Bomba sumergible para 266 GPM
Paneles eléctricos 220 deHp completo
Cable eléctrico sumergibleAGW
Tubería Hierro galvanizada de 4 plgs de diámetro con sus camisas
Y conexiones y accesorios

Todo el equipo de bombeo por un costo de aproximadamente U\$ 8.000

Atte.

Ing. Pedro López Pastora
Perforaciones de Pozos
Propietario.

DETALLE DE COSTOS DE PERFORACION DEL POZO

DETALLE DE OFERTA PERFORACION DE POZO					
No.	CONCEPTO	UM	CAN T	P/U	TOTAL
1	Movilización e instalación de equipos	Glb	1.00	500.00	500.00
2	Perforación de agujero diámetro de 18.5"	Pies	250	40.80	10,200.00
3	Prueba de verticalidad	Glb	1.00	100.00	100.00
4	Suministro de tubería ciega de PVC, de 10".	pies	110	19.09	2,099.90
5	Suministro de tubería ranurada de PVC de 10".	Pies	140	20.00	2,800.00
6	Instalación de tubería de 10"	hrs	6	30.00	180.00
7	Empaque de grava (filtro de grava) 1/8 - 1/4"	m3	20	80.00	1,600.00
8	Desarrollo y limpieza del pozo.	H o r a	6	55.00	330.00
9	Sello sanitario	pies	20.00	15.00	300.00
10	Suministro e instalación tubo de engrave	pie	20.00	2.00	40.00
11	Suministro e instalación tubo piezométrico	pie	160	0.25	40.00
12	Base de Concreto de 1.0 x 1.0 x 1.0 mts	m3	1.00	270.00	270.00
13					
14	Método de Perforación: con máquina rotativa				
15	Valor Total US \$			U\$	19,459.90