

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACION DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LOS
POZOS TUBULARES PROFUNDOS Y LA CALIDAD DEL ACUIFERO DE PILLCO
MARCA”**

LINEA DE INVESTIGACION:

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTA:

VENTURA BLACIDO, Juan Marcelo

ASESOR:

Dr. VILLANUEVA VILLAR, Carlos Eduardo

HUÁNUCO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mis queridos padres, por los consejos y apoyo incondicional que ha sido una constancia y perseverancia para continuar con mis anhelos y a Dios por darme salud y guía en mi camino y a los amigos que te dan consejos en salir adelante.

AGRADECIMIENTO

Expresar mi reconocimiento, gratitud y agradecimiento al Ing. Oswaldo Cruz Gómez y al Ing. Pablo Salgado Zevallos, que han impartido sus conocimientos y experiencias hacia mi persona, para el desarrollo de la presente investigación; a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan por la formación a la vida profesional.

RESUMEN

En la presente tesis abarca la información de qué forma durante el proceso de explotación de aguas subterráneas en el acuífero de Pillco marca, la producción de los pozos es eficiente y de calidad ante la demanda de agua para la parte alta de la población de Cayhuayna; como objetivo principal se evaluó que factores afecta en el rendimiento de los pozos tubulares profundos en la fase de perforación hasta la fase de funcionamiento, para lo cual en las muestras extraídas a través de la perforación diamantina, resultando que el acuífero es de formación aluvial que está compuesta por capas de canto rodado, gravas mal graduadas, arenas y sub capas de arcillas y limos en menor porcentaje, es decir el acuífero por su variada granulometría posee buena permeabilidad facilitando su recarga. En la etapa del proceso constructivo que corresponde al desarrollo de los pozos es la etapa más primordial para el rendimiento y funcionamiento de los pozos, el resultado del mal desarrollo para el pozo 01 conlleva a un bajo caudal específico a comparación con el pozo 02 que si tuvo un buen desarrollo. En la fase de equipamiento los pozos 01 y 02 con la tecnología adecuada dan como resultado que los pozos sean más eficientes y económicos. En la etapa de funcionamiento, la disponibilidad y el volumen explotado del pozo 01 es de 700,124 m³/año con una variación del nivel estático de 14 m a 15.03 m anual, en las avenidas el pozo bombea un caudal de 42.02 l/s, y en épocas de estiaje 35.84 l/s; para el caso del pozo 02 el caudal de explotación es de 35l/s funcionando parcialmente, los parámetros hidrodinámicos hallados nos dan como resultado que el acuífero es de alta permeabilidad y la separación entre pozos debe ser de 140m para que no haya interferencia; la reserva total en promedio que presenta el acuífero es de 22'400,000 m³. Finalmente, el resultado de la calidad del acuífero en el tiempo es apta para consumo, incluyendo que la recarga del acuífero se da por las escorrentía superficial e infiltraciones de la parte alta.

Palabras clave: Pozos tubulares, acuífero, rendimiento, caudal, factores, calidad.

ABSTRACT

This thesis covers information on how, during the process of exploiting groundwater in the Pillco Marca aquifer, the production of the wells is efficient and of quality in response to the demand for water for the upper part of the population of Cayhuayna; As a main objective, it was evaluated which factors affect the performance of deep tubular wells from the drilling phase to the operating phase, for which in the diamond drilling phase through the extracted samples, resulting in the aquifer being formation alluvial that is composed of layers of boulder, poorly graded gravel, sand and sub-layers of clay and silt in a lower percentage, that is, the aquifer, due to its varied granulometry, has good permeability, facilitating its recharge. In the stage of the construction process that corresponds to the development of the wells, it is the most essential stage for the performance and operation of the wells, the result of the poor development for well 01 led to a low specific flow rate, well 02 which did have a good development and therefore a good specific flow. In the equipment phase, wells 01 and 02 with the appropriate technology result in the wells being more efficient and economical. In the operating stage of the wells, the availability and exploited volume of well 01 is 700,124 m³/year with a variation of the static level from 14 m to 15.03 m annually, in the floods the well produces a flow of 42.02 l/s and in dry seasons 35.84 l/s; the case of well 02, the exploitation flow rate is 35l/s, operating partially. The hydrodynamic parameters found give us the result that the aquifer is highly permeable and the separation between wells must be 140m so that there is no interference; the total reserve presented by the aquifer. Finally, the result of the quality of the aquifer over time is suitable for consumption, including that the recharge of the aquifer occurs through surface runoff and infiltration from the upper part.

Keywords: Tubular wells, aquifer, performance, flow, factors, quality and recharge.

INDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INDICE DE FIGURAS	9
INDICE DE TABLAS	10
INTRODUCCION	11
CAPITULO I	12
ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1 Fundamentación o Situación del Problema de Investigación	12
1.2 Formulación del Problema de Investigación General y Específicos ..	13
1.2.1 Problema general	13
1.2.2 Problema específico N.º 1.....	13
1.2.3 Problema específico N.º 2.....	13
1.2.4 Problema específico N.º 3.....	14
1.3 Formulación del Objetivo General y Específicos	14
1.3.1 Objetivo general	14
1.3.2 Objetivo específico N.º 1	14
1.3.3 Objetivo específico N.º 2	14
1.3.4 Objetivo específico N.º 3	14
1.4 Justificación	14
1.4.1 Justificación teórica	14
1.4.2 Justificación práctica.....	15
1.4.3 Justificación económica	15
1.4.4 Justificación social.....	15
1.5 Limitaciones	16
1.5.1 En lo económico	16
1.5.2 En los antecedentes.....	16
1.5.3 En la muestra	16
1.5.4 Factores externos	16
1.6 Formulación de Hipótesis General y Específicas	17
1.6.1 Hipótesis general	17
1.6.2 Hipótesis específica N.º 1	17
1.6.3 Hipótesis específica N.º 2	17
1.6.4 Hipótesis específica N.º 3	17
1.7 Variables	17
1.7.1 Variable independiente	17
1.7.2 Variable dependiente	17
1.8 Definición Teórica y Operacionalización de Variables	17
CAPITULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes de la Investigación	19
2.1.1 A nivel internacional	19

2.1.2 A nivel nacional.....	21
2.1.3 A nivel local.....	23
2.2 Bases Teóricas	23
2.2.1 Hidrogeología	23
2.2.2 Las aguas subterráneas.....	24
2.2.3 Acuíferos.....	24
2.2.4 Propiedades o parámetros hidráulicos	24
2.2.5 Balance hídrico	27
2.2.6 Reservas de agua subterránea	27
2.2.7 Calidad del agua subterránea	27
2.2.8 Pozos tubulares	28
2.2.9 Diseño físico de pozos tubulares.....	29
2.2.10 Factores que afectan el rendimiento de un pozo	29
2.3 Bases Epistemológicas, Bases Filosóficas y/o Bases A	30
CAPITULO III.....	31
METODOLOGÍA	31
3.1 Ámbito	31
3.2 Población.....	31
3.3 Muestra	31
3.4 Nivel y Tipo de Estudio	32
3.4.1 Nivel.....	32
3.4.2 Tipo.....	32
3.5 Diseño de Investigación	32
3.6 Métodos, Técnicas e Instrumentos	32
3.6.1 Método	32
3.6.2 Técnica.....	33
3.6.3 Instrumentos	33
3.7 Validación y Confiabilidad del Instrumento	33
3.8 Procedimiento.....	33
3.8.1 Trabajo de campo para el análisis e interpretación de muestras	33
3.8.2 En el desarrollo y pruebas.....	37
3.8.3 En el equipamiento y funcionamiento	40
3.8.4 Calidad del agua en el tiempo y recarga hidráulica.....	43
3.9 Tabulación y Análisis de Datos	45
3.9.1 Tabulación	45
3.9.2 Análisis de datos	47
3.10 Consideraciones Éticas.....	47
CAPITULO IV.....	48
RESULTADO.....	48
4.1 Perfil Litológico y Disposición Estratigráfica	48

4.2 Desarrollo y Pruebas	54
4.3 Equipamiento y Funcionamiento	56
4.4 Calidad del Agua y recarga del acuífero	63
CAPITULO V.....	66
DISCUSION	66
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	73
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	74
ANEXOS.....	77
Problema General.....	¡Error! Marcador no definido.
Objetivo General.....	¡Error! Marcador no definido.
Hipótesis General	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Aguas subterráneas.</i>	24
Figura 2 <i>Acuífero.</i>	25
Figura 3 <i>Recarga del acuífero.</i>	27
Figura 4 <i>Reserva y almacenamiento del acuífero.</i>	28
Figura 5 <i>Pozo de bombeo.</i>	28
Figura 6 <i>Ubicación del acuífero de Pillco Marca.</i>	34
Figura 7 <i>Maquina Perforadora Longyear44 (Pozo 01).</i>	35
Figura 8 <i>Tuberías de perforación.</i>	36
Figura 9 <i>Extracción de las muestras en la perforación diamantina.</i>	36
Figura 10 <i>Análisis e interpretación de las muestras extraídas (Pozo 01).</i>	37
Figura 11 <i>Extracción y selección de muestras para análisis en laboratorio (Pozo 02).</i>	37
Figura 12 <i>Colocación de tubería filtro y ciega antes del desarrollo del pozo.</i>	38
Figura 13 <i>Desarrollo del pozo 01.</i>	39
Figura 14 <i>Desarrollo del Pozo 01 en su etapa final.</i>	39
Figura 15 <i>Desarrollo y prueba de bombeo del Pozo 02</i>	40
Figura 16 <i>Variador de velocidad para prueba de bombeo y equipamiento.</i>	41
Figura 17 <i>Análisis e interpretación de los caudales en el Pozo 01.</i>	41
Figura 18 <i>Toma de datos de los caudales diarios de los pozos.</i>	42
Figura 19 <i>Medida de los niveles estáticos y dinámicos de los pozos.</i>	42
Figura 20 <i>Toma de muestra de agua (Pozo 01).</i>	43
Figura 22 <i>Toma de muestra de agua en el tiempo de funcionamiento de los pozos.</i>	44
Figura 23 <i>Toma de muestra de agua en el pozo 02.</i>	44
Figura 24 <i>Recuperación de muestras de la perforación diamantina.</i>	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Sistema de variables, dimensiones e indicadores.</i>	18
Tabla 2 <i>Resumen del análisis de las muestras extraídas de la perforación diamantina.</i>	45
Tabla 3 <i>Resumen del inventario de pozos acticos en Pillco Marca.</i>	45
Tabla 4 <i>Seguimiento de la media mensual del volumen de explotación 2020 del pozo 01.</i>	46
Tabla 5 <i>Régimen de prueba de rendimiento del pozo 01.</i>	54
Tabla 6 <i>Régimen de prueba de rendimiento del pozo 02.</i>	55
Tabla 7 <i>Seguimiento de la media mensual del volumen de explotación 2020 del pozo 01.</i>	57
Tabla 8 <i>Seguimiento de la media mensual de medición y volumen de explotación 2021 del pozo 01.</i> 58	
Tabla 9 <i>Distribución de pozos en Pillco Marca según su tipo.</i>	59
Tabla 10 <i>Estimación del volumen de explotación del acuífero periodo 2020-2021.</i>	59
Tabla 11 <i>Propiedades hidrodinámicas de los pozos.</i>	60
Tabla 12 <i>Radios de influencia a diferentes tiempos de bombeo del pozo 01.</i>	61
Tabla 13 <i>Radios de influencia a diferentes tiempos de bombeo del pozo 02.</i>	62
Tabla 14 <i>Reservas estimadas de almacenamiento del acuífero.</i>	63
Tabla 15 <i>Resultado físico, químico y bacteriológico de las muestras de agua.</i>	64

INTRODUCCION

En la presente tesis tiene como objetivo principal evaluar y describir los factores que afectan en el rendimiento de los pozos tubulares profundos en la fase del proceso constructivo como también en su fase de operación y funcionamiento; como la calidad y recarga que presenta el acuífero en el tiempo, en los pozos ubicados en el distrito de Pillco Marca. El proceso constructivo y funcionamiento de los pozos, así como su uso y derecho de explotación, está reglamentado por la Autoridad Nacional del Agua. Mediante la recolección de datos, muestras e información se logró evaluar las características litológicas y estratigráficas del acuífero, como también el rendimiento del pozo en diferentes fases de su construcción, también se evaluó las variaciones del nivel freático, parámetros hidrodinámicos, radio de influencia, cantidad del acuífero almacenado, para finalmente su calidad y recarga principal del acuífero. Esta tesis presenta los siguientes capítulos:

Capítulo I: Corresponde a la problemática de la investigación, formulación de problemas generales, específicos y objetivos. También corresponde la justificación y limitaciones que se presentaron, formulación de la hipótesis general, específicos y las variables dependientes e independientes.

Capitulo II: Corresponde a las bases teóricas y antecedentes locales, nacionales e internacionales que están relacionadas con la investigación.

Capitulo III: Corresponde al ámbito, población, muestra, nivel, tipo y diseño. También corresponde a los métodos, técnicas y procedimiento, para finalizar con la tabulación y análisis de datos.

Capitulo IV: Corresponde a los resultados de nuestra investigación.

Capítulo V: Corresponde a la discusión de los resultados, conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación o Situación del Problema de Investigación

Los acuíferos subterráneos a nivel mundial son la fuente principal de agua dulce del planeta, a excepción de los glaciares y capas de hielo que existe, según los investigadores los acuíferos donde se encuentran las aguas subterráneas a nivel mundial están en constante explotación y llegara a una etapa crítica para el año 2050.

Las aguas subterráneas es el principal motor que sostiene a la gran parte de la vida humana de los sistemas ecológicos del planeta; casi la mitad de nuestras cosechas en el campo son regados por las aguas subterráneas y esa cifra crece a un ritmo acelerado por la creciente población humana, y el resto del porcentaje es gran parte para consumo humano.

El Perú posee un gran potencial agua superficial por las precipitaciones que se dan en el tiempo pero que no puede ser aprovechados al máximo por factores topográficos, así como también por la desidia de las autoridades no se almacena bien para un aprovechamiento eficiente, conllevando a una perdida continua de disponibilidad hídrica y esto es por la razón que se recurre a la explotación de aguas subterráneas.

La participación de las aguas subterráneas en nuestro país, para la captación y abastecimiento de agua potable es una de las más importantes por su fácil control de almacenaje, menos construcciones de infraestructura comparado con el sistema de abastecimiento superficial; y es aquí una de estas estructura más fiable y difundida para la captación de aguas subterráneas son los pozos tubulares.

Los pozos tubulares requieren un manejo y monitoreo constante después de terminado su proceso constructivo, para poder determinar los descensos y variaciones de niveles que se producen diariamente, si el pozo continúa con su producción y mantiene su rendimiento, si la ubicación de otros pozos contiguos o muy cerca afectan su rendimiento y

perdida de su capacidad específica, y otros factores que no conlleven a su sobreexplotación y finalmente al colapso del acuífero.

A nivel local el uso de los pozos tradicionales en el suministro para el aprovechamiento de agua potable a la población rural y urbana, se han convertido en la principal fuente de captación para uso doméstico y que ayudan a resolver la grave crisis del agua principalmente en zonas alejadas. Si bien los pozos en zonas rurales son de usos familiares, cumplen una función social más ya que también abastece a las personas dentro de ese ámbito social. En ese sentido en Huánuco el aprovechamiento de los recursos hídricos subterráneos por medio de pozos tubulares es poca o casi nula, ya que es una técnica muy poca difundida localmente en comparación con la zona norte costera y zona sur donde existe cientos y miles de pozos perforados para la extracción de agua subterráneas.

Ante esta realidad a nivel local con la instalación de pozos tubulares profundos para la captación de aguas subterráneas en el distrito de Pillco Marca para la población de la parte alta nos planteamos la siguiente investigación, de que factores afectan el rendimiento o la disponibilidad hídrica, así como también en su calidad para el consumo humano.

1.2 Formulación del Problema de Investigación General y Específicos

1.2.1 Problema general

¿Cuánto es el rendimiento de los pozos tubulares profundos y la calidad del acuífero en el distrito de Pillco Marca?

1.2.2 Problema específico N.º 1

¿Cuáles son las características litológicas y estratigráficas que presenta el acuífero obtenidas mediante la perforación diamantina?

1.2.3 Problema específico N.º 2

¿Cuáles son los factores que influyen en el rendimiento de los pozos tubulares profundos?

1.2.4 Problema específico N.º 3

¿Cómo influye el río Huallaga en la calidad del agua y balance hídrico en el acuífero de Pillco Marca?

1.3 Formulación del Objetivo General y Específicos

1.3.1 Objetivo general

Determinar qué factores influyen en el rendimiento de los pozos tubulares profundos y la calidad del acuífero de Pillco Marca.

1.3.2 Objetivo específico Nº 1

Evaluar e interpretar las características litológicas y estratigráficas que presenta el acuífero con las muestras extraídas preliminarmente de la perforación diamantina.

1.3.3 Objetivo específico Nº 2

Determinar los factores que influyen en el rendimiento durante la perforación y funcionamiento de los pozos tubulares.

1.3.4 Objetivo específico Nº 3

Evaluar la calidad del agua y recarga hídrica que presenta el acuífero en el tiempo.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación teórica

El subsuelo yace las reservas más grandes de agua dulce y con el avance de los años las técnicas que aplica el hombre para captar agua subterráneas para su aprovechamiento ha ido evolucionando, existen pruebas y fuentes de información que proporcionan una aproximación de cómo está constituido el suelo; cada lugar de explotación tiene su propia geología que incide en cómo está constituido este recurso acuífero, los estudios que más se tienen sobre aprovechamiento de aguas

subterráneas se encuentran en la costa ya que su uso está masificado para consumo humano y agrícola; a nivel local la captación de aguas subterráneas por medio de pozos tubulares no está difundida ni utilizada para extraer este recurso salvo de pozos artesanales que algunas comunidades y vecinos lo tienen para su propio uso. Es por ello que, el presente estudio nos aporta las características litológicas y estratigráficas que presenta el acuífero durante la perforación y cómo influye en su rendimiento; así como en el funcionamiento presenta diversos factores que también influyen en su rendimiento de los pozos y la calidad que presenta el acuífero.

1.4.2 Justificación práctica

En la práctica esta investigación es de reconocer las anomalías que se presentan en el proceso perforación, diseño definitivo, equipamiento y en la fase de operación de los pozos tubulares, también tomar esta información como guía práctica para demás instalación de pozos tubulares adyacentes en lugares donde hay escases de agua en épocas de sequía.

1.4.3 Justificación económica

Los costos que se presentan la siguiente investigación ya sea en los estudios y recolección y toma de datos es de poca inversión, ya que se utilizaran tablas y hojas de cálculo.

1.4.4 Justificación social

La justificación social está orientada al aprovechamiento hídrico a fin de garantizar un manejo racional de los recursos acuíferos y no llevar a su sobreexplotación, lo que garantiza a que los pobladores sepan el funcionamiento de los pozos profundos y la calidad de agua en el tiempo que llegan a sus hogares.

1.5 Limitaciones

1.5.1 En lo económico

Como el trabajo de investigación se encuentra situada en la misma ciudad de Huánuco y alrededores, no tiene implicancia en la toma de datos y observación lo cual no conlleva a mayores gastos económicos.

1.5.2 En los antecedentes

Si existen investigaciones de captación de aguas subterráneas tanto internacional como nacional, pero a nivel local solo hay pocas investigaciones o casi nada; en el tema del estudio hidrogeológico en la zona hay poca información al respecto a comparación con el proceso de perforación, construcción y equipamiento de los pozos tubulares para captación de aguas subterráneas.

1.5.3 En la muestra

El elemento en estudio en este caso los dos pozos tubulares, la toma de datos demora mucho tiempo ya sea por factores de construcción, en los plazos, accidentes, controles, trámites burocráticos. En la presente investigación no se abordará los estudios de SEV, ni el proceso constructivo de la perforación, ni ensayos de laboratorio de mi persona para con la muestra de perforación diamantina por razones de custodia del propietario.

1.5.4 Factores externos

No se presentaron limitaciones externas ya que la verificación de datos se da en el campo; pero si influyo en el tiempo ya que por la emergencia del COVID- 19 y las restricciones impuestas por las autoridades no se recogieron oportunamente toda la información, además de los largos periodos de trámite burocrático.

1.6 Formulación de Hipótesis General y Específicas

1.6.1 Hipótesis general

El rendimiento de los pozos tubulares profundos y la calidad son eficientes y no conlleva al colapso del acuífero.

1.6.2 Hipótesis específica N° 1

Las características estratigráficas que presentan los pozos tubulares influyen en su comportamiento y rendimiento del acuífero.

1.6.3 Hipótesis específica N° 2

Determinando los factores que influyen en el rendimiento de los pozos tubulares nos permitirá conocer un aprovechamiento racional y evitar el colapso del acuífero.

1.6.4 Hipótesis específica N° 3

Con la evaluación de la calidad del agua del acuífero y recarga hídrica del río Huallaga obtendremos agua para consumo humano en el tiempo.

1.7 Variables

1.7.1 Variable independiente

El acuífero.

1.7.2 Variable dependiente

Rendimiento y calidad.

1.8 Definición Teórica y Operacionalización de Variables

Tabla 1*Sistema de variables, dimensiones e indicadores.*

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE: Acuífero	Son conjunto de agua subterráneas que están contenida dentro de rocas, gravas y estratos porosos, que por su alta permeabilidad circula fácilmente en esas capas o grietas.	Columna Geologica	Estratigrafía	Cuantitativa	Continua	Perforacion diamantina
			Litologia	Cuantitativa	Continua	Sev
		Pozos tubulares	Desarrollo	Cuantitativa	Continua	Compresora o quimico
			Equipamiento	Cuantitativa	Continua	Bomba y variador
			Funcionamiento	Cuantitativa	Continua	Colapso del pozo
			Sobre-explotacion	Cuantitativa	Continua	Descenso del nivel freatico
			Radio de influencia	Cuantitativa	Continua	Parametros hidraulicos
		VARIABLE DEPENDIENTE: Rendimiento y Calidad	Es la capacidad de extraccion eficiente de caudal; y la calidad es garantizar que el agua sea potable.	Cantidad	Volumen	Cuantitativa
Caudal	Bombeo			Cuantitativa	Continua	Caudalimetro
Calidad	Potabilidad			Cuantitativa	Continua	Laboratorio

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 *A nivel internacional*

En la Universidad Católica de Colombia, facultad de Ingeniería en la tesis desarrollada llega a las siguientes conclusiones: “Se hizo un diseño preliminar un pozo para la captación de agua subterránea teniendo como base los estudios y sondeos realizados en el acuífero del Morroa, de acuerdo con la geología y las unidades hidrogeológicas presentes en la zona se recomendó un pozo de 70m de profundidad, un diámetro de 10 pulgadas y un entubado en 6 pulgadas, el uso del pozo será agropecuario o para la irrigación de cultivos, todo esto en base a los análisis realizados en las tablas de comparación de los parámetros bacteriológicos contenidos en el agua subterránea del acuífero Morroa. Es importante recalcar que este trabajo sirve como un lineamiento o camino para la correcta explotación sostenible o ecológica de los pozos de agua subterránea en la ecorregión de la Mojana, así mismo se deben crear plan de manejo o gestión, planes o programas del uso eficiente y ahorro del agua para dichos pozos, todo esto para crear una correcta utilización de un recurso tan importante como es el agua. Tales planes permitirán no sólo un correcto aprovechamiento, también impedirán que la recarga natural de los acuíferos se prolongue y la capacidad de bombeo de dichos pozos disminuiría notablemente a lo largo de este importante acuífero, generando efectos adversos o soluciones mucho más prolongadas y difíciles como la repercusión en la infraestructura de los pozos ya que una disminución del bombeo para las zonas o municipios que cubre cualquier acuífero sería el de profundizar más las perforaciones realizadas en dicha región acarreado variables técnicas y económicas de mucha más envergadura, así siendo soluciones inviables para

municipios que no tienen la capacidad de pagar o sustentar económicamente dichos requerimientos para pozos de gran profundidad” (Villegas, 2015).

En la Universidad de Carabobo, Bárbula–Venezuela (Tesis de Pregrado); llega a una de sus conclusiones: “En Venezuela, la cantidad de recursos hídricos son abundantes, pero la falta de estructuras de almacenamiento de agua hace que durante las épocas de sequía muchas de las poblaciones se vean afectadas por la falta de este líquido elemento. La presente investigación se realizó en la zona de Carabobo, donde los autores realizaron censos poblacionales y confirmaron la necesidad, de que exista estructura de captación y almacenamiento de agua potable” (Mata & Colon, 2016).

En el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT); llega a una conclusión y es la siguiente: “La calidad del agua para consumo humano en el acuífero colgado considerando la NOM-127-SSA1-1994; se obtuvieron características fuera de los límites permisibles como lo son microorganismos coliformes totales y fecales, Mn, NO₃, NO₂, pH, Na, SDT, SO₄ y SAAM. Mientras que para el acuífero profundo el flúor y el pH rebasa los límites permisibles para esta norma. El ICA para el acuífero colgado, muestra una deficiente calidad de agua. Los indicadores obtenidos refieren a una calidad que en su mayoría va de contaminada y excesivamente contaminada. En tanto que, en el acuífero medio profundo para este uso es de buena calidad. En el ICON para el acuífero colgado alcanza valores positivos que indican contaminación; en tanto que para el acuífero medio-profundo los índices son principalmente negativos que indican una baja o nula contaminación” (Almanza, 2015).

2.1.2 A nivel nacional

En la Universidad Nacional Agraria La Molina, facultad de Ingeniería Agrícola en la tesis desarrollada llega a las siguientes conclusiones: “De acuerdo con la interpretación de los resultados obtenidos y al haber superado la vida útil del pozo (25 años), se recomienda la perforación de un nuevo pozo sustituto de mayor profundidad debido al descenso de la napa y teniendo en consideración que debe rendir por encima de los 20 l/s que actualmente produce el pozo. Asimismo, se debe verificar las características y el espesor total del acuífero aprovechable, mediante sondajes eléctricos. Programar mantenimientos preventivos (cada 2 años) y correctivos (cada 4 años) a la estructura hidráulica de captación, a fin de mantener su productividad. La operación del pozo debe ser monitoreada a fin de ser evaluada constantemente las condiciones operacionales, así se pueden reducir las tasas de bombeo de manera que disminuya el abatimiento para retardar la corrosión de la estructura inicial y alargar su vida útil. Establecer continuos registros de campo, fin de contar con un historial actualizado del nivel de agua y caudal explotado, el cual nos permitirá identificar descensos en el rendimiento del pozo” (Quintana, 2020)

En la Universidad Nacional San Antonio Abad, facultad de Ingeniería Geológica en la tesis desarrollada llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones: “El acuífero está constituido por un material de areniscas fracturadas pertenecientes a la formación Vilque chico, la cual tiene un comportamiento homogéneo además de facilitar un flujo uniforme en todo el espesor del acuífero. Este acuífero se encuentra delimitado por dos capas semipermeables, la capa techo compuesta por lutitas-arenas y la capa piso compuesta por lutitas y areniscas en menor cantidad. Como una de las recomendaciones tenemos también: Realizar un pozo de observación o piezómetro cercano al pozo en explotación con la finalidad de obtener un mejor

análisis de los abatimientos con sus respectivos tiempos” (Ortega Sánchez & Delgado Zuñiga, 2021, págs. 130-132)

En la Universidad de San Martín de Porres, facultad de Ingeniería Civil en la tesis desarrollada llega a las siguientes conclusiones: “El correcto dimensionamiento del pozo tubular proyectado ayuda a realizar una óptima captación de agua subterránea, mediante un correcto diseño de diámetro de tuberías, área de infiltración de las tuberías filtro, tamaño y espesor del empaque de grava, línea de conducción y equipo de bombeo. A su vez estos datos ayudan a poder dar una idea general del costo del proyecto. Finalmente, se logró presentar la propuesta de diseño de pozo tubular acorde a los parámetros mínimos de diseño, estos a su vez obtenidos al realizar con éxito la testificación geofísica de la zona, asegurando en todo momento mejorar la disponibilidad hídrica a través de la correcta captación de agua y consecuente a las necesidades de la población” (Landeo & Limaco, 2019).

En la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, facultad de Ciencias Naturales en la tesis desarrollada llega a una de sus conclusiones: “En función a los resultados fisicoquímicos, hidroquímicos y de calidad en general de las aguas subterráneas de la región Arequipa, se puede concluir que estas se comportan como aguas normales, de características sulfatadas magnésicas y mixtas, dentro del tipo de aguas duras, existiendo una similitud en la huella hidroquímica en todas las estaciones, excepto la M-2, lo que concuerda con el hecho que ésta última pertenece a otra cuenca y probablemente a un sistema de acuíferos diferente” (Ramos, 2018).

2.1.3 A nivel local

En la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, facultad de Ingeniería Civil en la tesis desarrollada llega a las siguientes conclusiones: “El proceso constructivo de los pozos tubulares consistió en el desarrollo de la fase exploratoria y la fase definitiva (explotación). En la fase exploratoria, se distinguen dos actividades, y en la fase definitiva muestra 11 actividades realizadas para la perforación de los pozos, donde la actividad B.6. y B.7. Tuvieron subactividades a diferencia de los demás que solo consistieron en el desarrollo de las actividades. El diseño definitivo de los pozos tubulares es totalmente diferente al estudio propuesto en el estudio hidrogeológico, debido a los estudios de digrafía eléctrica practicada en la fase de exploración. Los estudios preliminares o hidrogeológicas arrojaron que las aguas eran de mejor calidad que las superficiales al tener que realizar al final un tratamiento por simple desinfección, sin embargo, durante la toma de muestra durante la ejecución hay parámetros que no cumplen, como el exceso de Bacterias Heterotróficas. El agua subterránea del pozo PP-01 y PP-02 presentan parámetros por debajo de los Estándares de Calidad de Agua (ECA) según el MINAM (2018) en 14 parámetros evaluados, por lo que se considera como apta para el consumo humano y potabilización con desinfección, sin embargo, si no se puede tratar estas aguas por simple desinfección con un alto contenido de cloro, el tratamiento será del tipo convencional” (Mallqui, 2019).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Hidrogeología

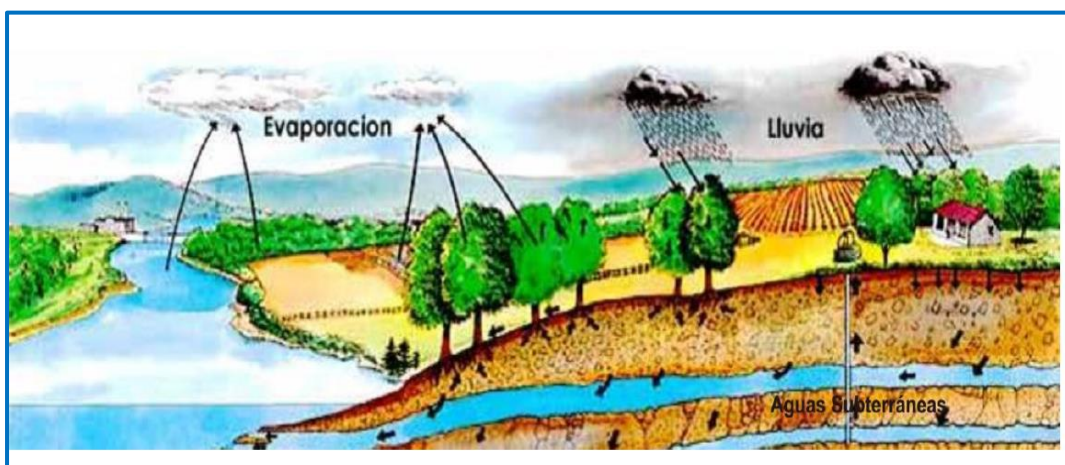
La hidrogeología o hidrología subterránea, se encarga del análisis integral del agua que se encuentra en el subsuelo, y como esta distribuido interiormente a través del paso del tiempo y ámbito de su geología regional.

2.2.2 Las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas son las que se encuentran al interior de la tierra y es en parte por la acción de la precipitación exterior que se filtra por medio del suelo hacia las capas porosas y que finalmente se acumulan en acuíferos y otra parte se descargan en corrientes superficiales, lagunas, manantiales y océanos.

Figura 1

Aguas subterráneas.



Fuente: <http://www.madrimasd.org>

2.2.3 Acuíferos

Son conjunto de agua subterráneas que están contenida dentro de rocas, gravas y estratos porosos, que por su alta permeabilidad circula fácilmente en esas capas o grietas.

2.2.4 Propiedades o parámetros hidráulicos

El rendimiento de un acuífero es en función a los elementos y características hidráulicas y parámetros de corriente subterráneo.

Estas propiedades son:

Figura 2

Acuífero.



Fuente: www.oldsaybrookct.org/Pages/OldSaybrookCT_APA/index

2.2.4.1 Transmisibilidad (T)

Es la capacidad que indica la cantidad de agua que se moverá a través del acuífero, y esta dada de la siguiente formula de Jacob.

$$T = \frac{0.183 Q}{c}$$

En el cual se entiende que los parámetros son:

Q = Caudal de bombeo (m³/s)

c = Es la diferencia del abatimiento por ciclo logarítmico de tiempo (m).

T = Transmisibilidad en m²/s

Con estos resultados de esta propiedad se ampliarán para el cálculo de los radios de influencia más adelante.

2.2.4.2 Permeabilidad (K)

Es la capacidad de trasladar o transportar hacia capas interiores del acuífero.

La permeabilidad está dada de la siguiente formula:

$$K=T/E$$

En el cual se entiende que los parámetros son:

T= Transmisibilidad en m²/s

E= Espesor del acuífero saturado.

2.2.4.3 Coeficiente de almacenamiento (S)

Indica la capacidad de cuanta se encuentra en el acuífero y que puede ser removida por bombeo.

Es un parámetro adimensional y que los valores típicos son:

Acuíferos libres: 0.3 a 0.01

Acuíferos semiconfinados: 10⁻³ a 10⁻⁴

Acuíferos confinados: 10⁻⁴ a 10⁻⁵

2.2.4.4 Radio de influencia

Es la distancia limite que es afectada por un sistema de bombeo, no alterando a otros sistemas en las que se encuentran más allá de la zona limite. Esta dada por la siguiente formula:

$$R=1.5\sqrt{\frac{T(t)}{S}}$$

T: Transmisibilidad (m²/s)

t : Tiempo (t)

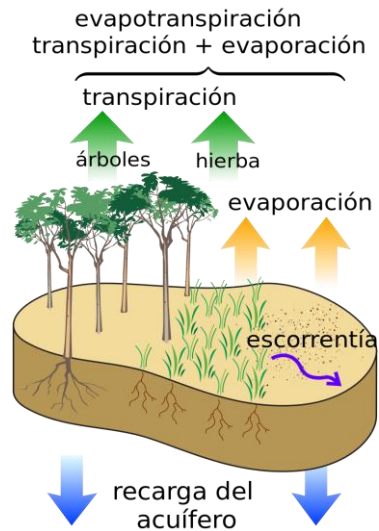
s: coeficiente de almacenamiento.

2.2.5 Balance hídrico

El balance hídrico consiste en medir los flujos de entrada y flujos de salida de un acuífero, para obtener las variaciones de volúmenes de agua durante este ciclo de flujos.

Figura 3

Recarga del acuífero.



Fuente: Surface wáter_cycle_es.svg.

2.2.6 Reservas de agua subterránea

Son los volúmenes de agua almacenadas en el acuífero, esto puede ser variable de acuerdo a las estaciones que se presentan en el tiempo y las características y parámetros de la geología local.

2.2.7 Calidad del agua subterránea

Como el agua subterránea está dentro del suelo y en estratos geológicos, contienen sustancias por efecto del contacto permanente como rocas, gravas, y sedimentos. También contienen sustancias químicas por la presencia de brisas marinas y lluvias que son descargadas en el suelo y se infiltran en el suelo, también por salinidad de los océanos en los lechos marinos.

Figura 4

Reserva y almacenamiento del acuífero.



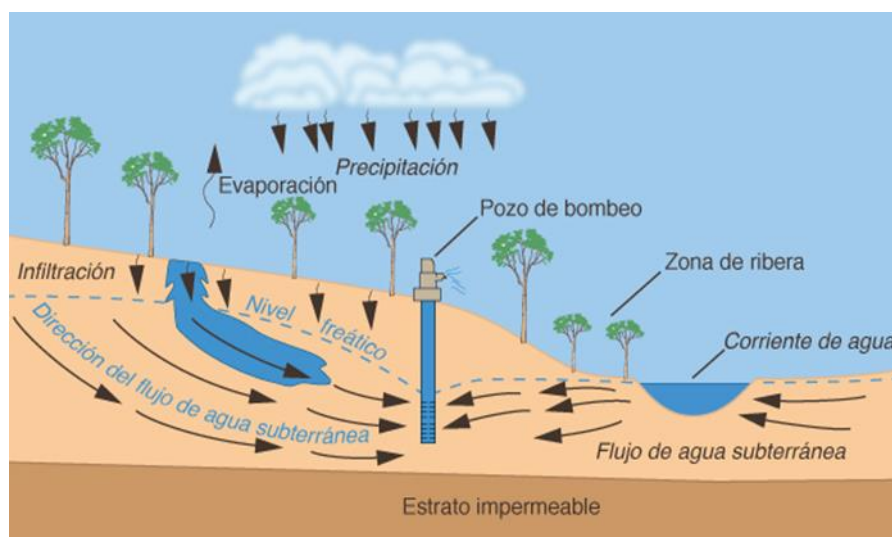
Fuente: Vargas, 2022.

2.2.8 Pozos tubulares

Son infraestructuras que su principal función es la captación, extracción y aprovechamiento de aguas subterráneas tanto para fines de consumo humano como también agrícola, lo cual si no es aprovechado eficientemente conlleva al colapso y secado del acuífero.

Figura 5

Pozo de bombeo.



Fuente: Servicio Geológico de los EE.UU.

2.2.9 Diseño físico de pozos tubulares

Los factores a tomarse en cuenta para el diseño de pozo son:

- Longitudes de la entubación ciega.
- Longitudes profundidad de la perforación.
- Selección de gravas o prefiltros.
- Longitud o selección de rejilla.

2.2.10 Factores que afectan el rendimiento de un pozo

Los factores que influyen en el rendimiento o eficiencia la podemos mencionar de la siguiente manera:

- Factores de diseño.
- Factores en el proceso constructivo.
- Factores en el funcionamiento.
- Causas locales o regionales.

2.2.9.1 Factores de diseño

Entre las más importante tenemos:

- Dificultad en el área de abertura de los filtros.
- Distribución deficiente de abertura.
- Baja presencia de filtros.

2.2.9.2 Factores constructivos

Entre las más importante tenemos:

- Perforaciones deficientes.
- Dificultad en el desarrollo de los pozos.
- Distribución deficiente de tuberías en los niveles de su perfil litológico.
- Deficiente verticalidad, baja presencia de grava.
- Pobre prueba de bombeo y rendimiento.

2.2.9.3 Factores en el funcionamiento

Entre las más importante tenemos:

- Descenso del nivel estático.
- Deficiencias en el equipo de bombeo.
- Deficiente control y monitoreo del sistema.
- Falta de mantenimiento.

2.2.9.4 Factores locales

Entre las más importante tenemos:

- Aguas corrosivas.
- Erosiones.

2.3 Bases Epistemológicas, Bases Filosóficas y/o Bases Antropológicas

Las bases epistemológicas son aquellos elementos del paradigma científico hegemónico -entendido como el conjunto de operaciones aceptadas y comunes entre los practicantes de la ciencia convencional- sobre los que reposa y se alimenta todo su ejercicio (Imershein, 1977)

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 **Ámbito**

De acuerdo a la problemática expuesta en el numeral 1.1 del presente documento, la problemática que abarcaremos se encuentra en el acuífero de Pillco marca, por lo que el ámbito geográfico se consideró el distrito de Pillco Marca de la provincia de Huánuco.

Por los objetivos de la investigación ya establecidos en el numeral 1.3, se buscó determinar los factores que influyen en el desarrollo de los pozos tubulares en dicho distrito, así como las características que presenta el acuífero.

3.2 **Población**

La población en estudio es el acuífero que se encuentra dentro de los límites del distrito de Pillco Marca, específicamente en la margen izquierda del rio Huallaga.

Según (Hernández, 2014), lo define lo separa en muestras probabilísticas y muestras no probabilísticas; por lo cual se va utilizar este último por conveniencia ya que solo hay dos muestras.

3.3 **Muestra**

Para nuestra investigación la muestra está conformado por dos pozos tubulares profundos: Pozo 01 con coordenadas UTM E: 363,503; N: 8'899,649 y Pozo 02 con coordenadas UTM E: 363,435; N: 8'899,146 ubicadas en los Jirones Guardia Civil y Av. Universitaria respectivamente.

3.4 Nivel y Tipo de Estudio

3.4.1 Nivel

El nivel que se emplea en nuestra investigación es descriptivo, porque se busca evaluar las características y factores que están relacionados directamente en el rendimiento y calidad de los pozos tubulares.

3.4.2 Tipo

El tipo de nuestra investigación es aplicada, porque estamos usando la teoría existente de pozos tubulares, diseño, equipamiento y en particular de los factores que intervienen en el rendimiento de estos pozos.

También, según la intervención del investigador nuestra investigación es del tipo observacional, porque permite observar el comportamiento que presenta los pozos tubulares profundos.

Igualmente, las mediciones, toma de datos y observaciones realizadas en el proceso son propias del investigador y por lo tanto es una investigación retrospectiva.

Y de acuerdo a la oportunidad en que se miden las variables, es un estudio transversal ya que se miden y/o toman los datos una sola vez para su posterior descripción que presentan los pozos tubulares.

3.5 Diseño de Investigación

Ha sido un diseño no experimental ya que no se manipulo las variables.

3.6 Métodos, Técnicas e Instrumentos

3.6.1 Método

El método que se aplicó en el desarrollo de nuestra investigación es el deductivo, ya que se empleó principios o reglas generales para llegar a una conclusión; es decir identificar y describir las características que se presentan en la investigación, además nuestra variable ha sido de naturaleza cuantitativa.

3.6.2 Técnica

De acuerdo a nuestro diseño, y los objetivos planteados en nuestra investigación (numeral 1.3) la técnica para la medición, registro de datos, muestra fue de trabajo en campo y aplicación in situ, con el fin de analizar e interpretar la estratigrafía y perfil litológico del acuífero; además que factores intervienen en el proceso constructivo, funcionamiento para con su rendimiento y finalmente la calidad y balance hidráulico del acuífero.

3.6.3 Instrumentos

Se empleó instrumentos cuantitativos para el trabajo en campo, observación, recopilación e interpretación de la información con la asistencia de libros, guías, fichas para toma de datos, libreta de campo, trabajo de gabinete y obtención de resultados e informe final.

3.7 Validación y Confiabilidad del Instrumento

La calidad de la validez y la confiabilidad del instrumento usados para lo toma de datos, medición y recolección han sido tomadas en campo y en el funcionamiento del pozo, verificadas y comparadas con el disco de almacenamiento de datos del sistema de automatización. Adicionalmente sobre la validación del instrumento se excluyó por que no hubo recolección de datos a través de encuestas.

3.8 Procedimiento

Para el presente trabajo de investigación se ha realizado con la aplicación de los conceptos definidos en las bases teóricas, bibliográficas, tablas y todo material de ayuda que sirve para el desarrollo de la misma.

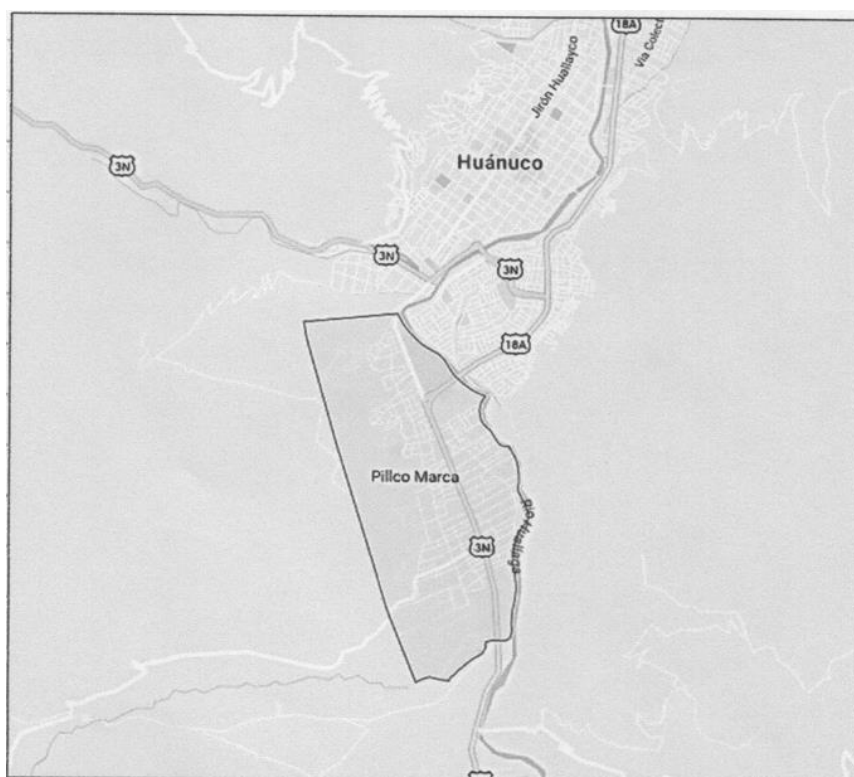
3.8.1 Trabajo de campo para el análisis e interpretación de muestras

El trabajo de campo se procedió efectuando recopilación de información local geológica con la ayuda de estudios hidrogeológicos, bibliografías inventarios y trabajos de investigación; luego se realizó teóricamente el mapeo

geológico en el área de investigación desde la quebrada de huancachupa hasta el rio higueras, como parte baja y alta del rio Huallaga donde se encuentran los pozos, con la meta de lograr una información segura en campo.

Figura 6

Ubicación del acuífero de Pillco Marca.



Fuente: Carlos Vásquez Durand.

Los trabajos en campo para el pozo 01 nos han permitido interpretar los testigos de la perforación diamantina mediante la evaluación in situ de las muestras del subsuelo, a fin de realizar las características geológicas de la columna estratigráfica, obtenido esta información se perfora el pozo definitivo; para el otro caso del pozo 02 solo se tomaron muestras del suelo durante la perforación para su respectivo análisis granulométrico en laboratorio, mas no se efectuó una perforación diamantina para la interpretación in situ de la estratigrafía.

La perforación diamantina para la interpretación del subsuelo en este trabajo de investigación consiste en lo siguiente:

- ✓ Ubicación de plataforma, sobre el punto asignado de pozo definitivo.
- ✓ Extracción, recuperación y ensayo rápido de los testigos.
- ✓ Conocer la estratigrafía del terreno en suelos, rocas y contactos litológicos.
- ✓ Determinar el nivel freático.

Figura 7

Maquina Perforadora Longyear44 (Pozo 01).



Fuente: Elaboración propia.

Los equipos y materiales usados han sido bajo controles estrictos de calidad:

- ✓ Máquina perforadora Longyear 44 con motor Perking de 140 HP
- ✓ 01 bomba de lodo 345.
- ✓ Tuberías de perforación de 10 pies:
Tubería HQ, Tubería NQ, Core barel HQ-NQ de 5 pies, Zapata Casing HQ.
- ✓ Brocas diamantinas HQ y NQ impregnadas de desgaste frontal y lateral de serie 6 y 8.

Figura 8

Tuberías de perforación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9

Extracción de las muestras en la perforación diamantina.



Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración de los registros geológicos se han tomado todos los parámetros siguientes:

- ✓ Análisis, interpretación y comparación de los estudios de sondaje eléctrico vertical (SEV).
- ✓ Mapeo geológico local.
- ✓ Eficiencia en la recuperación de muestras de suelo.

Figura 10

Análisis e interpretación de las muestras extraídas (Pozo 01).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11

Extracción y selección de muestras para análisis en laboratorio (Pozo 02).



Fuente: Elaboración propia.

3.8.2 En el desarrollo y pruebas

Culminado la perforación diamantina y el proceso constructivo del pozo definitivo, los pozos profundos serán desarrollados para eliminar los materiales finos y los fluidos de perforación, se les desarrollara hasta que el agua de descarga esté libre de materiales finos y limosos, la turbidez del agua de descarga este dentro de los límites aceptables de potabilidad, el contenido de arena sea menor que diez partes por millón, y la capacidad específica del pozo

haya alcanzado un régimen estabilizado. El pozo debe ser desarrollado por un periodo no menor de 72 horas.

En el desarrollo de los pozos tubulares, el fluido de perforación (bentonita), será desplazado del pozo disponiendo desplazar agua a través de la tubería de perforación hasta el lecho del entubamiento de tubería ciega y de filtro.

Para el pozo 01 se procedió con el método de aire comprimido; el cual es agitar y movilizar el agua por el interior del pozo y expulsándola exteriormente por la presión que se generan al interior del pozo, para después repetir esta operación y el agua se ponga turbia, para que finalmente inyectar aire continuamente y del pozo salga agua limpia sin restos de bentonita y materiales finos y limosos.

Para el pozo 02 se usó una adición de detergente de polifosfato para que el fluido de perforación (bentonita) adherido a las paredes del barreno y al acuífero, sea desplazado del pozo haciendo recorrer agua limpia a través de la tubería de perforación hasta el fondo de entubamiento.

Figura 12

Colocación de tubería filtro y ciega antes del desarrollo del pozo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13

Desarrollo del pozo 01.



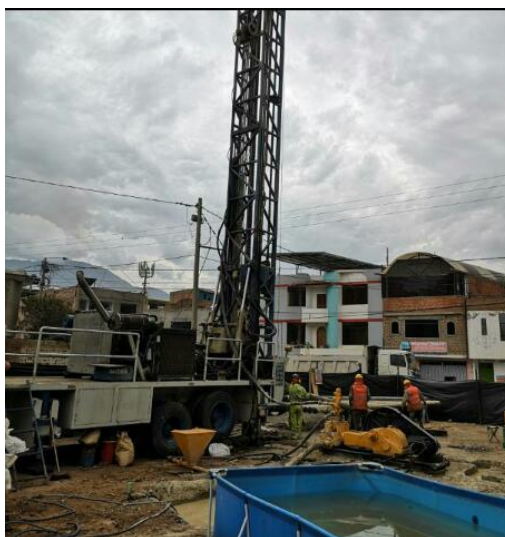
Fuente: Elaboración propia.

Figura 14

Desarrollo del Pozo 01 en su etapa final.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15*Desarrollo del Pozo 02**Fuente: Elaboración propia*

En esta fase también se realizó las pruebas de rendimiento y de bombeo a caudal constante para poder hallar las características y propiedades del acuífero. Con la ayuda de un pozometro de 100 m se recopiló los niveles estáticos y dinámicos en cada régimen de bombeo y la recuperación del acuífero después de cada régimen.

Una vez finalizada las pruebas se procesó en gabinete y se tomó en cuenta que el acuífero es homogéneo, además estimamos un promedio conservador de 40 m en la zona saturada del acuífero, aunque el pozo 02 llegó a una profundidad de 100m comparado al pozo 01 de 53.5 m.

3.8.3 En el equipamiento y funcionamiento

En la fase de equipamiento se evaluará la correcta configuración e implementación de equipos de bombeo, tableros, etc. Los equipos son seleccionados de acuerdo al rendimiento útil obtenido en la prueba de bombeo y rendimiento, se emplean bombas sumergibles, y de acuerdo a las condiciones de trabajo que se va emplear. Para el pozo 01 y 02 está equipado

con bombas sumergibles, marca HIDROSTAL con los componentes principales de la bomba en acero inoxidable, impulsores de alta performance y prolongada vida útil, válvula check integrada, acoplada a motor eléctrico sumergible de tipo rebobinable; todo el sistema del tipo de arranque suave con variador de velocidad (cambio de tecnología ya que el arranque estaba considerado con banco de condensadores).

Figura 16

Variador de velocidad para prueba de bombeo y equipamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17

Análisis e interpretación de los caudales en el Pozo 01.



Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa durante el funcionamiento u operatividad se va hacer un inventario que contenga las informaciones más importantes de los pozos, ya sea los niveles del agua durante el bombeo, es decir los niveles estáticos y dinámicos respectivamente; el caudal de bombeo, la frecuencia del variador de velocidad y la capacidad de recuperación del acuífero.

Figura 18

Toma de datos de los caudales diarios de los pozos..



Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Medida de los niveles estáticos y dinámicos de los pozos.



Fuente: Elaboración propia

3.8.4 Calidad del agua en el tiempo y recarga hidráulica

Para la determinación de la calidad del agua en el tiempo para el pozo 01, se ha tenido en cuenta el análisis físico químico que ha sido realizado por un laboratorio certificado por el INACAL (durante la construcción); y un adicional que se realizó durante toda la etapa de funcionamiento cuyo resultado permitirá conocer las características físicas-químicas y bacteriológicas actuales del agua subterránea.

En el caso del pozo 02, se ha realizado un análisis fisicoquímico durante su etapa de construcción, y otro análisis adicional fisicoquímico y bacteriológico durante toda la etapa de funcionamiento para conocer las características físicas-químicas actuales del agua subterránea.

Figura 20

Toma de muestra de agua (Pozo 01).



Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Toma de muestra de agua adicional en el funcionamiento de los pozos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22

Toma de muestra de agua en el pozo 02.



Fuente: Elaboración propia.

3.9 Tabulación y Análisis de Datos

3.9.1 Tabulación

En el proceso de tabulación se usaron las tablas que se describen a continuación:

Tabla 2

Resumen del análisis de las muestras extraídas de la perforación diamantina.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA Y PERFIL LITOLÓGICO LOCAL DEL ACUIFERO					
Profundidad (m)	Descripción Estratigrafía	Perfil Litológico	Clasificación SUCS	Dureza	Permeabilidad (K)
1					
2					
...					
69					
70					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3

Resumen del inventario de pozos acticos en Pillco Marca.

Acuífero Pillco Marca	Uso	Estado	Tipo de pozo		TOTAL (m ³ /año)
			Tubular	Tajo abierto	
Pozo 01					
Pozo 02					
Recreo Bambú					
Particulares					
TOTAL (m³/año)					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Seguimiento de la media mensual del volumen de explotación 2020 del pozo 01.

Tiempo	Niveles de Agua y Caudal					Explotación				
	Nivel Estático		Caudal (l/s)	Nivel Dinámico		Frecuencia (Hz)	Régimen			Volumen (m ³)
	(m)	m.s.n.m		(m)	m.s.n.m		h/d	d/s	m/a	
Enero										
Febrero										
Marzo										
Abril										
Mayo										
Junio										
Julio										
Agosto										
Septiembre										
Octubre										
Noviembre										
Diciembre										
							Total (m³/año)			

Fuente: Elaboración propia.

3.9.2 Análisis de datos

Para la presente investigación los datos para el análisis fueron todos recogidas en campo con ayuda de cuaderno de campo y folletos, para después en gabinete obtener los resultados e interpretación de los valores y descripciones halladas.

3.10 Consideraciones Éticas

La presente investigación no pretende dañar ninguna susceptibilidad de personas o grupos, ni tampoco de animales ni a la naturaleza; no se involucra a personas.

Además, la presente investigación no muestra datos alterados ni falsificados, ya que toda esta recopilación de información de los pozos es verídica; es importante mencionar en el pozo 02 no está en funcionamiento al 100% hasta la actualidad por razones burocráticas y de conformidad por parte de la concesionaria de Electrocentro para que de la conformidad de la media tensión.

CAPITULO IV

RESULTADO

4.1 Perfil Litológico y Disposición Estratigráfica

El análisis y la interpretación de las muestras extraídas del subsuelo nos ha permitido conocer y que se trata de base de rocas y cantos rodados, con encubrimiento de material aluvial de diferente granulometría provenientes del complejo de marañón,

Cabe resaltar que con este resultado de la perforación diamantina no excluye los estudios preliminares como son los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), que es un análisis geofísico para poder tentar la estructura del subsuelo, profundidad de los estratos rocosos y localizar las aguas subterráneas; y que finalmente con toda la información obtenida de este estudio preliminar nos permite localizar el pozo exploratorio mas no el pozo definitivo.

Con este resultado se nos ha permitido graficar nuestro perfil litológico y columnas estratigráficas.

Figura 23



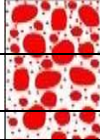

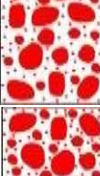
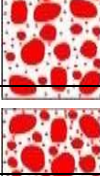
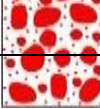
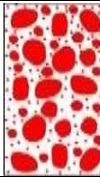
Recuperación de muestras de la perforación diamantina.



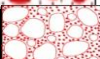
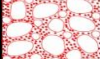
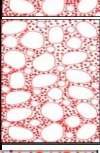

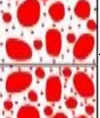


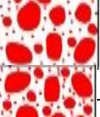
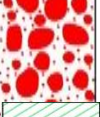
















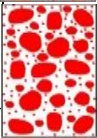
Fuente: *Elaboración propia.*













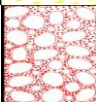

Figura 24
















Columna de perfil estratigráfico y litológico de los pozos.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA Y PERFIL LITOLOGICO LOCAL DEL ACUIFERO							
UBICACIÓN:		PILCO MARCA		INCLINACIÓN DE SONDEO:		90°	
COORDENADAS:		363503 N 8899649 E		NIVEL FREÁTICO (m):		14.9	
COTA (msnm):		1914		EQUIPO:		LY44	
				PROFUNDIDAD (m):		53.5	
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA	PERFIL GEOLÓGICO	CLASIFICACION SUCS	LONGITUD DE CORREGIDA DE PERFORACIÓN EN (m)	RECUPERACIÓN (m)	DUREZA	PERMEABILIDAD K
1	0.00 - 1.50 m		ML	1.50	0.50		
2	1.50 - 2.00 m: Arcilla con limos gravas de 1.5" - 3.5"		GW	0.50	0.50		
3	2.00 - 2.60 m: Gravas de 1/4" - 2.5"		GP	0.60	0.50		
	2.60 - 3.00 m: Gravas bien graduado de 1/2" - 2"		GP	0.40	0.30		
4	3.00 - 3.30 m: grava de 1/2" - 3"		GP	0.30	0.30		
	3.30 - 4.00 m Canto rodado y gravas de 1" - 7" (90% de 7").		CANTO RODADO	0.70	0.60	DURA	
5	4.00 - 5.60 m Canto rodado y gravas de 2" - 7"; roca de 22".		ROCA	1.60	1.55	DURA	
	5.60 - 6.30 m Canto rodado y grava de 2" - 6"		GP	0.70	0.70	DURA	
7	6.30 - 7.10 m Canto rodado y gravas de 1" - 7"		GP	0.80	0.75	DURA	
	7.10 - 7.50 m Gravas de 1 1/4" - 3"		GP	0.40	0.40	DURA	
8	7.50 - 8.10 m Gravas de 1/4" - 3"		GP	0.60	0.60	DURA	
	8.10 - 9.40 m Canto rodado y gravas de 1/4" - 4" con presencia de 10% de arcilla de coloración rojiza, limo y arena fina.		GP	1.30	1.30	DURA	
10	9.40 - 10.35 m Canto rodado y gravas de 1/4" - 4" con presencia de 5% de arcilla de coloración rojiza.		GP	0.95	0.95	DURA	
	10.35 - 10.95 m Canto rodado de 7" con presencia de gravas de 1/4", arena fina y limos.		GP	0.60	0.60	DURA	

12		10.95 - 12.20 m		SC	1.25	1.20		
		Arena fina de color plumizo con presencia de limos.						
13		12.20 - 13.80 m		GP	1.60	1.20	DURA	
		Canto rodado y gravas de 1/4" - 5" con presencia de 5% de arena fina con limos.						
14		13.80 - 14.30 m		GW	0.50	0.30		ALTA
		Gravas de 2" bien graduada.						
15		14.30 - 14.70 m		GW	0.40	0.30		ALTA
		Gravas de 1/4" - 1" bien graduada.						
16		14.70 - 16.00 m		GW	1.30	1.30		MEDIA
		Gravas y canto rodado de 1/4" - 5" bien graduada.						
17		16.00 - 16.50 m		GP	0.50	0.45	DURA	ALTA
		16.50 - 16.70 m: Canto rodado fracturada de 2.5".						
		16.70 - 17.50 m						
18		17.50 - 18.10 m		GP	0.60	0.50	DURA	MEDIA
		Canto rodado graduado de 3" - 5".						
19		18.10 - 19.20 m		GP	1.10	1.00	DURA	MEDIA
		Canto rodado y gravas bien graduado de 1/4" - 3" con gravas de cara fracturada.						
20		19.20 - 19.90 m		GP	0.70	0.60	DURA	MEDIA
		Canto rodado y gravas bien graduado de 1/4" - 4" con presencia de arcilla al 5% y gravas de 20%.						
21		19.90 - 20.90 m		GP	1.00	0.80	DURA	MEDIA
		Canto rodado y gravas bien graduado de 1/4" - 4" con presencia de arcilla al 5% y gravas de 20%.						
22		20.90 - 22.00 m		GP	1.10	0.80		MEDIA
		Canto rodado y gravas de 1/2" - 7" con gravas de cara fracturada.						
23		22.00 - 22.90 m		CL	0.90	0.75		BAJA
		Arcilla de coloración rojiza con un 95% y 5% de limos.						
24		22.90 - 23.20 m: Canto rodado de 1/4" - 2" con arcilla.		GC	0.30	0.20		BAJA
		23.20 - 24.20 m						
		Arcilla, limos, sedimento fino, grava y canto rodado de 10" de coloración blanquecina.		GC	1.00	0.80		

25	24.20 - 25.20 m	Arcilla, limos, sedimento fino, grava y canto rodado de 10" de coloración blanquesina.		GC	1.00	0.70		BAJA
26	25.20 - 26.70 m	Suelo compacto con grava, arena fina, arena gruesa, limo de coloración blanquesina.		SW	1.50	1.20		ALTA
27	26.70 - 27.50 m	Grava, arena gruesa y canto rodado de 5".		SP	0.80	0.50		ALTA
28	27.50 - 29.00 m	Roca fracturada con grava.		ROCA	1.50	0.90	MUY DURA	MEDIA
29	29.00 - 30.00 m	Arena fina, arcilla, grava y canto rodado de 3".		SP	1.00	0.80		ALTA
30	30.00 - 31.20 m	Canto rodado de 5".		BOLONERIA	1.20	0.60	MUY DURA	MEDIA
31	31.20 - 32.10 m	Canto rodado de 3", gravas, limos, arcilla de coloración verdosa.		SP	0.90	0.60		ALTA
32	32.10 - 33.20 m	Canto rodado de 6" limpia.		BOLONERIA	1.10	0.60	MUY DURA	MEDIA
33	33.20 - 34.40 m	Canto rodado de 6" limpia.		BOLONERIA	1.20	0.30	MUY DURA	MEDIA
34	34.40 - 35.00 m	Arcilla de coloración rojiza, limos, gravas y canto rodado de 1" - 4".		GC	0.60	0.60		ALTA
35	35.00 - 35.50 m	Grava y canto rodado de 3".		GP	0.50	0.30	MUY DURA	ALTA
36	35.50 - 36.30 m	Grava y canto rodado de 5"; 10% de arcilla y limos.		GP	0.80	0.50	MUY DURA	ALTA
37	36.30 - 37.80 m	Canto rodado de 5" - 8".		BOLONERIA	1.50	1.20	MUY DURA	MEDIA

38		37.80 - 39.10 m		GP	1.30	1.20	MUY DURA	MEDIA
39		Grava y canto rodado de 8".						
		39.10 - 39.80 m		GP	0.70	0.70	MUY DURA	MEDIA
40		Grava y canto rodado de 8".						
		39.80 - 40.70 m		GP	0.90	0.50	MUY DURA	MEDIA
41		Gravas y canto rodado de 1/2"- 5".						
		40.70 - 42.30 m		ROCA	1.60		MUY DURA	MEDIA
42		Roca de 30".						
		42.30 - 43.00 m		GP	0.70	0.90	MUY DURA	ALTA
43		Grava y canto rodado de 1/2" - 4".						
		43.00 - 44.10 m		GP	1.10	0.60	MUY DURA	ALTA
44		Canto rodado de 6", arcilla, limos.						
		44.10 - 45.00 m		GC	0.90	0.60		BAJA
45		Arcilla, limos, gravas y canto rodado de 4".						
		45.00 - 45.90 m		GP	0.90	0.60	MUY DURA	ALTA
46		Grava y canto rodado de 2" - 4".						
		45.90 - 47.20 m		GC	1.30	0.80		MEDIA
47		Arcilla de coloracion verdosa, limos y canto rodado de 1/2" - 7".						
		47.20 - 47.80 m		GC	0.60	0.50		MEDI
48		Arcilla color verdoso y rojizo, canto rodado 3"- 9".						
		47.80 - 49.50 m		GP	1.70	0.90	MUY DURA	ALTA
49		Grava y canto rodado de 2" - 8".						
		49.50 - 50.10 m		GC	0.60	0.50		MEDI
50		Arcilla color verdoso, canto rodado 2"- 3".						
		50.10 - 50.90 m		GW	0.80	0.40		ALTA
51		Grava bien graduada, limos y canto rodado de 2"- 3".						
		50.90 - 51.60 m		GP	0.70	0.40	MUY DURA	ALTA
		Canto rodado con cara fracturada de 1"- 7".						

52		51.60 - 52.10 m Canto rodado y gravas de 1 1/2" - 7".		GP	0.50	0.20	MUY DURA	ALTA
53		52.10 - 52.70 m		GC	0.60	0.50		ALTA
		Arcilla, grava y canto rodado de 1/2" - 6".						
54		52.70 - 54.00 m		GC	1.30	0.80		ALTA
		Arcilla, limos, grava y canto rodado de 1/2" - 10".						
55		54.00 - 55.10 m		GC	1.10	1.10		ALTA
		Arcilla, limo con arena gruesa y canto rodado de 1" - 4".						
56		55.10 - 55.60 m		GC	0.50	0.25		ALTA
		Arcilla, arena gruesa y canto rodado de 1/2" - 7".						
57		55.60 - 56.20 m		GC	0.60	0.40		ALTA
		Arcilla, limo, gravas y canto rodado de 1/2" - 8".						
58		56.20 - 57.30 m		GC	1.10	0.80		ALTA
		Arcilla, limo, gravas y canto rodado de 1/2" - 5".						
59		57.30 - 58.00 m		GC	0.70	0.60		ALTA
		Arcilla de coloracion verdosa, material compacto y canto rodado de 1" - 9".						
60		58.00 - 59.20 m		GW	1.20	0.60		ALTA
		Grava bien graduada, y canto rodado de 1/2" - 4".						
61		59.20 - 60.30 m		GW	1.10	1.00		ALTA
		Arcilla, material compacto y grava.						
62		60.30 - 61.80 m		GW	1.50	1.10		ALTA
		Boloneria, material fino.						
63		61.80 - 62.40 m		GW	0.60	0.45		ALTA
		Gravas de 1/2" - 2".						
64		62.40 - 63.60 m		GW	1.20	1.10		ALTA
		Gravas de 1/2" - 2".						
64		63.60 - 64.20 m		GW	0.60	0.50		ALTA
		Gravas de 1/2" - 2".						
		64.20 - 64.80 m		GC	0.60	0.50		ALTA
		Arcilla, limo y gravas de 2".						

4.2 Desarrollo y Pruebas

En la fase del desarrollo de es la más importante en el proceso constructivo del pozo y que de manera correcta se deben realizar antes de la prueba de bombeo a caudal constante, variable y recuperación del pozo.

En nuestra muestra que es el pozo 01, no tuvo un buen desarrollo por consiguiente conllevó a una baja del caudal específico lo que originó que en la prueba de rendimiento en las primeras 24 horas solo alcanzara el 25% del caudal requerido es decir 10 l/s, no porque el acuífero no tenía suficiente agua sino más bien se dio por el acelerado descenso del nivel dinámico y solo a 30 Hz, por lo que se tomó la decisión de desarrollar el pozo nuevamente otras 72 horas más, no con el equipo anterior desarrollado sino con la electrobomba de prueba conllevando a futuros desperfectos de esta última; dando como resultado más rendimiento del pozo por la eliminación de más partículas finas que se quedaron en el proceso de perforación y presentes en el mismo pozo. Levantado esa inconveniencia se procedió a la prueba de rendimiento en diferentes regímenes como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Régimen de prueba de rendimiento del pozo 01.

Tiempo de bombeo (horas)	Q (l/s)	Nivel Dinámico (m)	Abatimiento (m)	Caudal Especifico (l/s/m)	Frecuencia de la Bomba (Hz)
0	0.00	13.90	0.00	0.00	00
12	15.00	24.85	10.95	1.36	30
24	23.00	32.75	18.85	1.26	35
48	34.00	43.65	29.75	1.15	41
72	37.00	45.42	31.52	1.17	43

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de la curva de rendimiento construida a partir de la estabilización obtenida de cuatro puntos durante la prueba de rendimiento efectuado en el pozo 01

de 53.5 metros de profundidad, ha permitido determinar que el caudal proyectado de explotación alcanza hasta 37 l/s para un nivel dinámico de 45.42 m.

Asimismo, el abatimiento alcanzado para el caudal de explotación de 37 lt/s es de 31.52 m, representa el 82.77% del espesor total del acuífero saturado, esto significa que con el caudal de explotación mencionado se tendrá 6.58 m de longitud total de columna de agua, que sería la reserva para futuro, el nivel estático del pozo medido desde nivel del suelo es de 13.90 metros.

En el caso del pozo 02, si tuvo un buen desarrollo ya que en la prueba de rendimiento en las primeras 24 horas se obtuvo un caudal del 50% del caudal requerido es decir 20 l/s y llegando a 38 l/s a las 72 horas, el pozo 02 de 100 metros de profundidad se realizó la prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas a fin de determinar el rendimiento del pozo, registrando los niveles estáticos y dinámicos, de cada régimen para definir el caudal explotable.

El nivel estático del pozo medido desde la cota natural del terreno es de 26.70 metros. Con los resultados de campo, se elaboró Tabla 6 que se muestra:

Tabla 6

Régimen de prueba de rendimiento del pozo 02.

Tiempo de bombeo (horas)	Q (l/s)	Nivel Dinámico (m)	Abatimiento (m)	Caudal Especifico (l/s/m)	Frecuencia de la Bomba (Hz)
0	0.00	26.70	0.00	0.00	30
24	20.00	43.50	16.08	1.24	30
36	24.70	47.86	21.16	1.16	35
48	29.68	52.18	25.48	1.16	41
72	40.00	63.62	36.92	1.08	43

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Equipamiento y Funcionamiento

En la etapa de equipamiento, los pozos necesitan de una observación y manipulación diaria necesaria para el control de los equipos ya instalados, el variador de frecuencia es uno de ellos que se encuentra en el tablero de fuerza, es la más importante ya que demostró en el ahorro de energía en comparación al arranque con banco de condensadores, también controlar y verificar el nivel dinámico manipulando su velocidad para optimizar el rendimiento y no sobreexplotar el pozo; otro beneficio del variador de velocidad es la extensión de la vida útil de los motores, mejor programación y automatización del sistema de bombeo y evitar controladamente los golpes de ariete por paros bruscos y apagado.

Con el funcionamiento de los pozos tubulares estos requieren un mantenimiento y operación regular para garantizar un caudal óptimo de explotación y no conllevar al colapso, en esta se evaluó y recolecto los datos de bombeo media mensual del pozo tubular para relacionar los cambios que presenta y poder verificar lo que está ocurriendo en su rendimiento y funcionamiento, que pueden ser:

- Descenso del nivel estático.
- Monitoreo y mantenimiento.
- Daño de la bomba u otros equipos.
- Baja de caudal por la influencia de otros pozos.
- Descenso continuo de los filtros granulares.
- Eventos geológicos (sismos y erosiones).

Para analizar la variación del nivel freático con la ayuda del pozometro (sondaje eléctrico), se logró recolectar los diferentes niveles que se presentaron y se resumió el promedio mensual.

Tabla 7

Seguimiento de la media mensual del volumen de explotación 2020 del pozo 01.

Tiempo	Niveles de Agua y Caudal					Explotación				
	Nivel Estático		Caudal (l/s)	Nivel Dinámico		Frecuencia (Hz)	Régimen			Volumen (m3)
	(m)	m.s.n.m		(m)	m.s.n.m		h/d	d/s	m/a	
Enero	14.40	1914	39.22	32.10	1914	54	14	7	12	61284.49
Febrero	14.30	1914	41.86	32.10	1914	54	14	7	12	61187.45
Marzo	14.00	1914	39.25	32.10	1914	53	14	7	12	61327.67
Abril	14.30	1914	39.58	33.33	1914	53	14	7	12	59839.92
Mayo	14.70	1914	38.46	33.33	1914	53	14	7	12	60093.60
Junio	14.79	1914	37.39	34.83	1914	53	14	7	12	56534.98
Julio	14.99	1914	36.15	36.43	1914	53	14	7	12	56484.12
Agosto	15.03	1914	35.84	37.57	1914	52	14	7	12	56002.80
Septiembre	15.03	1914	35.69	38.16	1914	52	14	7	12	53961.33
Octubre	15.00	1914	35.49	39.65	1914	52	14	7	12	55451.76
Noviembre	15.10	1914	36.55	34.87	1914	52	14	7	12	55271.08
Diciembre	14.90	1914	40.77	34.73	1914	54	14	7	12	63705.12
Total (m3/año)									701144.32	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Seguimiento de la media mensual de medición y volumen de explotación 2021 del pozo 01.

Tiempo	Niveles de Agua y Caudal					Explotación				
	Nivel Estático		Caudal (l/s)	Nivel Dinámico		Frecuencia (Hz)	Régimen			Volumen (m3)
	(m)	m.s.n.m		(m)	m.s.n.m		h/d	d/s	m/a	
Enero	14.70	1914	39.22	32.10	1914	54	14	7	12	61284.49
Febrero	14.50	1914	42.02	32.10	1914	53	14	7	12	59292.24
Marzo	14.40	1914	39.22	32.10	1914	53	14	7	12	61272.99
Abril	14.40	1914	39.58	33.29	1914	53	14	7	12	59839.92
Mayo	14.50	1914	38.51	33.33	1914	53	14	7	12	60169.76
Junio	14.79	1914	37.47	34.77	1914	53	14	7	12	56661.36
Julio	14.99	1914	36.17	36.37	1914	52	14	7	12	56513.74
Agosto	15.03	1914	35.86	37.53	1914	52	14	7	12	56022.46
Septiembre	15.03	1914	35.71	38.13	1914	52	14	7	12	53986.80
Octubre	15.00	1914	35.48	39.60	1914	52	14	7	12	55440.90
Noviembre	15.01	1914	36.39	35.00	1914	52	14	7	12	55024.77
Diciembre	15.01	1914	40.70	34.73	1914	54	14	7	12	63595.76
Total (m3/año)									699105.18	

Fuente: Elaboración propia.

El seguimiento de medición promedio de caudales y explotación en el pozo 02 en funcionamiento parcialmente es de 2 horas al día por tres veces a la semana con un caudal de 35 l/s, lo que nos da una explotación de 29,447.00 m³/año.

Teniendo el aforo de las fuentes de agua subterránea, se ha podido establecer el volumen total explotado del acuífero de Pillco Marca.

Tabla 9

Distribución de pozos en Pillco Marca según su tipo.

Ubicación:	Nombre del pozo	Tipo de pozo		Cota m.s.n.m.	Total
		Tubular	Tajo abierto		
Pillco Marca	Pozo 01	1	0	1914	1
	Pozo 02	1	0	1925	1
	UNHEVAL (no utilizable)	0	1	1911	1
	Recreo Bambú	1	1	1928	1
	Particular	0	5	N/A	10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Estimación del volumen promedio de explotación del acuífero periodo anual.

Acuífero Pillco Marca	Uso	Estado	Tipo de pozo		TOTAL (m ³ /año)
			Tubular	Tajo abierto	
Pozo 01	Domestico	Utilizado	700,124.8	0.00	700,124.8
Pozo 02	Domestico	Utilizado	29,447	0.00	29,447
Recreo Bambú	Domestico	Utilizado	0.00	63.07	63.07
Particulares	Domestico	Utilizado	0.00	1140.63	1140.63
TOTAL (m³/año)			729,571.8	1203.70	730,775.5

Fuente: Elaboración propia.

- **Parámetros:**

La determinación de los parámetros hidrodinámicos en la etapa de funcionamiento, se ha evaluado para la fase de recuperación, debido a que es en esta etapa donde el agua fluye de manera muy natural al ascender hacia la superficie, influenciados por los tipos de materiales que posee en sus horizontes; los parámetros se hallaron a base de la fórmula de Jacob y Theis.

$$d = \frac{Q}{4\pi T}$$

d: pendiente de la ecuación en función logarítmica en m.

Q: caudal en m³/s

T: transmisividad

Tabla 11

Propiedades hidrodinámicas de los pozos.

Pozo	<i>d</i>	Caudal (Q)	E (espesor del acuífero saturado)	T (m ² /día)	K (m/día)	S (%)
01	0.263	37	39.60 m	967.36	24.43	8
02	0.257	35	73.30 m	915.02	12.48	8

Fuente: Elaboración propia.

Con las pruebas de bombeo y rendimiento anteriormente y con los datos obtenidos en la fase de ascenso y recuperación se ha obtenido los siguientes resultados de los parámetros: la transmisividad para los dos pozos oscila entre 915.02 y 967.36 m²/día, y la conductividad hidráulica o permeabilidad entre 12.48 y 24.43 m/día, lo que nos hace determinar que el acuífero tiene la calificación alta de agua subterránea, por lo que el acuífero es considerado libre y superficial; y precisamente se toman valores para esta clase de acuífero de un 8% de coeficiente de almacenamiento, un valor conservador para hacer los cálculos más adelante del radio de influencia de los pozos.

- **Radio de influencia:**

El radio de la influencia se define como la distancia desde el pozo al límite de la zona afectada por el bombeo; de una manera más exacta la noción de radio de influencia es la distancia del pozo en el cual el abatimiento de la napa es insensible. Esta distancia está en función del tiempo de bombeo. Ella es la misma cualquiera que sea el caudal bombeado por un pozo dado. Los resultados se hallaron a base de la fórmula de Jacob y Theis.

Tabla 12

Radios de influencia a diferentes tiempos de bombeo del pozo 01.

Parámetro \ Horas(t)	Transmisividad (T): m ² /día	Permeabilidad (K): m/día	Coefficiente de almacenamiento (s) %	Radio de Influencia (m) $R=1.5 \sqrt{\frac{T(t)}{S}}$
1	967.36	24.43	0.08	33.67
2	967.36	24.43	0.08	47.62
4	967.36	24.43	0.08	67.34
6	967.36	24.43	0.08	82.47
8	967.36	24.43	0.08	95.23
10	967.36	24.43	0.08	106.47
12	967.36	24.43	0.08	116.63
14	967.36	24.43	0.08	125.98
16	967.36	24.43	0.08	134.68
18	967.36	24.43	0.08	142.85
20	967.36	24.43	0.08	150.57
22	967.36	24.43	0.08	157.92
24	967.36	24.43	0.08	164.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13*Radios de influencia a diferentes tiempos de bombeo del pozo 02.*

Parámetro \ Horas (t)	Transmisividad (T): m ² /día	Permeabilidad (K): m/día	Coefficiente de almacenamiento (s) %	Radio de Influencia (m) $R=1.5 \sqrt{\frac{T(t)}{s}}$
1	915.02	12.48	0.08	32.75
2	915.02	12.48	0.08	46.31
4	915.02	12.48	0.08	65.49
6	915.02	12.48	0.08	80.21
8	915.02	12.48	0.08	92.62
10	915.02	12.48	0.08	103.55
12	915.02	12.48	0.08	113.43
14	915.02	12.48	0.08	122.52
16	915.02	12.48	0.08	130.98
18	915.02	12.48	0.08	138.93
20	915.02	12.48	0.08	146.44
22	915.02	12.48	0.08	153.59
24	915.02	12.48	0.08	160.42

Fuente: Elaboración propia.

En el estudio de los resultados de la tabla 13, se logró determinar que el pozo 01, con un caudal de 37 l/s, su radio de influencia máximo es de 164.95 m. que representa una distancia máxima a un bombeo constante y permanente de 24 horas, por lo que no debe perforarse otro pozo en un radio de 140 metros con respecto al pozo 02, en general para que no haya interferencia entre los pozos.

- **Reservas totales:**

Obtenidos los resultados anteriormente se puede determinar los volúmenes de almacenados en el acuífero, el cálculo de las reservas totales es de la siguiente expresión:

$$R_T = A_A \times e_p \times S$$

R_T : Reservas totales en m3.

A_A : Área del acuífero en m2

e_p : Espesor promedio del acuífero saturado en m.

S : Coeficiente de almacenamiento.

Tabla 14

Reservas estimadas de almacenamiento del acuífero.

Acuífero:	Área del acuífero (A_A)	Espesor promedio (e_p)	Coeficiente de almacenamiento (s)	Volumen de explotación actual (m3)	Reserva total (m3)
PILLCO MARCA	7×10^6	40.00	0.08	730,775.5	22'400,000

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Calidad del Agua y recarga del acuífero

Para la determinación de la calidad del agua se ha tenido muestras de agua de los pozos 01 y 02, con la finalidad de realizar la clasificación del agua de acuerdo a los estándares nacional de calidad ambiental para agua, aprobados con Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Considerando que el Agua a extraer será utilizada para consumo humano, se ha procedido a realizar los análisis en un laboratorio acreditado por INACAL y análisis adicional por el MINSA, producto de tal análisis se cuenta con el Informe de Ensayo con Valor Oficial N° 20192615-012; informe del laboratorio de LASA INGENIEROS y del Ministerio de Salud. La evaluación de la calidad del agua se hará en base a los resultados de los laboratorios antes mencionados, dentro del marco legal.

Los resultados de la muestra de agua se resumen en la Tabla 10 y se obtiene los principales parámetros:

Tabla 15*Resultado físico, químico y bacteriológico de las muestras de agua.*

Parámetros	Muestra pre operatividad	Muestra pre operatividad	Muestra adicional en funcionamiento	Valores admisibles	
				D.S. N° 002- 2008 MINA M	D.S. 031- 2010-SA OMS
Analizado	Pozo 01	Pozo 02	Pozo 01 Pozo 02		
PH	7.1	7.3	6.7	6.5 – 8.5	30
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	610	220	324	1,500	1,500
Dureza (mg CaCO_3/L)	200.18	135	–	500	500
Cloruros (mg / L)	31.91	97	–	250	250
Sulfatos (mg / L)	72.05	110	–	250	250
Color (UCV)	5	5	0.00	15	15
Nitratos (mg/L) 1.80 10	–	1.8	–	10	10
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7.2	7.9	–	>6	>6
Solidos Disueltos (mg/L)	396.68	479	162	1,000	1,000
Turbidez (NTU) < 1 5	< 1	< 1	0.00	5	5
Manganeso (mg/L)	0.00	0.0123	–	0.1	0.1
Coli. T. (nmp/100 ml)	–	–	0.00	–	0.00
Coli. Ter. (nmp/100 ml)	–	–	0.00	–	0.00
E. Coli	–	–	Ausencia	–	A/P
Bact. Het. (ufc/ ml)	–	–	381	–	381

Fuente: Elaboración propia.

Las principales fuentes de recarga del acuífero lo constituyen la infiltración de agua por la corriente superficial del río Huallaga, huancachupa e higueras a través de su cauce, así como también las que se infiltran de las cuencas de la parte alta de los ríos huancachupa y el valle de Pillco Marca.

CAPITULO V

DISCUSION

En el proceso para la explotación racional de las acuíferos para obtener agua necesaria para consumo humano o agrícola se comienza con los estudios hidrogeológicos que van acompañado con trabajos Prospección Geofísica y su aplicación con el Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) y que estas te arrojan la presencia de horizontes geo eléctricos y estos horizontes están constituidos por diferentes tipos de materiales, capas que lo conforman y la resistividad que presenta para que finalmente la zona prospectada ahí se encuentra un acuífero; que después de tener todas sus propiedades es decir los parámetros se localizan los puntos de perforación.

En el trabajo final de (Paganini, 2019) menciona en una de sus conclusiones que el Sondeo Eléctrico Vertical como herramienta de prospección de aguas subterráneas en la provincia de Neuquén es una aplicación útil solamente si se interpretan las mediciones de campo bajo un modelo de subsuelo fiable. De lo contrario, la ambigüedad propia del método, hace que los objetivos buscados en las perforaciones no se encuentren a la profundidad estimada en el SEV o simplemente no existan. Esto nos da entender que la prospección geofísica no te da 100% el éxito de estudio de captación de aguas subterráneas y que por estas razones una perforación de pozos tubulares debe ir acompañada con una perforación diamantina y así asegurar en campo que propiedades presenta el acuífero para el pozo definitivo.

Para (Cohen & Cherry, 2020), la naturaleza y distribución de acuíferos y acuitardos en un sistema geológico están controlados por la litología, estratigrafía, y la estructura de los depósitos y formaciones geológicas. En depósitos no consolidados, la litología y estratigrafía constituyen los controles más importantes. En la mayoría de las regiones el conocimiento de la litología, estratigrafía, y estructura conduce directamente a la comprensión de la distribución de acuíferos y acuitardos. En terrenos que han sido deformados por el plegamiento y las fallas, los acuíferos pueden ser difíciles de

discernir debido a la complejidad geológica. En estas situaciones el ingrediente principal en investigaciones de agua subterránea es a menudo un análisis estructural a gran escala del entorno geológico.

El acuífero de Pillco Marca a través de las muestras extraídas por la perforación diamantina está constituido por depósitos aluviales, conformado por conglomerados semiconsolidados de forma redondeada y subred ondeada de alta permeabilidad, gravas mal graduadas con presencia en menor porcentaje de arena limo y arcilla. Con estos resultados lo que predomina litológicamente que la columna del acuífero está compuesta de una alternancia de capas y subcapas acuíferas conformado de capas de arena, grava, gravilla, canto rodado con intercalaciones de subcapas de arcilla, predominando los materiales de grano grueso y medio, condición que se da entre 24.00 y 70.00 m de profundidad.

En la (Comisión Nacional del Agua, 2007), el desarrollo de un pozo se debe efectuar inmediatamente después de su terminación y antes de su aforo. Consiste esencialmente, en una agitación controlada del agua en el pozo, cuya finalidad es eliminar residuos de bentonita, limpiar el filtro granular, si lo hay, y remover los materiales finos del acuífero en su entorno. Existen varios métodos de desarrollo; la falta de desarrollo provoca una menor capacidad específica que la de pozos similares de la región. Si el desarrollo no se realizó al terminar el pozo, se puede realizar posteriormente, por lo general, con buenos resultados. En esta situación es común que al aforar el pozo nuevamente, resulte que la antigua bomba con que venía operando es de capacidad inferior a la conveniente, según las nuevas condiciones del pozo.

En nuestro caso el desarrollo del pozo 01 no se llevó a cabo un buen desarrollo y por eso conlleva a un bajo rendimiento del acuífero; en cambio el pozo 02 si llevo un buen desarrollo por lo que garantizo en la prueba de rendimiento llegara al caudal requerido.

Con la finalidad de determinar la capacidad productora del pozo terminado y tener el conocimiento para seleccionar el equipo de bombeo definitivo, se realizó la prueba de rendimiento durante 72 horas continuas de bombeo en donde se ha podido establecer regímenes diferentes de bombeo, la duración de cada régimen es en función al comportamiento del acuífero, en este caso cada régimen ha ido cambiando en su periodo de duración, hasta llegar a las 72 horas.

Las pruebas de bombeo y de rendimiento es de suma importancia para ver el nivel de recuperación del pozo, evaluación del acuífero y el caudal máximo a explotar; el pozo 01 de 50 m de profundidad anualmente produce un caudal de promedio de 37.75 l/s con un nivel estático de 13.9 m, y que no sufre ningún cambio significativo en su descenso lo que nos indica que el acuífero tiene una buena capacidad de recuperación; sin embargo el pozo 02 como esta en operación parcialmente produce un caudal de 35 l/s con un nivel estático promedio de 27 m y no sufre también cambios significativos en su descenso.

Con los parámetros obtenidos en la prueba de rendimiento y de bombeo, los radios de influencia no se llegan alterar entre ellos ya que están ubicados contiguamente.

En la tesis de (Respicio, 2020) llega a la conclusión que un buen proyecto de sistema de bombeo debe de ser capaz de ser eficiente, económico y debe de ahorrar en mantenimiento alargando su vida útil, para lograr esto se debe de tener los requerimientos mínimos para hacer trabajar a la bomba en su punto óptimo, (Caudal, altura, potencia, velocidad, eficiencia) en nuestros cálculos nos brinda siguientes parámetros óptimos: caudal óptimo de 29.30 l/s, una altura óptima de 108.55m, una potencia óptima de motor de 56.64 HP de alta eficiencia, una velocidad óptima de 1710RPM (57 Hz) y una máxima eficiencia de 80.50% de curva de bomba, esto se logra con un variador de velocidad. En nuestro caso el variador de frecuencia nos ayuda a controlar y regular la velocidad de las bombas sumergibles, un ahorro de

energía y un arranque más controlado y alargar la vida útil de los equipos; además de controlar los diferentes niveles dinámicos del pozo evitando su sobreexplotación y no llegar al colapso del acuífero.

El agua del subsuelo se alimenta de las lluvias, ya sea directamente o indirectamente a través de las corrientes superficiales y lagos. El agua de lluvia sufre primero intercepción debido a la vegetación, y almacenamiento en las depresiones del terreno y en la zona vadosa. Del resto, una parte sufre escorrentía y otra llega eventualmente a la zona de agua subterránea. Quiere decir que sólo las lluvias prolongadas de fuerte magnitud alimentan el agua del subsuelo. (Chereque , s.f). En nuestro caso las corrientes superficiales del río Huallaga alimenta en la recarga del acuífero principalmente en las temporadas de lluvia, adicionalmente las muestras de agua del acuífero analizados físico-químico y bacteriológico en el laboratorio del Minsa concluye que es un agua apto para consumo humano; a pesar que el río Huallaga se encuentra con signos de contaminación, el suelo y subsuelo adyacentes al río funcionan como filtros en capa por capa manteniendo al acuífero libre de agentes de contaminación.

CONCLUSIONES

1. Con el análisis y muestras de la perforación con diamantina se logró determinar que el acuífero donde están los pozos se encuentran en una zona que está constituida principalmente por materiales aluviales conformado por conglomerados de diferente granulometría y de forma redondeada y semiredondeada (canto rodado) con presencia de arcillas, arena y limos; es un acuífero saturado de mediana permeabilidad, donde una de las recargas se da por las infiltraciones durante todo el año por las corrientes superficiales del río Huallaga y también por las temporadas de lluvia en la parte alta de huancachupa, higueras y Huallaga.
2. Los estudios de Prospección Geofísica (SEV), deben ir acompañado adicionalmente con una perforación con diamantina para así asegurar que el estudio Hidrogeológico tenga un éxito para la extracción de aguas subterráneas.
3. En la etapa de desarrollo de los pozos se logró determinar que la deficiencia en el desarrollo conllevó que en la prueba de bombeo y rendimiento el pozo 01 no obtuvo los resultados esperados, por lo que se extendió hasta un periodo de 12 días a seguir desarrollando para llegar al caudal requerido por ende afectando su rendimiento; en el pozo 02 en cambio sí se efectuaron un buen proceso de desarrollo ya que a las 24 horas ya había llegado al 50 % del caudal requerido.
4. En el desarrollo de los pozos ejecutado con cualquier método que sea y no se llegó al resultado esperado al final de la perforación, se lo puede realizar posteriormente en el aforamiento, pero esto llevaría a la pérdida de tiempo y gastos adicionales como al cambio de equipo para otro tipo de régimen del acuífero.
5. En la parte de equipamiento referido al bombeo de los pozos 01 y 02, es de gran importancia la implementación del variador de velocidad, nos ayuda a controlar y regular la velocidad de las bombas sumergibles, un ahorro de energía y un arranque

más controlado y alargar la vida útil de los equipos; además de controlar los diferentes niveles dinámicos del pozo y un buen rendimiento, evitando su sobreexplotación.

6. En el funcionamiento del pozo 01, se observa que las variaciones del nivel freático o estático no experimenta variaciones de niveles considerables, entregando un rendimiento explotable de 42.02 l/s con un nivel estático y dinámico de 14.79 y 32.10 m respectivamente en épocas de precipitaciones alta y un caudal de 35.48 l/s con un nivel estático y dinámico de 15.03 y 39.65 m respectivamente. En el pozo 02 en funcionamiento parcialmente de dos veces a la semana tiene un rendimiento explotable de 36.00 l/s con un nivel estático y dinámico de 26.790 y 64.80 m respectivamente.

7. El volumen de agua explotado del acuífero mediante pozos tubulares y tajo abierto de particulares es de 742.294.29 m³/año, que equivale a un caudal continuo de 24 lt/s. Las reservas totales con datos conservadores del acuífero nos dan una reserva de 22'400,000 m³, delimitado en todo el sector de cayhuayna alta y baja.

8. Con los datos obtenidos en el funcionamiento se logró determinar que los pozos tubulares tienen un buena eficiencia y rendimiento en gran parte en su área de influencia por ser pozos vecinos, presenta buenas condiciones hidráulicas de explotación, el mismo que por sus características el pozo no presenta signos de colapso o secado por su casi nula en el descenso del nivel freático.

9 Los resultados análisis físico-químico y bacteriológico del pozo 01 y pozo 02 evidencian que el agua proveniente del acuífero, se encuentran dentro de los límites permisibles para consumo humano con un adecuado sistema de desinfección; el resultado de la muestra evidencia que el agua subterránea se puede utilizar como fuente en la producción de agua potable, el administrador de los pozos deberá de considerar la desinfección del mismo de acuerdo a procedimientos aprobados por el

MINSA, que al ser consumida por la población cumpla con la normatividad vigente de agua para consumo humano (D.S. 031-2010-SA).

10. Las corrientes superficiales del río Huallaga y las precipitaciones en épocas de lluvias contribuyen principalmente a la recarga, por lo que se llegó a la conclusión que los pozos tienen más rendimiento de explotación en la época de precipitaciones y bajan su rendimiento no considerable en las épocas de estiaje por la no presencia de precipitaciones.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

1. Para la explotación de acuíferos, la Prospección Geofísica o estudio de Sondaje Eléctrico Vertical no garantiza que franja es la más adecuada para captación de aguas subterráneas, por lo que se recomienda una perforación preliminar con diamantina para asegurar cuales son los estratos y litología se está presentando al momento de la perforación.
2. Se recomienda para perforaciones futuras en el área de Pillco Marca utilizar maquinarias de perforación con mayores capacidades de velocidad, potencia y rotación, ya que el acuífero contiene estratos de rocas madre y pueden dificultar los trabajos a realizar.
3. Se recomienda tener un buen proceso constructivo de los pozos tubulares, para evitar en el camino resultados no deseados.
4. En el equipamiento y funcionamiento de los pozos tubulares se puede considerar el funcionamiento manualmente o un sistema automatizado, lo cual influirá en los costos del sistema que sea la más adecuada.
5. Se recomienda la implementación en la región de una metodología para el mantenimiento y rehabilitación de los pozos tubulares profundos cada tres años o la que fuera conveniente, ya que a futuro esos pozos van a necesitar un mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil de los pozos.
6. Implementar y proseguir con los continuos registros de campo y adicionales pruebas de calidad, a fin de contar con un historial detallado y actualizado de los niveles de agua y caudal explotado, el cual nos permitirá identificar descensos en el rendimiento del pozo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Imershein, A. (1977). *The epistemological bases of social order: toward ethno- paradigm analysis*. Tallahassee: Social Methodology 8.
- Almanza Tovar, O. (2015). *Índices de calidad del agua y vulnerabilidad acuífera de un sistema hidrogeológico: caso valle san luis de potosi*. San Luis de Potosi: IPICYT.
- Alzate, A., Murillo, D., & Gonzalez, M. (2011). *Control de velocidad mediante relación voltajefrecuencia*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Amisia, R., & Jegat, H. (1984). *Aprovechamiento y modelos de aguas subterráneas*. Merida: Banco de programa CIDIAT.
- Andrea, v. G. (s.f.).
- Antonio, F. R. (2020). *Evaluación, mantenimiento y rehabilitación de pozos tubulares profundos en los acuíferos de chillón y Rímac*. Lima: Universidad Agraria La Molina.
- Binnie, & Partners. (1986). *Manejo de los Recursos Acuíferos de la Gran Lima*. Lima: Rehabilitacion Perú.
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2009). *Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones*. Mexico: AlfaOmega.
- Carbajo , K. (2015). *Condiciones de explotación del acuífero Casma*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Castany, G. (1975). *Prospección y explotación de las aguas subterráneas*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Chereque , w. (s.f). *Hidrología*. Lima: Pontificia Univerdidad Catolica del Peru.
- Cohen, a., & Cherry, J. (2020). *Conceptual and Visual Understanding of Hydraulic Head and Groundwater Flow*. Canada: The Groundwater Project.
- Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Ciudad de Mexico: Comisión Nacional del Agua.
- Custodio, E. (1983). *Hidrolo*. Barcelona: Omega.
- Custodio, E., & Llamas , M. (1983). *Hidrología Subterránea (2º Ed.)*. Barcelona: Omega.
- Dalmayrac, B. (1973). *Estudio geológico del Bloque A. Dptos. Pasco y Huánuco*. Lima: Servicio de Geología y Minería.
- E., C. (1983). *HIDROLOGIA SUBTERRANEA*. Barcelona: Omega.
- Florez, B. (2020). *Variador de frecuencia aplicado al bombeo electro sumergible de pozos acuíferos*. Bogotá: Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios,.
- Gamarra, C., & Rondinel, P. (2019). *Elaboración de una guía como propuesta de mejora al Plan de Compensación y Reasentamiento Involuntario (PACRI) para proyectos*

de infraestructura de transporte en Lima Metropolitana. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

- Graaf, I. (2019). La Sobreexplotación de los acuíferos. *Nature*, s.n.
- Jegat, h. (1999). *Guia, origen e importancia de las aguas subterráneas.* Venezuela: Cidiat.
- Johnson, E. (1975). *El agua subterránea y los pozos.* Lexington: UOP Inc.
- Landeo, J., & Limaco, T. (2019). *Propuesta de diseño de pozo tubular aplicando la técnica de testificación geofísica realizando sondeo eléctrico para incrementar la disponibilidad hídrica en el sector de Otopongo – Barranca – Lima -Perú.* Lima: Univesidad de San Martin de Porres.
- López, J., Fornés, J., Ramos, G., & Villarroya, F. (2009). *Las aguas subterráneas: un recurso natural del subsuelo.* Madrid: CSIC - Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
- Mallqui Diaz, D. A. (2019). *Evaluacion del proceso de perforacion de pozos tubulares para la captacion de agua subterranea de calidad en la Esperanza – Huanuco, 2018.* Huanuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan.
- Mamani, M. (2012). *Características geoquímicas del volcanismo cenozoico.* Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- Mata, M., & Colon, K. (2016). *Propuesta para mejorar el abastecimiento de agua potable, en el sector los guayabitos del municipio Naguanagua mediante la incorporación de un pozo profundo.* Carabobo: Universidad de Carabobo.
- Ordoñez, J. (2011). *Aguas Subterráneas-acuíferos.* Sociedad Geológica de Lima Perú. lima.
- Ortega Sánchez, R. F., & Delgado Zuñiga, J. A. (2021). *Evaluacion hidrogeológica para captación de aguas subterráneas mediante perforación de pozo tubular en la a.p.v Nuevo Amanecer comunidad campesina y Yanama Ayllomayo distrito Zurite - provincia Anta - Región Cusco.* Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abad.
- Paganini, F. A. (2019). *Evaluación de resultados de Sondeos Eléctricos Verticales en la prospección de agua subterránea en la provincia de Neuquén, Argentina.* Neuquen: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE.
- Ramos, B. (2018). *CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA Y CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA REGIÓN SUDOCCIDENTAL DE LA REGIÓN AREQUIPA, ENTRE LOS MESES DE ENERO A DICIEMBRE.* Arequipa: UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN DE AREQUIPA.
- Respicio, J. (2020). *Diseño de Ampliacion de un Sistema de Bombeo de Agua Potable Para el AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura.* Pimentel: Universidad Señor de Sipan.
- Torres, A. (2020). *Vulnerabilidad.* Lima: UNI.
- Velez, M., Ortiz, C., & Vargas, M. (2011). *Las Aguas Subterráneas: Un Enfoque Práctico.* Colombia: Instituto Colombiano de Geología y Minería .

Villegas Gonzalez, P. A. (2015). *DISEÑO DE SISTEMAS DE POZOS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA: CASO DE ESTUDIO LA MOJANA*. Bogota: Universidad Católica de Colombia.

Wilson, J., & Reyes, L. (1964). *Geología del cuadrángulo de Pataz*. Lima: Comisión Carta Geológica Nacional.

ANEXOS

NOTA BIOGRAFICA

Ventura Blacido Juan Marcelo, es natural de la ciudad de Tingo María, realizando sus estudios primario y secundario en la Gran Unidad Escolar “Leoncio Prado”, egresado de la carrera técnica de Electricidad en el Instituto Privado “SENCICO”; sus estudios superiores lo realizo en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, sus padres son Marcelo Ventura Pariona y Vicenta Blacido Reyes.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 21 días del mes de diciembre de 2023, siendo las 19.30 am, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°1152-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución de Decano N°1179-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 20.DIC.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los miembros del jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público de tesis titulada: **EVALUACION DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LOS POZOS TUBULARES PROFUNDOS Y LA CALIDAD DEL ACUIFERO DE PILLCO MARCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil el Bachiller **JUAN MARCELO VENTURA BLACIDO**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas PRESIDENTE – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, SECRETARIO – Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, VOCAL y el bachiller mencionad, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación del aspirante al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:


APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
VENTURA BLACIDO JUAN MARCELO	APROBADO	14	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII – Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las 20:45 PM del mismo día 21/12/2023 con lo que se dio por concluido y en fe de lo cual firmamos.


VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS -
 PRESIDENTE


LUIS FERNANDO NARRO JARA
 SECRETARIO


RISSEL MACHUCA GUARDIA
 VOCAL



CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 147-2023
SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente constancia de Antiplagio, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 11%. de similitud general, correspondiente al Bachiller interesado, **VENTURA BLACIDO Juan Marcelo** del Borrador de Tesis "**EVALUACION DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LOS POZOS TUBULARES PROFUNDOS Y LA CALIDAD DEL ACUIFERO DE PILLCO MARCA**", considerando como asesor al **Dr. Ing.. VILLANUEVA VILLAR Carlos**

DECLARANDO (APTO)

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 13 de diciembre 2023



[Handwritten signature]
Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DJLVG 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

"EVALUACION DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LOS POZOS TUBULARES PROFUNDOS Y LA CALIDAD DEL ACUIFERO DE PILLCO MARCA

AUTOR

Juan Marcelo VENTURA BLACIDO

RECUENTO DE PALABRAS

13488 Words

RECUENTO DE CARACTERES

77372 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

71 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.1MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 13, 2023 3:05 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 13, 2023 3:05 PM GMT-5

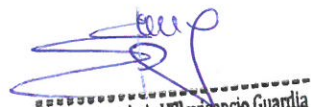
● **11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

● 11% de similitud general


Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr


FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

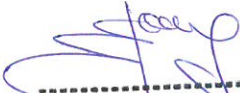
1	repositorio.unheval.edu.pe	Internet	2%
2	docplayer.es	Internet	<1%
3	CONSULTORIA E INGENIERIA INTEGRAL MEC EIRL. "ITS del Proyecto ...	Publication	<1%
4	hydrogeologistswithoutborders.org	Internet	<1%
5	repositorio.uss.edu.pe	Internet	<1%
6	ri.ues.edu.sv	Internet	<1%
7	doczz.es	Internet	<1%
8	rdi.uncoma.edu.ar	Internet	<1%


 Dr. José Luis Villavicencio Guardia
 DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 CUENCA DE LA RICA

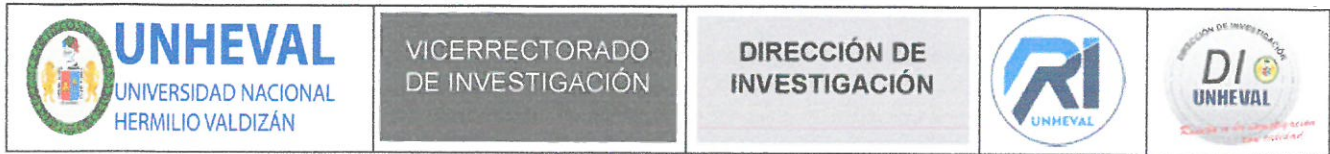
9	Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2021-11-12 Submitted works	<1%
10	redalyc.org Internet	<1%
11	1library.co Internet	<1%
12	repositorio.unfv.edu.pe Internet	<1%
13	INGENIEROS AMBIENTALES S.A.C.. "ITS del Proyecto Habilitación de ... Publication	<1%
14	Universidad Internacional de la Rioja on 2023-07-11 Submitted works	<1%
15	repositorio.lamolina.edu.pe Internet	<1%
16	ECCL on 2018-04-20 Submitted works	<1%
17	oalib.com Internet	<1%
18	Universidad Cesar Vallejo on 2016-06-20 Submitted works	<1%
19	Universidad Cesar Vallejo on 2016-05-21 Submitted works	<1%
20	YAKU CONSULTORES S.A.C.. "ITS del Proyecto Reubicación y Habilitac... Publication	<1%


Dr. Ing. Jose Luis Mlavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

- | | | |
|----|--|-----|
| 21 | repositorio.unsaac.edu.pe
Internet | <1% |
| 22 | scribd.com
Internet | <1% |



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
----------	-------------------------------------	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	VENTURA BLACIDO JUAN MARCELO							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	963212322
Nro. de Documento:	43596715				Correo Electrónico:	ventumark01@outlook.com		

Apellidos y Nombres:	-----							
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	-----
Nro. de Documento:	-----				Correo Electrónico:	-----		

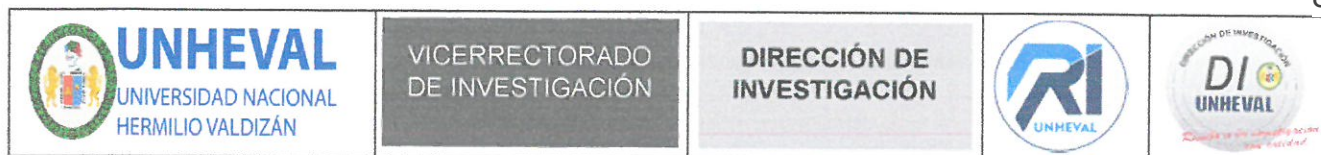
Apellidos y Nombres:	-----							
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	-----
Nro. de Documento:	-----				Correo Electrónico:	-----		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO					
Apellidos y Nombres:	VILLANUEVA VILLAR CARLOS EDUARDO			ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0002-3000-995X			
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de documento:	40393957

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	GOICOCHEA VARGAS VÍCTOR MANUEL
Secretario:	NARRO JARA LUIS FERNANDO
Vocal:	MACHUCA GUARDIA RISSEL
Vocal:	-----
Vocal:	-----
Accesitario	QUINTANILLA HERRERA ELISA RAQUEL


5. Declaración Jurada: *(Ingrese todos los datos requeridos completos)*

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: <i>(Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)</i>	
EVALUACION DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE LOS POZOS TUBULARES PROFUNDOS Y LA CALIDAD DEL ACUIFERO DE PILLCO MARCA	
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: <i>(tal y como está registrado en SUNEDU)</i>	
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL	
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.	
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.	
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.	
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.	
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.	
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.	

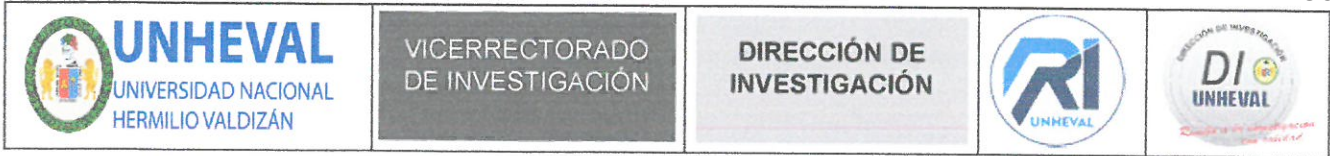
6. Datos del Documento Digital a Publicar: *(Ingrese todos los datos requeridos completos)*

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: <i>(Verifique la Información en el Acta de Sustentación)</i>		2023				
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: <i>(Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)</i>	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Patente de Invención	<input type="checkbox"/>
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	<input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros <i>(especifique modalidad)</i>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Palabras Clave: <i>(solo se requieren 3 palabras)</i>	POZOS		RENDIMIENTO		CAUDAL	

Tipo de Acceso: <i>(Marque con X según corresponda)</i>	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	<input type="text"/>

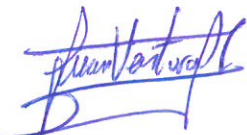

¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? <i>(ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):</i>	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:	-----			

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 		
Apellidos y Nombres:	VENTURA BLACIDO JUAN MARCELO	Huella Digital
DNI:	43596715	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 21/03/2024		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.