



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,

Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica

**Teledetección espacial y sistemas de información
geográfica para la identificación de zonas con potencial
de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

AUTORES

Brian José VELARDE CAPPA

Renso Alexander PÉREZ SALAZAR

ASESOR

Dr. Francisco Alejandro ALCÁNTARA BOZA

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Velarde, B. & Pérez, R. (2025). *Teledetección espacial y sistemas de información geográfica para la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor 1	
Nombres y apellidos	Renso Alexander Pérez Salazar
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46209508
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-1952-9772
Datos de autor 2	
Nombres y apellidos	Brian José Velarde Cappa
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47280491
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-0282-2204
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Francisco Alejandro Alcántara Boza
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	27074721
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9127-4450
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Emilia Isabel Bejar Melgar
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41331753
Miembro del jurado 1	

Nombres y apellidos	José Luis Quispe Vilchez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08119070
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.2.8. Ingeniería y tecnologías del Medio Ambiente
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Ica Provincia: Pisco Distrito: Pisco, Humay, Independencia, San Clemente, Túpac Amaru Inca y Huancano Latitud: -13.693365 Longitud: -76.104455
Año o rango de años en que se realizó la investigación	octubre 2018 – enero 2025
URL de disciplinas OCDE	Sensores remotos https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.04 Oceanografía, Hidrología, Recursos hídricos https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.11 Geografía física https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.05



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el día 26 de noviembre del 2025, siendo las 17:00 horas, en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Mg. Emilia Isabel Bejar Melgar
Ing. José Luis Quispe Vilchez

Presidente de Jurado de Tesis
Jurado de Tesis

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la Tesis titulada «**TELEDETECCIÓN ESPACIAL Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CON POTENCIAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO PISCO**», presentada por los bachilleres **PÉREZ SALAZAR, RENSO ALEXANDER** y **VELARDE CAPP, BRIAN JOSÉ** para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo, asesorados por el Dr. Francisco Alejandro Alcántara Boza.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon a los bachilleres las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a:

Satisfacción del Jurado

Concluida la Sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue:

Dieciséis (16) Aprobado con mención honrosa

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO** a los bachilleres **PÉREZ SALAZAR, RENSO ALEXANDER** y **VELARDE CAPP, BRIAN JOSÉ**.

Siendo las *6:20 p.m.* horas, se dio por concluido el acto académico, expidiéndose siete (07) Actas Originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Lima, 26 de noviembre del 2025

Mg. Emilia Isabel Bejar Melgar

PRESIDENTE

Ing. José Luis Quispe Vilchez

MIEMBRO

Dr. Francisco Alejandro Alcántara Boza
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE

SAN MARCOS

Universidad del Perú, Decana de América

Anexo 1

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Francisco Alejandro Alcántara Boza en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen de la EP N° 000002-2025-EPIGG-FIGMMG/UNMSM de la tesis, cuyo título es: **TELEDETECCIÓN ESPACIAL Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CON POTENCIAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO PISCO**, presentado por los bachilleres VELARDE CAPPÁ, BRIAN JOSÉ y PÉREZ SALAZAR, RENSO ALEXANDER para optar el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO,

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 16% de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO.

Lima, 18 de marzo de 2026

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: Alcántara Boza Francisco Alejandro

DNI: 27074721

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un periodo de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

DEDICATORIA

A Dios por sobre todas las cosas,
por ser nuestra guía en los momentos de incertidumbre,
por darnos fortaleza cuando más la necesitamos
y por permitirnos llegar hasta aquí con fe y propósito.

A nuestras familias,
por su amor incondicional, por creer en nosotros incluso cuando dudamos,
y por acompañarnos con paciencia, aliento y comprensión en cada etapa de este camino.

AGRADECIMIENTOS

A Dios en primer lugar, por acompañarnos en este proceso y brindarnos la claridad y tranquilidad necesarias para seguir adelante en los momentos clave.

A nuestras familias, por su amor incondicional, su apoyo constante y su ejemplo de perseverancia, pilares fundamentales en cada paso de este proceso académico.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, y en especial a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geográfica, por habernos formado con rigurosidad académica y brindado las herramientas necesarias para desarrollarnos como profesionales comprometidos con la sociedad y el territorio.

Al Ing. Alejandro Alcántara Boza, por su valiosa asesoría, orientación técnica y constante disposición durante el desarrollo de esta investigación.

A todas las personas que, de una u otra forma, aportaron con sus palabras, conocimientos o gestos de aliento, nuestro más sincero agradecimiento.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I.....	14
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Introducción.....	14
1.2 Planteamiento del problema	15
1.2.1 Descripción de la problemática.....	15
1.2.2 Formulación del problema	16
1.2.2.1 Pregunta general.....	16
1.2.2.2 Preguntas específicas.....	16
1.3 Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Importancia y alcance de la investigación.....	17
1.5 Limitaciones de la investigación	18
CAPÍTULO II	19
2. EL MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes de la investigación.....	19
2.2 Bases teóricas	21
2.2.1 Teledetección espacial.....	21
2.2.2 Sistema de información geográfica	30
2.2.3 Aguas subterráneas.....	35
CAPÍTULO III.....	42
3. HIPOTESIS Y VARIABLES	42
3.1 Las hipótesis	42
3.1.1 Hipótesis general	42
3.1.2 Hipótesis específicas	42
3.2 Las variables.....	42
3.2.1 Variable independiente.....	42
3.2.2 Variable dependiente.....	42
3.3 Operacionalización de variables	43
CAPÍTULO IV	46
4. MATERIALES Y METODOS	46

4.1	Área de estudio	46
4.1.1	Nivel de estudio y nivel de análisis	47
4.2	Diseño de la investigación.....	48
4.3	Población y muestra	48
4.4	Procedimiento, técnicas e instrumentos de recolección de información	48
4.4.1	Litología	49
4.4.2	Pendiente	50
4.4.3	Densidad de drenaje	51
4.4.4	Textura de suelo	53
4.4.5	Precipitación.....	55
4.4.6	Cobertura de suelo.....	57
4.4.7	Cálculo del índice de potencial de agua subterránea mediante superposición Ponderada.....	64
4.4.8	Validación estadística.....	68
CAPÍTULO V		70
5.	RESULTADOS.....	70
5.1	Resultados de la metodología aplicada.....	70
5.1.1	Parámetros hidrogeológicos	70
5.1.2	Índice de potencial de agua subterránea (GWPI).....	81
5.2	Validación estadística de las hipótesis	85
5.2.1	Validación de la hipótesis 1	85
5.2.2	Validación de la hipótesis 3	91
6.	DISCUSIÓN	95
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS		109

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 2.1 Distribución de las bandas en OLI y TIRS	28
Tabla 4.1 Matriz de confusión de la clasificación.....	63
Tabla 4.2 Escala de Saaty.....	65
Tabla 4.3 Matriz de comparación entre pares	65
Tabla 4.4 Pesos normalizados (W_i)	66
Tabla 5.1 Litología del área de estudio	70
Tabla 5.2 Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases - litología.....	73
Tabla 5.3 Pendiente del área de estudio	74
Tabla 5.4 Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases – pendiente	75
Tabla 5.5 Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases – densidad de drenaje	76
Tabla 5.6 Textura de suelo del área de estudio	77
Tabla 5.7 Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases en el análisis de superposición ponderada – textura de suelo	78
Tabla 5.8 Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases - precipitación	79
Tabla 5.9 Cobertura de suelo del área de estudio.....	79
Tabla 5.10 Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases – cobertura de suelo.....	80
Tabla 5.11 Áreas con potencial de aguas subterráneas	83
Tabla 5.12 Litología y distribución de pozos	86
Tabla 5.13 Pendiente y distribución de pozos.....	86
Tabla 5.14 Densidad de drenaje y distribución de pozos	87
Tabla 5.15 Textura de suelo y distribución de pozos.....	88
Tabla 5.16 Precipitación y distribución de pozos	89
Tabla 5.17 Cobertura de suelo y distribución de pozos	90
Tabla 5.18 Relación entre el GWPI y el nivel freático en pozos	92
Tabla 6.1 Parámetros clave en estudios sobre la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas	95
Tabla A.1 Escala de Saaty.....	124

Tabla A.2 Matriz de comparación por pares	124
Tabla A.3 Suma de columnas.....	125
Tabla A.4 Matriz normalizada	125
Tabla A.5 Pesos normalizados	126
Tabla A.6 Índice de Consistencia (CI)	126
Tabla A.7 Índice de Consistencia Aleatorio (RI)	127
Tabla A.8 Cálculo de Razón de Consistencia (CR)	127
Tabla A.9 Prueba de Chi-cuadrado para la litología	128
Tabla A.10 Prueba de Chi-cuadrado para la pendiente	129
Tabla A.11 Prueba de Chi-cuadrado para la densidad de drenaje.....	130
Tabla A.12 Prueba de Chi-cuadrado para la textura de suelo	131
Tabla A.13 Prueba de Chi-cuadrado para la precipitación.....	132
Tabla A.14 Prueba de Chi-cuadrado para la cobertura de suelo	133
Tabla A.15 Cálculo del coeficiente de correlación de Spearman	135
Tabla A.16 Inventario de pozos de la Autoridad Nacional del Agua en el área de estudio...	158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Espectro electromagnético.....	23
Figura 2-2 Resolución espacial (tamaño de pixel) en diferentes imágenes	24
Figura 2-3 Zonas Firma espectral de distintas coberturas terrestres el área de estudio	25
Figura 2-4 Resolución radiométrica.....	26
Figura 2-5 Mayor resolución temporal gracias a la reorientación	27
Figura 2-6 Modelo digital de elevación y su representación	30
Figura 2-7 Representación ráster.....	32
Figura 2-8 Representación vectorial	33
Figura 2-9 Arquitectura dual con subsistemas distintos para el manejo de datos espaciales y no espaciales.....	34
Figura 2-10 El agua subterránea como parte del ciclo hidrológico.....	35
Figura 2-11 Nivel freático según la litología y permeabilidad del suelo	36
Figura 2-12 Pozos subterráneos	36
Figura 4-1 Ubicación del área de estudio.....	46
Figura 4-2 Procedimiento metodológico para la elaboración de la investigación	49
Figura 4-3 Modelo Digital de Elevación (DEM) del área de estudio	50
Figura 4-4 Red de drenaje del área de estudio	52
Figura 4-5 Concepto de Line Density	53
Figura 4-6 Portal de descarga SoilGrids	54
Figura 4-7 Contenido porcentual de arena, limo y arcilla.....	54
Figura 4-8 Diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo según el tamaño de partículas	55
Figura 4-9 Red de estaciones utilizadas a escala nacional para la elaboración de PISCOp con porcentajes de datos por estación considerando el período 1981-2016	56
Figura 4-10 Escenas satelitales Landsat 8.....	57
Figura 4-11 Metodología para la generación de unidades de cobertura de suelo	58
Figura 4-12 Fusión o Pansharpening de Imagen Landsat 08	60
Figura 4-13 Mosaico en color natural de Imagen Landsat 08 para el área de estudio	60
Figura 4-14 Segmentación e índices espectrales del área de estudio.....	62
Figura 5-1 Litología del área de estudio.....	73
Figura 5-2 Pendientes del área de estudio	75
Figura 5-3 Densidad de drenaje del área de estudio.....	76

Figura 5-4 Textura de suelo del área de estudio.....	78
Figura 5-5 Precipitación del área de estudio	79
Figura 5-6 Cobertura de suelo del área de estudio	81
Figura 5-7 Potencial de agua subterránea en la cuenca baja del río Pisco	83
Figura 5-8 Potencial de agua subterránea y pozos en la cuenca baja del río Pisco.....	92
Figura 5-9 Relación entre el índice de potencial de agua subterránea (GWPI) y el nivel freático en pozos de la cuenca baja del río Pisco	94
Figura A.8-1 Relación entre el índice de potencial de agua subterránea (GWPI) y el nivel freático en pozos de la cuenca baja del río Pisco	137

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio
- Anexo 2. Mapa de litología del área de estudio
- Anexo 3. Mapa de influencia % por parámetro y valor clases – litología
- Anexo 4. Mapa de textura de suelo
- Anexo 5. Mapa de influencia % por parámetro y valor clases – textura de suelo
- Anexo 6. Mapa de pendiente
- Anexo 7. Mapa de influencia % por parámetro y valor clases – pendiente
- Anexo 8. Mapa de densidad de drenaje
- Anexo 9. Mapa de influencia % por parámetro y valor clases – densidad de drenaje
- Anexo 10. Mapa de precipitación
- Anexo 11. Mapa de influencia % por parámetro y valor clases – precipitación
- Anexo 12. Mapa de cobertura de suelo
- Anexo 13. Mapa de influencia % por parámetro y valor clases – cobertura de suelo
- Anexo 14. Mapa de índice de potencial de agua subterránea
- Anexo 15. Mapa de índice de potencial de agua subterránea y pozos
- Anexo 16. Cálculo de la matriz de comparación pareada y ponderaciones mediante el método AHP de Saaty
- Anexo 17. Validación estadística de la hipótesis 1 mediante la prueba de Chi-cuadrado
- Anexo 18. Validación estadística de la hipótesis 3 mediante cálculo del coeficiente de correlación de Spearman
- Anexo 19. Inventario de pozos de la Autoridad Nacional del Agua
- Anexo 20. Inventario de pozos de la Autoridad Nacional del Agua en el área de estudio

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ANA: Autoridad Nacional del Agua

AHP: Analytic Hierarchy Process (proceso de análisis jerárquico)

ASTER: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer

ATCOR: ATmospheric CORrection

DEM: Digital Elevation Model (modelo digital de elevación)

ETM+: Enhanced Thematic Mapper Plus (sensor del satélite Landsat 7)

GIS: Geographic Information System (sistema de información geográfica, en inglés)

GWPI: Groundwater Potential Index (índice de potencial de agua subterránea)

INRENA: Instituto Nacional de Recursos Naturales

LANDSAT: Land Remote-Sensing Satellite (satélite de detección remota terrestre)

LIDAR: Light Detection and Ranging (detección y alcance por luz)

METEOSAT: Meteorological Satellite (satélite meteorológico europeo)

MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada)

MODTRAN4: MODerate resolution TRANsmission

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index (índice de vegetación de diferencia normalizada)

NDWI: Normalized Difference Water Index (índice normalizado de diferencia de agua)

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration (administración nacional oceánica y atmosférica de EE. UU.)

OBIA: Object-Based Image Analysis (análisis de imágenes basado en objetos)

OLI: Operational Land Imager

RADARSAT: Radar Satellite (satélite de radar de observación terrestre canadiense)

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

SENTINEL-2: Copernicus Sentinel-2 Satellite (satélite Sentinel-2 del programa Copernicus)

SIG: sistema de información geográfica

SRTM: Shuttle Radar Topography Mission (misión topográfica radar shuttle)

TIN: Triangulated Irregular Network (red de triángulos irregulares)

TIRS: Thermal Infrared Sensor

UNMSM: Universidad Nacional Mayor de San Marcos

USGS: United States Geological Survey (servicio geológico de Estados Unidos)

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo identificar zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco, utilizando herramientas de teledetección espacial y sistemas de información geográfica. Para ello, se integraron seis parámetros hidrogeológicos: litología, precipitación, textura del suelo, pendiente, densidad de drenaje y cobertura del suelo. Estos parámetros fueron ponderados según su importancia hidrogeológica y combinados mediante una superposición ponderada para calcular un índice de potencial de aguas subterráneas (GWPI, por sus siglas en inglés: Groundwater Potential Index). El índice fue implementado en un sistema de información geográfica (SIG), lo que permitió generar un mapa clasificado en cuatro niveles de potencial: muy bajo, bajo, moderado y alto.

Los resultados evidenciaron una distribución espacial coherente con las condiciones hidrogeológicas de la cuenca, confirmando que la integración de parámetros hidrogeológicos en el GWPI permite identificar zonas con distinto nivel de potencial, en concordancia con lo planteado en la Hipótesis 2.

La validación del modelo se llevó a cabo mediante análisis estadísticos, incluyendo la prueba de Chi-cuadrado entre la cantidad de pozos y las clases de cada parámetro (Hipótesis 1) y un análisis de correlación de Spearman entre los valores del GWPI y los niveles freáticos de 33 pozos (Hipótesis 3), obteniéndose una correlación negativa moderada y estadísticamente significativa ($\rho = -0.486$, $p = 0.0042$). Los resultados respaldan la utilidad del índice como herramienta técnica para la identificación preliminar de zonas favorables para la exploración de aguas subterráneas.

Palabras claves:

Teledetección, sistemas de información geográfica, aguas subterráneas, río Pisco.

ABSTRACT

The objective of this research was to identify areas with groundwater potential in the lower basin of the Pisco River, using remote sensing and geographic information systems (GIS) tools. Six hydrogeological parameters were integrated: lithology, precipitation, soil texture, slope, drainage density, and land cover. These parameters were weighted according to their hydrogeological importance and combined through a weighted overlay to calculate a Groundwater Potential Index (GWPI). The index was implemented in a GIS environment, allowing the generation of a map classified into four potential levels: very low, low, moderate, and high.

The results showed a spatial distribution consistent with the hydrogeological conditions of the basin, confirming that the integration of hydrogeological parameters into the GWPI allows for the identification of areas with different levels of groundwater potential, in line with Hypothesis 2.

The model validation was carried out through statistical analyses, including the Chi-square test between the number of wells and the classes of each parameter (Hypothesis 1) and a Spearman correlation analysis between GWPI values and groundwater levels from 33 wells (Hypothesis 3). A moderate negative and statistically significant correlation was obtained ($\rho = -0.486$, $p = 0.0042$). The results support the usefulness of the index as a technical tool for the preliminary identification of favorable areas for groundwater exploration.

Keywords:

Remote sensing, geographic information systems, groundwater, pisco river.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El agua subterránea es un recurso vital para las regiones áridas y semiáridas del planeta, donde cumple funciones fundamentales en el abastecimiento para uso doméstico, agrícola e industrial. En escenarios marcados por la escasez de agua superficial y la creciente variabilidad climática, su gestión sostenible resulta prioritaria para asegurar la disponibilidad hídrica a mediano y largo plazo. Se estima que, en muchas zonas áridas, este recurso puede representar hasta la mitad del consumo total de agua (Custodio & Llamas, 1996).

En la cuenca baja del río Pisco, ubicada en la costa sur del Perú, las condiciones climáticas son predominantemente áridas, con deficiencias de lluvias (SENAMHI, 2020). Esta realidad ha incrementado la dependencia de las aguas subterráneas para diversas actividades productivas y poblacionales. Según la Autoridad Nacional del Agua, el uso intensivo del recurso en esta región ha aumentado significativamente en las últimas décadas, especialmente en el sector agrícola (ANA, 2020).

Ante este panorama, las herramientas tecnológicas como la teledetección espacial y los sistemas de información geográfica (SIG) ofrecen metodologías eficaces para la identificación preliminar de zonas con potencial hídrico subterráneo. La integración espacial de parámetros hidrogeológicos permite generar modelos de análisis que orientan la planificación de recursos hídricos con mayor precisión.

En este contexto, la presente investigación tiene como finalidad integrar herramientas de teledetección espacial y sistemas de información geográfica (SIG) mediante la aplicación del índice de potencial de aguas subterráneas (GWPI, por sus siglas en inglés: Groundwater Potential Index), construido a partir de la ponderación de parámetros hidrogeológicos mediante el método de proceso de análisis jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés: Analytic Hierarchy Process) de Saaty y la valoración de sus clases, con el propósito de zonificar las áreas más favorables para la presencia del recurso en la cuenca baja del río Pisco. Esta zonificación constituye una herramienta técnica que contribuye a la gestión y planificación sostenible del recurso hídrico subterráneo en la región.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Descripción de la problemática

La exploración y monitoreo de aguas subterráneas constituye una actividad clave para garantizar el acceso sostenible al recurso hídrico, especialmente en zonas afectadas por la escasez de agua superficial. En este contexto, resulta fundamental contar con metodologías que permitan localizar y evaluar reservas subterráneas con un nivel de incertidumbre reducido.

Las regiones costeras y altoandinas del Perú son particularmente vulnerables a procesos de desertificación y sequía, lo cual compromete seriamente su capacidad productiva y sostenibilidad ambiental (Mendoza Nolorbe & Rojas Acuña, 2012). En particular, la cuenca baja del río Pisco, ubicada en la franja costera del sur peruano, presenta condiciones de alta aridez y un notable déficit hídrico. A pesar de ello, la agricultura es la principal actividad socioeconómica en esta zona, con más de 56,000 hectáreas destinadas a cultivos como algodón, alfalfa, vid y espárrago, que demandan grandes volúmenes de agua (INRENA, 2003).

Según la Agencia Andina (2014) un diagnóstico elaborado por la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS), el valle del río Pisco enfrenta problemas de distribución del agua superficial, agravados por la contaminación, salinización de suelos y deficiencias en los sistemas de riego y drenaje. A esta situación se suma la existencia de conflictos por el uso del agua entre usuarios de la cuenca baja y los sectores medio y alto, especialmente durante los periodos de menor disponibilidad hídrica.

Frente a este escenario, se requiere fortalecer los procesos de planificación y gestión del recurso hídrico en la cuenca baja, lo cual exige contar con información técnica que permita identificar con mayor certeza las zonas con potencial de agua subterránea. Sin embargo, actualmente no se dispone de instrumentos eficientes que orienten estas acciones con base científica.

En este marco, la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (Decreto Supremo N.º 006-2015-MINAGRI) plantea la necesidad de evaluar e inventariar los ecosistemas proveedores de agua, considerando su oferta, disponibilidad y distribución espacial y temporal a nivel de cuenca hidrográfica.

Por ello, surge la necesidad de aplicar herramientas modernas como la teledetección espacial y los sistemas de información geográfica, que, combinadas con criterios hidrogeológicos, pueden ofrecer soluciones técnicas para delimitar zonas favorables para el aprovechamiento de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.

1.2.2 Formulación del problema

1.2.2.1 Pregunta general

- ¿Se pueden identificar zonas con potencial de aguas subterráneas mediante teledetección espacial y sistemas de información geográfica en la cuenca baja del río Pisco?

1.2.2.2 Preguntas específicas

- ¿Qué parámetros hidrogeológicos se deben considerar para identificar zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco?
- ¿Cuál es la importancia relativa de los parámetros hidrogeológicos y cómo su integración en el índice de potencial de aguas subterráneas contribuye a zonificar la cuenca baja del río Pisco en distintos niveles de potencial?
- ¿Se pueden validar los resultados con información de pozos existentes y cuál es el grado de precisión que se obtiene al identificar zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Identificar las zonas con potencial de aguas subterráneas utilizando teledetección espacial y sistemas de información geográfica en la cuenca baja del río Pisco.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los parámetros hidrogeológicos necesarios para identificar zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.

- Aplicar el índice de potencial de aguas subterráneas, integrando la ponderación de parámetros hidrogeológicos, con el fin de zonificar la cuenca baja del río Pisco en distintos niveles de potencial.
- Validar los resultados con información de pozos existentes y determinar el grado de precisión en la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.

1.4 Importancia y alcance de la investigación

Los estudios de prospección de aguas subterráneas para la cuenca baja del río Pisco es escaso, lo cual genera una necesidad de brindar técnicas y metodologías mediante el uso de la teledetección espacial y sistemas de información geográfica, para modelar espacialmente las zonas con potencial de aguas subterráneas, con el fin de satisfacer la necesidad de dicha información, en beneficio de la población local y sus actividades económicas, así como establecer la línea de base para la identificación de zonas con potencial de agua subterránea en zonas áridas costeras del Perú.

En ese sentido, la importancia de identificar zonas con potencial de aguas subterráneas mediante teledetección espacial y los sistemas de información geográfica radica en:

- Involucra aspectos físicos y biológicos, del área de estudio, los cuales influyen al momento de considerar la existencia de agua subterránea.
- Sirve de base y guía para las técnicas de prospección geofísica aplicada a la exploración de aguas subterráneas.
- Permite demostrar la efectividad de la integración de la teledetección espacial y los sistemas de información geográfica como apoyo en la mejora continua en la gestión de recursos hídricos de la cuenca.
- Identifica zonas con potencial de aguas subterráneas que pueden ser aprovechadas en el abastecimiento de agua para diferentes usos en la región.

- Disminuye costos y tiempo en la etapa de exploración en campo de aguas subterráneas.

1.5 Limitaciones de la investigación

Entre las limitaciones de la investigación, tenemos:

- Disponibilidad y calidad de datos: La exactitud y confiabilidad de los resultados del estudio están estrechamente ligadas a la accesibilidad y calidad de los datos de teledetección, así como a la disponibilidad de información geográfica y geológica sobre la cuenca baja del río Pisco. La escasez o la baja calidad de los datos podría comprometer la validez de los descubrimientos obtenidos.
- Validación de resultados: Validar los resultados de la investigación, puede ser difícil debido a la falta de datos de campo, como podría ser la falta de información de pozos existentes en la cuenca baja del río Pisco.
- Limitaciones técnicas: El uso de tecnologías de teledetección espacial y sistemas de información geográfica puede estar sujeto a limitaciones técnicas, como errores en los algoritmos de procesamiento de datos, o limitaciones en la disponibilidad de software especializado y recursos informáticos.

CAPÍTULO II

2. EL MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Dadas las condiciones climáticas y geográficas que presenta la cuenca baja del río Pisco, el recurso hídrico subterráneo adquiere un papel fundamental para el desarrollo de actividades económicas, especialmente en un entorno caracterizado por escasa precipitación y alta aridez. No obstante, la información disponible sobre estudios que hayan abordado la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas en esta cuenca es limitada, tanto en términos espaciales como temporales.

A nivel internacional, diversas investigaciones han aplicado con éxito técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) para identificar zonas con potencial hídrico subterráneo, principalmente en regiones áridas y semiáridas. Aunque estos estudios proporcionan referencias metodológicas valiosas, su aplicación directa al caso de la cuenca baja del río Pisco requiere adaptaciones específicas, dadas las diferencias en geomorfología, clima y dinámica hidrológica.

A continuación, se presenta los estudios antecedentes de identificación de aguas subterráneas:

Con el objetivo de explorar la disponibilidad de agua subterránea para la agricultura, los datos de percepción remota y sistemas de información geográfica se utilizaron para localizar zonas potenciales de agua subterránea en la cuenca de Musi - India. Se prepararon varios mapas temáticos (base, litológico, geológico, estructural, geomorfológico, hidrológico, topográfico e hidrogeomorfológico) utilizando datos de teledetección junto con mapas existentes. Estos fueron integrados para preparar el mapa de prospección de agua subterránea. La disponibilidad de agua subterránea de la cuenca se clasificó cualitativamente en diferentes clases (muy buena, buena, moderada, pobre y nula) en función de sus condiciones hidrogeomorfológicas. Las unidades hidrogeomorfológicas tales como llanura de inundación, relleno del valle y pediplano profundamente enterrado se delinearon con éxito y se muestran como las zonas potenciales de agua subterránea en el área de estudio. La presencia de fallas y lineamientos en el área aumenta el potencial de estas unidades (Ganapuram et al., 2009).

En el año 2012, en las regiones áridas de la India como el distrito de Kachchh, donde la necesidad de encontrar y aprovechar nuevas fuentes de agua es primordial. La investigación científica de la litología, la geomorfología, la caracterización geohidrológica de las formaciones geológicas y su interrelación, mediante técnicas de percepción remota y GIS, son la base para descubrir zonas potenciales de agua subterránea. Para ello se han generado capas temáticas y la superposición ponderada según su influencia tales como: litología (20%), geomorfología (15%), densidad de lineamiento (15%), densidad de drenaje (15%), suelo (10%), pendiente (10%), lluvia (5%), uso y cobertura del suelo (5%) y modelo de elevación digital (DEM, 5%) y se encontró que las zonas potenciales en los términos de zonas muy pobres, pobres, moderadas, buenas y excelentes cubrieron 13,7%, 42,8%, 27,3%, 10,8% y 5,4% respectivamente del área total. Para la validación de los resultados se usó datos auxiliares como: uso del suelo e inventario de pozos, datos del nivel del agua de 90 pozos de observación para los años 2000-2010, datos de rendimiento recogidos de fuentes existentes; que confirma que las categorías de mayor rendimiento caen dentro de excelentes zonas de agua subterránea donde el rendimiento oscila entre 23 y 40,3 litros por segundo y valores inferiores que oscilan entre 8,1 y 10,6 l/s cayendo dentro de las zonas potencialmente pobres de agua subterránea (Mukherjee et al., 2012).

En el Perú en el año 2009, un estudio de la Facultad de Física de la UNMSM en la región Lambayeque propuso el uso de imágenes de satélite LANDSAT y ASTER con el objetivo de complementar las diferentes técnicas de prospección geofísica aplicada a la exploración de aguas subterráneas. Los datos utilizados son las imágenes registradas por el sensor ETM+ del satélite Landsat 7, ortorectificadas y con un porcentaje de nubes inferior al 10% de fecha 31/10/2000. El análisis visual y estadístico de las imágenes ETM+ es realizado usando diferentes métodos como el ajuste de histogramas, composición de colores, componentes principales, filtros y fusiones de imágenes. La temperatura de la superficie es estimada a partir de la banda térmica (banda 6) usando el algoritmo Monocanal y Barsi. El modelo de elevación digital ASTER GDEM es utilizado tanto para los procesos de corrección topográfica como para obtener información sobre la topografía e hidrológica de la zona de estudio. La sinergia entre los resultados obtenidos del análisis visual caracterizados por los valores de la temperatura de la superficie, la pendiente, la red de drenajes y el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés: Normalized Difference Vegetation Index) permitieron la clasificación del área de estudio obteniendo como resultado un mapa temático de las zonas potencialmente con aguas subterráneas. El mapa temático es validado parcialmente con el

inventario de pozos de aguas subterráneas realizadas por INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales) en la parte media baja de la cuenca Chancay-Lambayeque (INRENA, 2001) observando que el 99% de los pozos están ubicados dentro de las zonas consideradas como potencialmente con aguas subterráneas (Mendoza y Acuña, 2009).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Teledetección espacial

La teledetección, también conocida como percepción remota, consiste en la obtención de información sobre objetos, áreas o fenómenos situados en la superficie terrestre mediante sensores que no mantienen contacto físico directo con ellos. Estos sensores, instalados en plataformas aéreas o satelitales, captan la energía electromagnética reflejada o emitida por los elementos observados, permitiendo su posterior análisis e interpretación (Chuvieco, 2008; Lillesand et al., 2004).

Existen tres mecanismos principales mediante los cuales los sensores remotos adquieren información: reflexión, emisión y emisión-reflexión. La reflexión, considerada la más relevante en teledetección, se origina a partir de la luz solar. La radiación solar incide sobre la superficie terrestre, que la refleja en función del tipo de cobertura existente. Esta energía reflejada es captada por el sensor y luego enviada a las estaciones receptoras. Cabe señalar que la atmósfera se encuentra entre la superficie y el sensor, actuando como un filtro que dispersa y absorbe parte de la señal. En el caso de la emisión, la información se obtiene a partir de la energía que emiten directamente las coberturas del terreno. Por otro lado, la modalidad de emisión-reflexión implica que el sensor genera su propia fuente de energía, la dirige hacia la superficie y capta el reflejo resultante. En todas estas modalidades, la interacción energética entre la superficie terrestre y el sensor se manifiesta como radiación electromagnética. Específicamente, la radiación —junto con la conducción y la convección— es uno de los tres procesos mediante los cuales se transfiere energía térmica, siendo el principio fundamental sobre el que se basa la teledetección (Chuvieco, 2008).

2.2.1.1 Espectro electromagnético

Cualquier forma de energía radiante puede describirse en términos de su longitud de onda o su frecuencia. Aunque los valores de longitud de onda forman una secuencia continua, es habitual agruparlos en bandas donde la radiación electromagnética presenta comportamientos

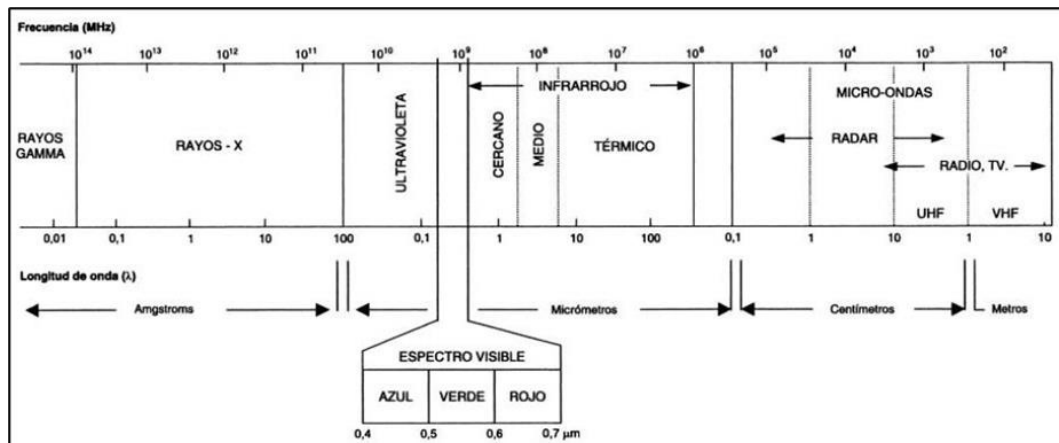
semejantes. Esta organización conforma el espectro electromagnético, que abarca desde las longitudes de onda más pequeñas, como los rayos gamma y rayos X, hasta aquellas de escala kilométrica, utilizadas en telecomunicaciones. Para su medición, se emplean unidades que varían según el rango: los micrómetros se usan para longitudes de onda cortas, mientras que los centímetros y metros se aplican a las más extensas (Chuvieco, 2008).

En el ámbito de la teledetección, es relevante identificar ciertas bandas espectrales que se utilizan con mayor frecuencia. Aunque existe variación en su denominación y amplitud según distintos autores, se ha adoptado una terminología comúnmente aceptada para referirse a estas bandas (Chuvieco, 2008).

- Espectro visible (aprox. 0,4 a 0,7 μm) es el rango detectable por el ojo humano e incluye bandas asociadas a los colores azul, verde y rojo.
- Infrarrojo próximo (0,7 a 1,3 μm) resulta especialmente útil para estudiar la vegetación, ya que esta refleja fuertemente en esta banda cuando está sana.
- Infrarrojo medio (1,3 a 8 μm). Es donde se entremezclan los procesos de reflexión de la luz solar y de emisión de la superficie terrestre.
- Infrarrojo lejano o térmico (8 a 14 μm). Que incluye la porción emisiva del espectro terrestre.
- Micro-ondas (a partir de 1mm). Con gran interés por ser un tipo de energía bastante transparente a la cubierta nubosa.

Figura 2-1

Espectro electromagnético



Nota. Reproducido de Chuvieco (2008).

2.2.1.2 Tipos de sensores

Una de las formas más comunes de clasificar los sensores remotos se basa en el modo en que captan la energía procedente de las superficies terrestres. Bajo este criterio, se distinguen dos tipos principales: sensores pasivos, que únicamente registran la energía emitida o reflejada por fuentes externas, como la radiación solar; y sensores activos, que generan y emiten su propia fuente de energía hacia la superficie, para luego captar el reflejo resultante. Los sensores activos ofrecen una mayor versatilidad, ya que su funcionamiento no depende tanto de las condiciones ambientales externas al sistema sensor-Tierra (Chuvieco, 2008).

2.2.1.2.1 Sensores pasivos

Los sensores pasivos tienen una relevancia destacada en las aplicaciones de la teledetección orientadas a la evaluación de recursos naturales. Estos dispositivos se encargan de captar únicamente la energía electromagnética proveniente de la superficie terrestre, ya sea reflejada por la radiación solar o emitida por el propio terreno como resultado de su temperatura. Entre los ejemplos más representativos de sensores pasivos se encuentran ASTER, LANDSAT, MODIS y SENTINEL-2.

2.2.1.2.2 Sensores activos

Los sistemas activos se distinguen por su capacidad para emitir un pulso de energía hacia la superficie terrestre y registrar el reflejo de dicho pulso tras su interacción con el terreno. Esta propiedad les permite operar de manera independiente de fuentes externas de iluminación. Entre los principales ejemplos de este tipo de sistemas se encuentran los sensores radar y LIDAR.

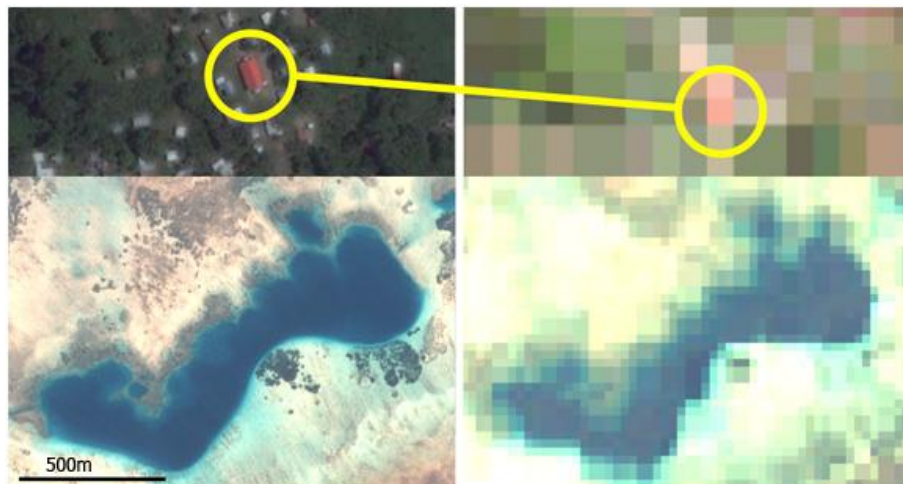
2.2.1.3 Resolución de sensores remotos

2.2.1.3.1 Resolución espacial

La resolución espacial se refiere a la mínima distancia, ya sea angular o lineal, que un sensor remoto es capaz de distinguir sobre la superficie terrestre. Esta medida se representa a través del píxel, la unidad más pequeña que compone una imagen digital. Dado que los píxeles suelen tener forma cuadrada, la longitud de uno de sus lados proyectada en el terreno determina el valor de la resolución espacial del sensor. Esta resolución se expresa habitualmente en metros o en metros por píxel (Labrador, Évora y Arbelo, 2012).

Figura 2-2

Resolución espacial (tamaño de píxel) en diferentes imágenes



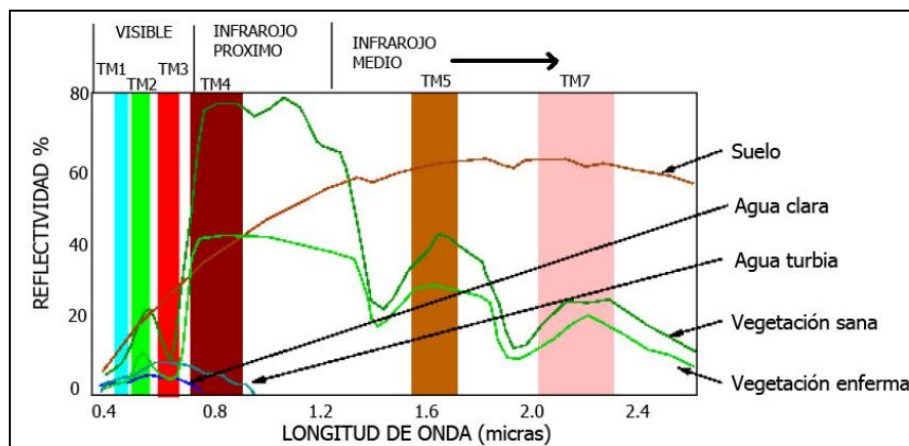
Nota. Reproducido de University of Queensland (s.f.).

2.2.1.3.2 Resolución espectral

La radiación electromagnética es la forma de energía que el sol transmite hacia la tierra. Al llegar, esta energía puede ser reflejada, absorbida o emitida tanto por la atmósfera como por la superficie terrestre. Cada tipo de material responde de manera distinta a las diversas longitudes de onda, reflejando y absorbiendo la radiación de forma particular. Esta variabilidad permite identificar los materiales en función del patrón de longitudes de onda reflejadas que detecta el sensor, lo que se denomina firma espectral. En la figura siguiente se ilustra la relación entre el porcentaje de reflectancia y las longitudes de onda características de distintos elementos de la superficie terrestre.

Figura 2-3

Zonas Firma espectral de distintas coberturas terrestres el área de estudio



Nota. Reproducido de Short (1997).

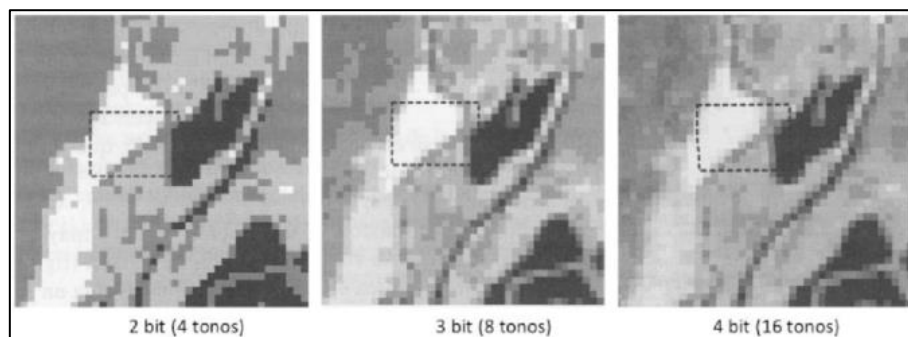
Los sensores incorporados en satélites diseñados para la observación terrestre registran la cantidad de radiación que la superficie refleja o emite. En este contexto, estos sensores actúan como radiómetros, ya que cuantifican la energía radiante. Para cada píxel o punto específico del terreno, se mide la reflectancia en distintas bandas del espectro electromagnético. La resolución espectral de un sensor se define por la cantidad de bandas que puede diferenciar y por el ancho de cada una de ellas.

2.2.1.3.3 Resolución radiométrica

La resolución radiométrica hace referencia a la cantidad de bits utilizados para codificar los valores de radiancia en una imagen. En las imágenes satelitales más actuales, esta resolución suele ser de 11 o 12 bits, lo que permite representar 2 048 o 4 096 niveles de intensidad por banda espectral. Esta mayor profundidad de información mejora significativamente la capacidad para distinguir detalles en áreas con baja iluminación, facilitando la interpretación de zonas oscuras.

Figura 2-4

Resolución radiométrica



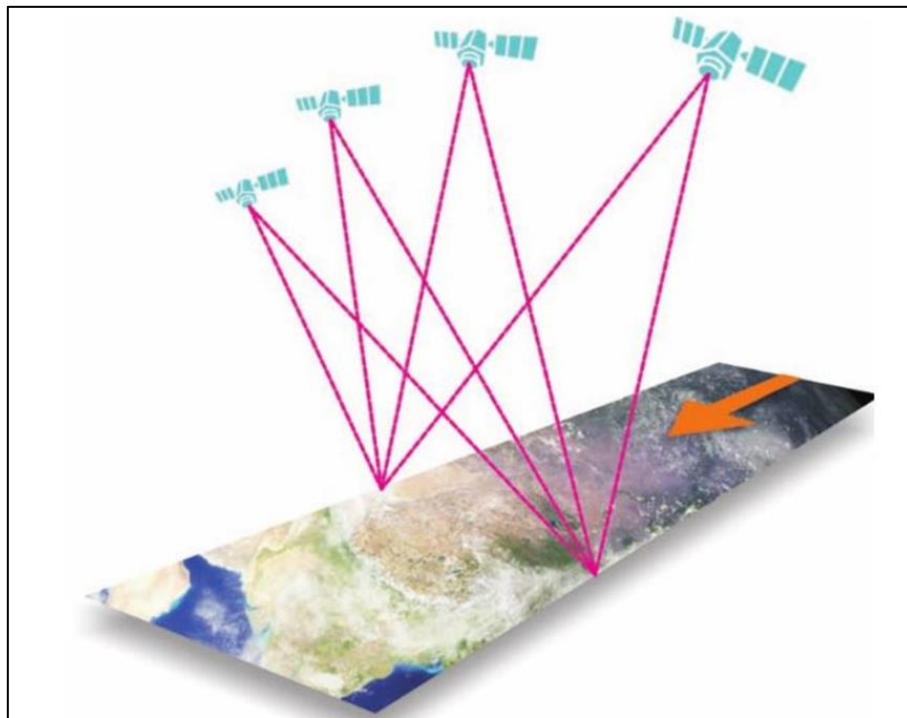
Nota. Adaptado de Chuvieco (2008).

2.2.1.3.4 Resolución temporal

La resolución temporal se refiere al intervalo de tiempo entre dos captaciones consecutivas de imágenes de una misma área por parte de un sensor satelital, y está estrechamente relacionada con las características orbitales del satélite. También se conoce como período de revisita. En general, los satélites meteorológicos, como NOAA o METEOSAT, presentan frecuencias de adquisición diarias o incluso superiores, mientras que los satélites enfocados en el monitoreo de recursos naturales, como LANDSAT, suelen tener ciclos de revisita de entre 16 y 18 días. No obstante, muchos sistemas satelitales modernos cuentan con sensores reorientables, lo que les permite incrementar su frecuencia de observación sobre un área específica. Esta capacidad es especialmente útil en el monitoreo de eventos de corta duración, como inundaciones, incendios forestales o sismos. Cabe destacar que la resolución temporal está influenciada por factores como el tipo de órbita, el ángulo de barrido del sensor y la velocidad del satélite (Labrador, Évora y Arbelo, 2012).

Figura 2-5

Mayor resolución temporal gracias a la reorientación



Nota: Reproducido de Labrador, Évora y Arbelo (2012).

2.2.1.4 Satélite Landsat

El 23 de julio de 1972 se lanzó al espacio el primer satélite de la serie ERTS (Earth Resource Technology Satellite), el cual fue rebautizado en 1975 como Landsat (acrónimo de Land = tierra y Sat = satélite). A lo largo del tiempo, se han puesto en órbita ocho satélites de esta serie, de los cuales actualmente permanecen operativos Landsat 5 y Landsat 8. La NASA es responsable del mantenimiento y operación del sistema, mientras que la producción y distribución de las imágenes está a cargo del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Estos satélites siguen una órbita cuasi-polar y heliosincrónica, con un período de revisita de 16 días, un ancho de barrido de 180 km, y operan a una altitud de 705 km sobre la superficie terrestre.

Actualmente, el programa ha evolucionado hacia su octava generación con la misión denominada Landsat Data Continuity Mission (LDCM), también conocida como Landsat 8, la cual fue lanzada el 11 de febrero de 2013 con el objetivo de dar continuidad al archivo histórico de observaciones generadas por los satélites anteriores.

Landsat 8 - Imagen operacional de la Tierra (OLI) y el sensor térmico infrarrojo (TIRS)

El satélite Landsat 8 está equipado con dos instrumentos principales: el Operational Land Imager (OLI) y el Thermal Infrared Sensor (TIRS). Estos sensores capturan imágenes en nueve bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros para las bandas 1 a 7 y la banda 9. Entre las novedades, la banda 1 (azul profundo) permite mejorar el análisis de zonas costeras y aerosoles, mientras que la banda 9 facilita la detección de nubes tipo cirrus. Adicionalmente, la banda pancromática (banda 8) ofrece una mayor resolución de 15 metros. Por su parte, las bandas térmicas 10 y 11, diseñadas para medir con mayor precisión la temperatura superficial, presentan una resolución de 100 metros.

Tabla 2.1

Distribución de las bandas en OLI y TIRS

Satélite	Bandas espectrales	longitud de onda (micrómetros)	Resolución (metros)
Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Banda 1 - Aerosol costero	0,43 - 0,45	30
	Banda 2 - Azul	0,45 - 0,51	30
	Banda 3 - Verde	0,53 - 0,59	30
	Banda 4 - Rojo	0,64 - 0,67	30
	Banda 5 - Infrarrojo cercano (NIR)	0,85 - 0,88	30
	Banda 6 - SWIR 1	1,57 - 1,65	30
	Banda 7 - SWIR 2	2,11 - 2,29	30
	Banda 8 - Pancromático	0,50 - 0,68	15
	Banda 9 - Cirrus	1,36 - 1,38	30
	Banda 10 - Infrarrojo térmico (TIRS) 1	10,60 - 11,19	100
	Banda 11 - Infrarrojo térmico (TIRS) 2	11,50 - 12,51	100

Nota: Reproducido de USGS (2013).

2.2.1.5 Clasificación de imágenes satelitales

El proceso de clasificación de imágenes satelitales consiste en asignar a cada píxel, o a un grupo de ellos, una categoría temática con base en sus características espectrales. Esta técnica es fundamental en los estudios de uso y cobertura del suelo, ya que permite transformar los datos captados por los sensores en representaciones cartográficas útiles para el análisis territorial (Lillesand, Kiefer & Chipman, 2015).

2.2.1.5.1 Clasificación no supervisada

La clasificación no supervisada es un proceso automático mediante el cual el software organiza los píxeles de la imagen en grupos espectralmente semejantes, sin requerir la intervención previa del analista. Estos grupos representan patrones de similitud que luego deben ser interpretados y asignados a categorías temáticas específicas. Este método resulta ventajoso cuando no se dispone de información de campo, aunque su precisión suele ser limitada debido a que las clases generadas no siempre se ajustan de manera directa a las categorías de interés (Chuvienco, 2008).

2.2.1.5.2 Clasificación supervisada

La clasificación supervisada requiere que el investigador seleccione previamente áreas de entrenamiento o regiones de interés que representen categorías conocidas de cobertura del suelo, como agricultura, bosque o cuerpos de agua. A partir de estas muestras, el algoritmo compara la firma espectral de cada píxel y lo clasifica según la similitud encontrada. Entre los métodos más usados destacan la máxima verosimilitud, la distancia mínima y la probabilidad máxima. Este enfoque suele ser más confiable que la clasificación no supervisada, siempre que las áreas de entrenamiento sean representativas y estén bien distribuidas en la imagen (Richards & Jia, 2006).

2.2.1.5.3 Clasificación orientada a objetos (OBIA)

La clasificación basada en objetos (Object-Based Image Analysis, OBIA) se ha consolidado como una alternativa frente a los enfoques tradicionales centrados en píxeles individuales. Este método segmenta la imagen en objetos, es decir, conjuntos de píxeles que no solo comparten similitud espectral, sino también características espaciales como forma, tamaño, textura o relación con el entorno. Gracias a esta integración, OBIA logra resultados más precisos y estables, especialmente en imágenes de resolución media y alta, donde la variabilidad dentro de una misma clase puede dificultar la clasificación convencional (Blaschke, 2010).

2.2.1.6 Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM)

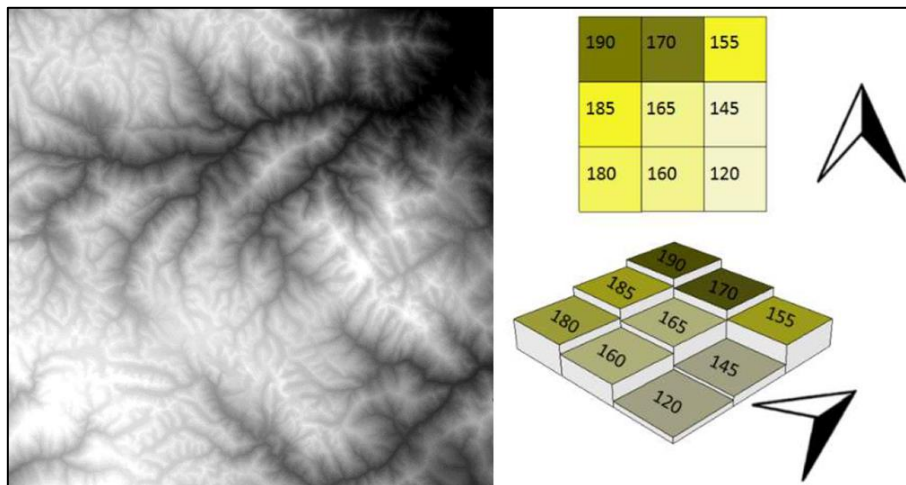
La Misión Topográfica Radar Shuttle (SRTM, por sus siglas en inglés: Shuttle Radar Topography Mission), desarrollada por la NASA, ha generado datos digitales de elevación (DEM) mediante el uso de sensores activos de radar interferométrico, cubriendo más del 80 %

de la superficie terrestre. La versión más reciente de este conjunto de datos, la v4.1, ofrece modelos digitales de elevación con una resolución espacial de 3 segundos de arco, lo que equivale aproximadamente a 90 metros.

Un Modelo Digital de Elevación (DEM) es una representación numérica y simbólica del relieve terrestre que refleja la variación de altitud en un espacio bidimensional, utilizando como referencia una superficie de nivel determinada (Felicísimo, 1994). Esta variable altitudinal es escalar y se distribuye espacialmente de manera continua. Los DEM pueden estructurarse en formatos vectoriales o ráster. En el caso de los modelos vectoriales, se utilizan elementos como curvas de nivel, perfiles topográficos o la Red de Triángulos Irregulares (TIN, por sus siglas en inglés: Triangulated Irregular Network). En contraste, los modelos ráster se basan en una matriz de celdas regulares dispuestas en filas y columnas equidistantes, donde cada celda almacena una altitud específica (Burgos, 2012).

Figura 2-6

Modelo digital de elevación y su representación



Nota: Reproducido de Esri (s.f.).

2.2.2 Sistema de información geográfica

Un sistema de información geográfica (SIG) se entiende como una herramienta informática especializada en el manejo de datos que están vinculados a coordenadas espaciales o geográficas. En términos funcionales, un SIG combina una base de datos diseñada para almacenar y gestionar información georreferenciada con un conjunto de operaciones analíticas y espaciales que permiten procesar, visualizar y analizar dichos datos. Desde una perspectiva

conceptual, puede considerarse como una forma avanzada de representación cartográfica (Olaya, 2012).

2.2.2.1 Componentes de un SIG

En su forma actual, los sistemas de información geográfica se consideran estructuras complejas compuestas por diversos elementos interrelacionados. La comprensión detallada de cada uno de estos componentes resulta esencial para el estudio integral de los SIG.

Una manera de conceptualizar un SIG es como una integración de varios subsistemas, cada uno con funciones específicas. Entre los más relevantes se encuentran:

- Subsistema de datos: Responsable de la entrada, almacenamiento y gestión de la información, este componente proporciona los insumos necesarios para que los demás subsistemas operen de manera efectiva.
- Subsistema de visualización y creación cartográfica: Permite la representación gráfica de los datos mediante mapas, leyendas y otros productos visuales, facilitando así la interacción con la información. Este subsistema también incluye herramientas de edición.
- Subsistema de análisis: Comprende los métodos y procedimientos analíticos aplicables a los datos espaciales, lo que permite extraer conocimiento a partir de su procesamiento.

Alternativamente, los SIG pueden analizarse desde la perspectiva de sus elementos constitutivos básicos, tradicionalmente clasificados en cinco componentes fundamentales:

- Datos: Constituyen la base del sistema, al contener la información geográfica esencial sobre la cual se construyen los análisis y representaciones.
- Métodos: Son los procedimientos y técnicas que se aplican a los datos para transformarlos en información útil.
- Software: Se refiere al conjunto de programas informáticos que permiten la gestión, análisis y visualización de la información espacial.
- Hardware: Incluye los equipos físicos necesarios para ejecutar el software, almacenar datos y realizar los procesos computacionales.
- Personas: Son los usuarios y especialistas que diseñan, operan e interpretan los resultados generados por el sistema, siendo un elemento clave en su funcionamiento.

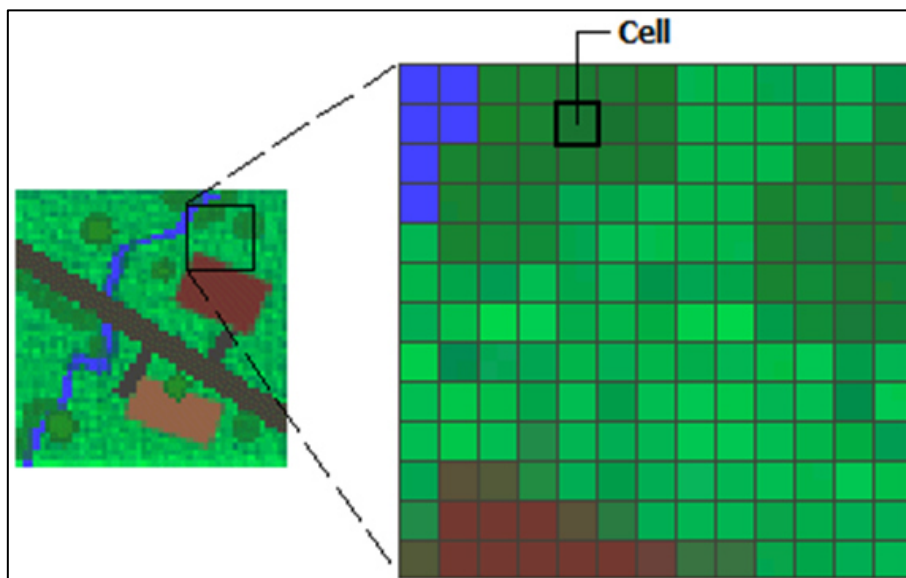
2.2.2.2 Modelos de representación

Los modelos geográficos proporcionan una forma específica de interpretar y estructurar el espacio geográfico junto con sus atributos. El primer paso consiste en elaborar un modelo conceptual que sintetice los elementos y relaciones principales de ese espacio. A partir de este modelo conceptual, el siguiente paso consiste en traducir sus propiedades en un conjunto indefinido de elementos, cuya codificación permita representar y almacenar digitalmente la realidad que dichos modelos describen. Este proceso se lleva a cabo mediante los denominados modelos de representación o modelos de datos (Olaya, 2012).

- Modelo ráster: Se basa en una estructura de cuadrícula compuesta por celdas o píxeles, dispuestas en filas y columnas. Cada celda almacena un valor numérico que representa una característica específica del territorio, como puede ser la temperatura, la altitud o la cobertura del suelo. Este tipo de modelo es común en productos como imágenes satelitales, fotografías aéreas digitales, mapas digitalizados o escaneados, entre otros.

Figura 2-7

Representación ráster



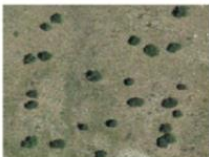
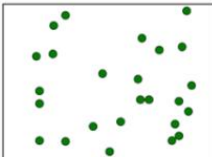
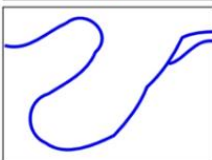
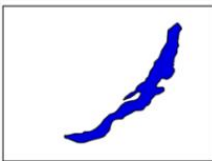
Nota: Reproducido de Esri (s.f.).

- Modelo vectorial: En este modelo el espacio geográfico no se divide en unidades regulares como en el modelo ráster. En su lugar, se representa mediante entidades geométricas que conservan características homogéneas dentro de sus límites. La forma

y localización de estas entidades se codifican de manera explícita, lo que contrasta con el modelo ráster, donde la estructura espacial está implícita en la malla de celdas. Este modelo se asocia con la representación de entidades discretas, ya que describe el territorio a través de primitivas geométricas que capturan los elementos más relevantes del paisaje. Estas primitivas se clasifican en tres tipos básicos: puntos, líneas y polígonos.

Figura 2-8

Representación vectorial

Primitiva	Entidad espacial	Representación	Atributos																					
Puntos			<table><tr><th>ID</th><th>Altura</th><th>Diámetro Normal</th></tr><tr><td>1</td><td>17.5</td><td>35</td></tr><tr><td>2</td><td>22</td><td>45.6</td></tr><tr><td>3</td><td>15</td><td>27.2</td></tr><tr><td>4</td><td>19.7</td><td>36.1</td></tr><tr><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr></table>	ID	Altura	Diámetro Normal	1	17.5	35	2	22	45.6	3	15	27.2	4	19.7	36.1	-	-	-	-	-	-
ID	Altura	Diámetro Normal																						
1	17.5	35																						
2	22	45.6																						
3	15	27.2																						
4	19.7	36.1																						
-	-	-																						
-	-	-																						
Líneas			<table><tr><th>Ancho máx(m)</th><th>Calado máx(m)</th><th>Longitud(km)</th></tr><tr><td>15</td><td>4.3</td><td>35</td></tr><tr><td>6.3</td><td>3.9</td><td>5.2</td></tr></table>	Ancho máx(m)	Calado máx(m)	Longitud(km)	15	4.3	35	6.3	3.9	5.2												
Ancho máx(m)	Calado máx(m)	Longitud(km)																						
15	4.3	35																						
6.3	3.9	5.2																						
Polígonos			<table><tr><th>Superficie(km)²</th><th>Profundidad máx(m)</th></tr><tr><td>31494</td><td>1637</td></tr></table>	Superficie(km) ²	Profundidad máx(m)	31494	1637																	
Superficie(km) ²	Profundidad máx(m)																							
31494	1637																							

Nota: Reproducido de Olaya Ferrero (2012).

2.2.2.3 Fundamentos de bases de datos

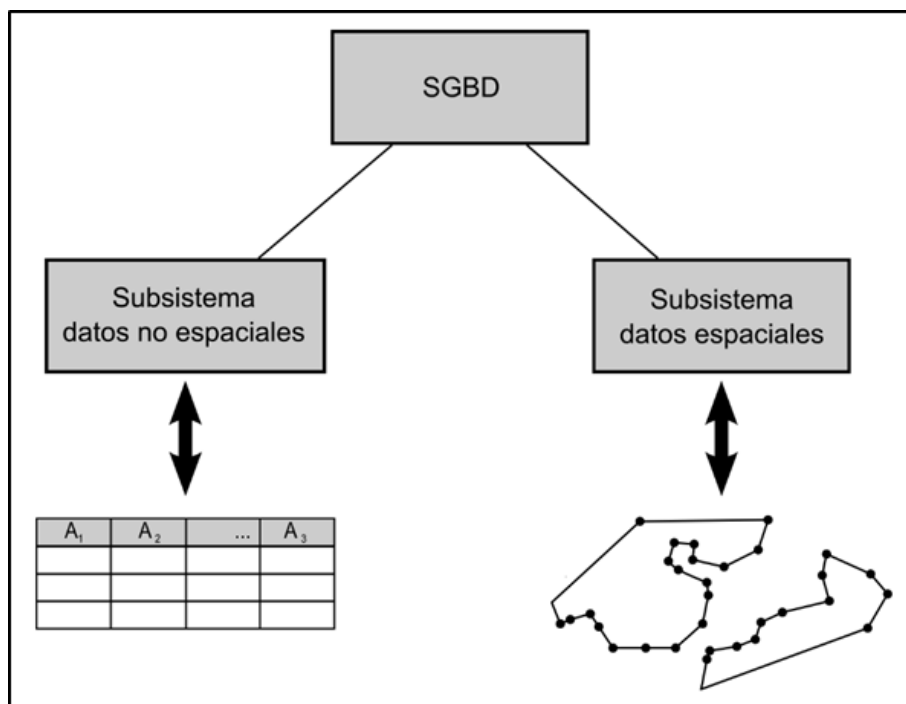
Una base de datos se define como un conjunto de información organizada de manera estructurada y sistemática, con el propósito de facilitar su acceso y utilización posterior. Este tipo de sistema puede almacenar diversos tipos de datos, incluyendo tanto información espacial, como geometrías empleadas en los sistemas de información geográfica, como también datos numéricos y alfanuméricos que conforman la dimensión temática de la información geoespacial. Las características esenciales que distinguen a una base de datos son precisamente su estructura organizada y su sistematicidad, ya que estas permiten una gestión eficiente y flexible de la información (Olaya, 2012).

2.2.2.4 Bases de datos espaciales

Las bases de datos espaciales constituyen una de las áreas del manejo de información que ha experimentado un desarrollo significativo en los últimos años, impulsado en gran medida por el creciente protagonismo de los sistemas de información geográfica, principales usuarios de este tipo de datos. Esta evolución ha estado estrechamente vinculada a la manera en que los SIG han incorporado dichas bases en su estructura operativa, integrando progresivamente las funciones y capacidades que estas ofrecen (Olaya, 2012).

Figura 2-9

Arquitectura dual con subsistemas distintos para el manejo de datos espaciales y no espaciales



Nota: Reproducido de Olaya Ferrero (2012).

2.2.2.5 Análisis espacial

El análisis espacial consiste en la evaluación cuantitativa de fenómenos que tienen una expresión en el espacio geográfico. Este tipo de análisis otorga especial relevancia a variables como la posición, la extensión, la distancia y las interacciones espaciales. Para que estos elementos puedan interpretarse adecuadamente, es fundamental que toda la información

utilizada esté georreferenciada, es decir, asociada a una localización específica en el espacio (Olaya, 2012).

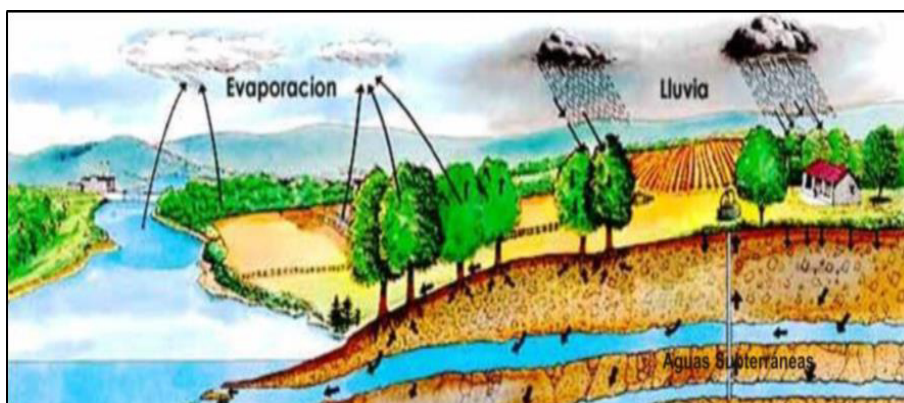
2.2.3 Aguas subterráneas

2.2.3.1 Definición de agua subterránea

El agua subterránea es aquella que se encuentra bajo la superficie terrestre, específicamente por debajo del nivel freático, donde los poros y fisuras del suelo o roca están completamente saturados. Este recurso hídrico puede emerger de forma natural a través de manantiales, zonas de rezume, cauces fluviales o hacia el mar, o bien ser extraído artificialmente mediante perforaciones, pozos, túneles o galerías de drenaje (Ordoñez, 2011; López et al., 2009). Su recarga ocurre de manera continua gracias a procesos naturales, siendo la precipitación su fuente principal. No obstante, también puede provenir de la escorrentía superficial, intercambio con acuíferos cercanos o del retorno de ciertos usos del agua, especialmente de los sistemas de riego en zonas agrícolas (López et al., 2009).

Figura 2-10

El agua subterránea como parte del ciclo hidrológico



Nota: Reproducido de Ordoñez (2011).

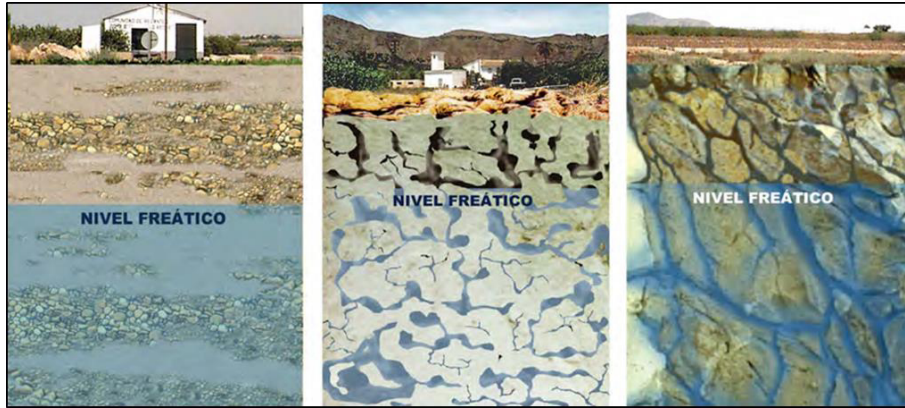
2.2.3.2 Nivel freático

El nivel freático representa el límite superior de la zona saturada en un acuífero libre y corresponde al conjunto de puntos donde el agua subterránea se encuentra a presión atmosférica. Su posición puede identificarse observando la altura que alcanza el agua en un pozo poco profundo en condiciones de reposo (López et al., 2009). Este nivel varía en función

de las condiciones climáticas: durante épocas de lluvia, tiende a acercarse a la superficie, mientras que, en periodos de sequía, desciende a mayor profundidad.

Figura 2-11

Nivel freático según la litología y permeabilidad del suelo



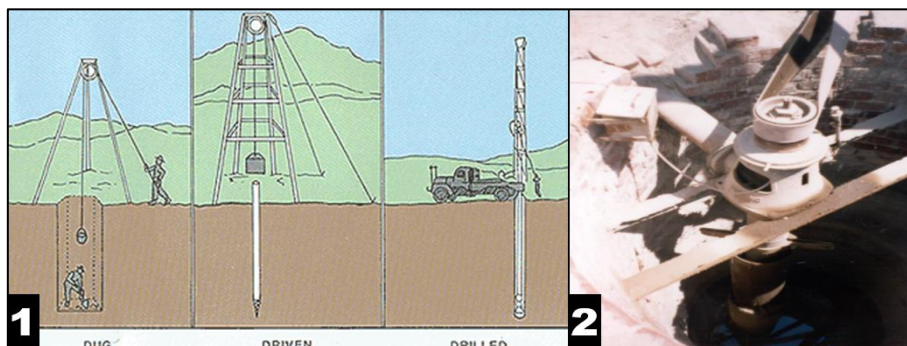
Nota: Reproducido de López et al. (2009).

2.2.3.3 Pozos

Un pozo es una estructura vertical, generalmente de forma cilíndrica, que se perfora en el terreno con el objetivo de alcanzar una determinada profundidad donde se localicen recursos como agua subterránea, especialmente del nivel freático, u otros fluidos, como el petróleo. Para garantizar su estabilidad y evitar colapsos, es común reforzar sus paredes con materiales como ladrillo, piedra, cemento o madera (Ordoñez, 2011).

Figura 2-12

Pozos subterráneos



Nota: Reproducido de U.S. Geological Survey (s.f.) y Autoridad Nacional del Agua (2006).

2.2.3.4 Zonas potenciales de aguas subterráneas

La identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas implica el análisis de múltiples factores interrelacionados, tales como la ubicación del recurso, su disponibilidad temporal, las características físicas del reservorio, las condiciones de acceso y el esfuerzo técnico requerido para su aprovechamiento. Todos estos aspectos deben ser considerados en función de la demanda de uso.

A nivel global, se estima que alrededor de 1 500 millones de personas dependen del agua subterránea, con un volumen de extracción anual de aproximadamente 600 a 700 mil millones de metros cúbicos, lo que representa cerca del 20 % del total de agua extraída en el mundo (Shen et al., 2008).

El agua subterránea se encuentra por debajo de la superficie terrestre, en la zona saturada de un acuífero, donde los poros y fisuras del terreno están completamente llenos de agua. Este recurso puede aflorar de manera natural a través de manantiales, rezumaderos, cauces fluviales o incluso drenar directamente hacia el mar (López et al., 2009).

En términos técnicos, el potencial de aguas subterráneas se refiere a la probabilidad de presencia de agua subterránea en un área determinada (Razandi et al., 2015).

Durante las últimas décadas, el interés científico por el mapeo y evaluación del potencial hídrico subterráneo ha aumentado significativamente, especialmente en regiones áridas. En este contexto, el uso combinado de imágenes satelitales, técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG), junto con verificación en campo, ha demostrado ser una estrategia eficaz para identificar zonas favorables para la captación de agua subterránea (Abdalla, 2012).

A continuación, se detallan los principales parámetros que influyen en la potencialidad y el mapeo de aguas subterráneas:

2.2.3.4.1 Litología

La litología del área de estudio desempeña un papel crucial en la distribución y presencia del agua subterránea, ya que influye directamente en la capacidad de infiltración del suelo y de las formaciones rocosas expuestas, lo cual determina tanto el flujo como el almacenamiento del recurso hídrico. La naturaleza litológica define dos tipos de permeabilidad: por un lado, la permeabilidad primaria, que corresponde a la capacidad inherente del material (estratos o formaciones geológicas) para permitir el paso del agua en direcciones verticales y horizontales, en función de su textura, composición y estructura original; por otro lado, la permeabilidad secundaria, asociada a la presencia de fracturas, fallas o lineamientos en la roca, que favorecen la percolación del agua.

La porosidad y la permeabilidad de las formaciones geológicas son determinantes para la presencia y movilidad del agua subterránea (Sreedhar et al., 2009). Una mayor porosidad permite un almacenamiento más eficiente, mientras que una alta permeabilidad facilita mayores volúmenes de flujo y, por tanto, mejores rendimientos en las captaciones. La infiltración del agua en las capas superficiales está condicionada por factores como la meteorización y erosión de las rocas, así como por su litología, grado de dureza y el espaciamiento de las fracturas. Estas propiedades litológicas están estrechamente relacionadas con el comportamiento de la escorrentía superficial.

Además, el tipo de litología expuesta resulta clave en los procesos de recarga de los acuíferos, aunque en algunos enfoques se tiende a subestimar su importancia una vez que se han identificado parámetros como los lineamientos estructurales y el drenaje (El-Shazly et al., 1983; Edet et al., 1998). Esto ocurre porque dichos parámetros suelen considerarse reflejo de la porosidad primaria y secundaria, y por tanto indirectamente informativos sobre la litología.

2.2.3.4.2 Precipitación

La precipitación constituye un factor clave en el análisis del potencial de aguas subterráneas, ya que actúa como el motor principal del ciclo hidrológico y representa la fuente primaria de recarga de los acuíferos. Por esta razón, es fundamental cuantificar el volumen de agua proveniente de las lluvias, con el fin de identificar aquellas zonas que presentan mayores tasas de infiltración y, por ende, condiciones más favorables para el almacenamiento subterráneo. En

esta misma línea, El-Naqa et al. (2009) destaca que la precipitación desempeña un papel determinante en los procesos de recarga natural del agua subterránea, ya que un mayor volumen de lluvia incrementa tanto la escorrentía superficial como la infiltración, contribuyendo directamente a la alimentación de los acuíferos.

2.2.3.4.3 Textura de suelo

La textura del suelo se refiere a la proporción relativa de partículas minerales de distintos tamaños —como arena, limo y arcilla— presentes en una muestra. Esta característica influye directamente en propiedades fundamentales del suelo, como su trabajabilidad, la retención de agua y aire, así como la velocidad de infiltración y percolación del agua (FAO, s.f.).

Por esta razón, la textura constituye un parámetro clave en el análisis del potencial de aguas subterráneas, ya que condiciona la capacidad de infiltración del terreno. Por ejemplo, los suelos arcillosos, al presentar una granulometría fina, ofrecen mayor resistencia al paso del agua, dificultando la infiltración de la escorrentía superficial. En contraste, los suelos arenosos, caracterizados por partículas de mayor tamaño, permiten una infiltración más rápida y eficiente.

La entrada inicial del agua al suelo y su posterior movimiento hacia los acuíferos depende en gran medida del tipo de suelo y su textura, lo cual influye directamente en los procesos de recarga (Anbazhagan & Ramasamy, 2005).

2.2.3.4.4 Pendiente

La pendiente del terreno es un factor relevante en el análisis hidrogeológico, ya que influye directamente en la capacidad de infiltración del agua según la morfología del relieve. En áreas con mayor inclinación, el agua tiende a escurrir rápidamente, reduciendo el tiempo disponible para su infiltración; en cambio, en zonas de pendiente suave, el flujo superficial es más lento, lo que favorece la infiltración hacia el subsuelo.

Este parámetro topográfico actúa como un controlador de la recarga subterránea, siendo un indicador importante en la evaluación del potencial hídrico de una zona. En pendientes suaves, el agua de lluvia permanece más tiempo en contacto con el suelo, lo que incrementa la

posibilidad de que se filtre. Por el contrario, en áreas con pendientes pronunciadas, el escurrimiento superficial es más rápido, lo que limita la infiltración (Saraf et al., 1998).

Además, se ha observado que en puntos donde la pendiente cambia bruscamente —por ejemplo, de fuerte a suave— se pueden favorecer procesos de infiltración significativa, lo que convierte a estas transiciones en zonas potenciales para la recarga de aguas subterráneas.

2.2.3.4.5 Densidad de drenaje

La densidad de drenaje se define como la proporción entre la longitud total de los cauces de una cuenca —sean efímeros, intermitentes o permanentes— y su área. Este parámetro es fundamental en estudios hidrogeológicos, ya que actúa como indicador indirecto de la permeabilidad del terreno. En general, existe una relación inversa entre la densidad de drenaje y la capacidad de infiltración, de modo que una menor densidad sugiere una mayor permeabilidad y mayor potencial para la recarga de aguas subterráneas.

La litología influye directamente en los patrones de drenaje. Por ejemplo, formaciones con alta capacidad de infiltración, como depósitos arenosos o terrazas aluviales, suelen presentar una baja densidad de drenaje, ya que la mayor parte del agua se infiltra rápidamente y no contribuye significativamente a la formación de canales superficiales.

Por otro lado, la densidad de drenaje también refleja la relación entre la infiltración y la escorrentía. La relación está controlada principalmente por la permeabilidad del sustrato, la cual depende del tipo de roca y su grado de fracturamiento (Edet et al., 1998). En zonas con alta densidad de drenaje, los cauces están más próximos entre sí, lo que indica que la mayor parte del agua de lluvia se pierde como escorrentía superficial, reduciendo la posibilidad de recarga subterránea. En contraste, las áreas con baja densidad de drenaje favorecen una mayor infiltración, incrementando así el potencial hídrico subterráneo. Por tanto, cuanto más densa es la red de drenaje, menor será la recarga hacia los acuíferos, y viceversa (Edet et al., 1998).

2.2.3.4.6 Cobertura de suelo

La cobertura del suelo es un parámetro relevante en el análisis del potencial de aguas subterráneas, ya que influye directamente en los procesos de infiltración y recarga. Por ejemplo,

la vegetación desempeña un papel importante al interceptar el agua de lluvia y de escorrentía superficial, lo que contribuye a una mayor infiltración y a la reducción de la erosión hídrica, favoreciendo así el ascenso del nivel freático.

La condición del suelo en cuanto a su cobertura vegetal puede influir positiva o negativamente en la recarga subterránea. Por un lado, las plantas ayudan a disminuir la escorrentía y a retener el agua, permitiendo que ésta se infiltre hacia los acuíferos. Las gotas interceptadas por la vegetación eventualmente se infiltran y contribuyen al almacenamiento subterráneo. No obstante, también existe un efecto adverso potencial debido a la evapotranspiración, especialmente cuando la interceptación hídrica permanece constante, lo cual puede reducir la cantidad de agua disponible para la recarga (Mukherjee et al., 2012).

CAPÍTULO III

3. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1 Las hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

- La teledetección espacial y los sistemas de información geográfica permiten identificar eficientemente las zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.

3.1.2 Hipótesis específicas

- Los parámetros hidrogeológicos —litología, textura del suelo, pendiente, densidad de drenaje, precipitación y cobertura del suelo— son determinantes para la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.
- La integración de la ponderación de parámetros hidrogeológicos en el índice de potencial de aguas subterráneas permite identificar zonas con distinto nivel de potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.
- La validación de los resultados con información de pozos existentes permitirá establecer un grado de precisión adecuado para identificar zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.

3.2 Las variables

3.2.1 Variable independiente

- Teledetección espacial y sistemas de información geográfica.

3.2.2 Variable dependiente

- Zonas con potencial de aguas subterráneas.

3.3 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
Independiente: Teledetección espacial y sistemas de información geográfica	Se refiere a un conjunto de tecnologías y metodologías utilizadas para la adquisición, procesamiento y análisis de datos geoespaciales. En ese contexto:				
	Teledetección espacial Se define como la disciplina que permite obtener información sobre objetos, superficies o fenómenos sin necesidad de contacto físico directo. Esta información se obtiene mediante el análisis de datos registrados por sensores remotos instalados en plataformas como satélites o aeronaves (Lillesand et al., 2004).	Zonas con potencial de agua subterránea.	Mapa de zonas con potencial de aguas subterráneas.	Procesamiento de datos a través de técnicas de teledetección y SIG.	Potencial de agua subterránea muy bajo, bajo, moderado y alto.
	Sistema de información geográfica Es una herramienta diseñada para gestionar y analizar datos que están vinculados a ubicaciones geográficas específicas. Estos				

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
	sistemas combinan una base de datos georreferenciada con un conjunto de operaciones espaciales que permiten visualizar, interpretar y modelar fenómenos geográficos. En términos conceptuales, un SIG puede entenderse como una evolución avanzada del mapa tradicional, enriquecido con capacidades analíticas y funcionales (Olaya, 2012).				
Dependiente: Zonas con potencial de aguas subterráneas	Se entiende por agua subterránea aquella que se encuentra bajo la superficie terrestre, específicamente en la zona saturada del subsuelo, por debajo del nivel freático, donde los poros y fracturas del terreno están completamente llenos de agua. Este recurso puede emerger de manera natural mediante manantiales,	Geología.	Litología.	Cartas Geológicas, 1: 50 000, INGEMMET.	Adimensional
		Suelo.	Textura de suelo.	SoilGrids 250 m.	% Arena, % Limo y % Arcilla.
		Topografía.	Pendiente.	Modelo Digital de Elevación – SRTM v4.1.	Pendiente de 0% a >75%.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
	rezumaderos, cursos de agua o descargarse directamente al mar (López et al., 2009).	Hidrología.	Densidad de drenaje.	Modelo Digital de Elevación – SRTM v4.1.	kilometro/kilometro ² .
	El potencial de aguas subterráneas hace referencia a la probabilidad de presencia de este recurso hídrico en un área determinada, considerando sus condiciones físicas y geológicas (Razandi et al., 2015).	Clima.	Precipitación.	Precipitación acumulada mensual Piscop-SENAMHI.	Milímetros anuales.
		Uso de suelo.	Cobertura de suelo.	Imágenes de satélite LANDSAT 9 OLI.	Adimensional.

CAPÍTULO IV

4. MATERIALES Y METODOS

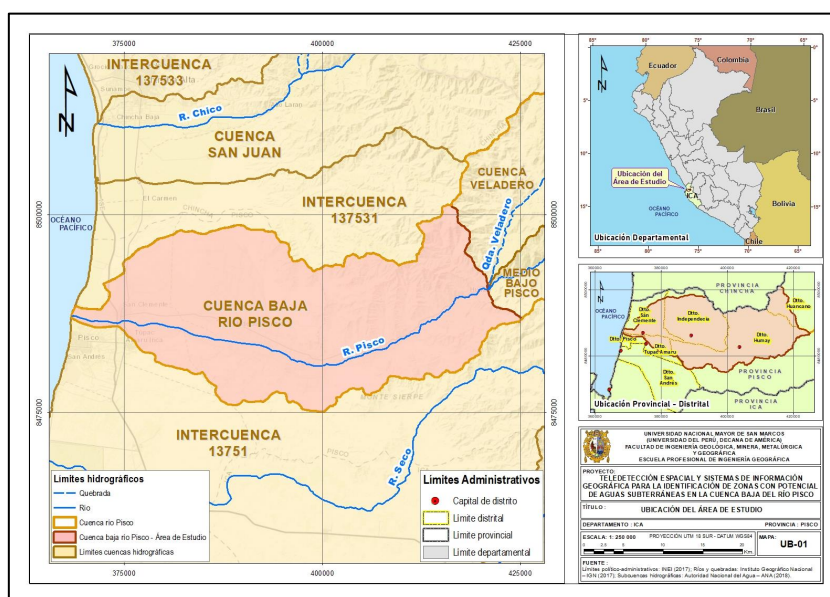
4.1 Área de estudio

El área de estudio es la cuenca baja de río Pisco, esta es una subcuenca o unidad hidrográfica menor de la cuenca del río Pisco, delimitada por la Autoridad Nacional del Agua del Perú en el año 2018, comprende una extensión de 828,75 Km², que representa el 19,59% del total de la cuenca del río Pisco. La cuenca baja del río Pisco está ubicada en el departamento de Ica, en la provincia de Pisco y los distritos Pisco, Humay, Independencia, San Clemente, Túpac Amaru Inca y Huancano. La ubicación geográfica de esta subcuenca baja del río Pisco en el sistema de proyección UTM, Datum WGS84, Zona 18 L se extiende por el Este (X): 368 335.135113 m - 425 251.970274 m y Norte (Y): 8 501 197.288576 m – 8 475 080.191210 m y una variación altitudinal de río principal Pisco de 0.0 a 720.00 m.s.n.m.

Los límites hidrográficos de la cuenca baja del río Pisco son: Por el norte con la Intercuenca 137531, intermedio con la cuenca del río San Juan, por el sur con la Intercuenca 13751 del río Seco, por el este con la subcuenca Veladero y la subcuenca medio bajo de Pisco (subcuencas del río Pisco) y por el oeste limita con el océano pacífico.

Figura 4-1

Ubicación del área de estudio



4.1.1 Nivel de estudio y nivel de análisis

El presente estudio se desarrolla a un nivel de estudio regional, correspondiente a una escala operativa aproximada de 1:100 000, nivel que es coherente con el objetivo de identificar zonas de potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.

Los insumos utilizados presentan diferentes escalas y resoluciones espaciales: la litología proviene de cartografía a escala 1:50 000; la textura del suelo derivada de un raster de 250 m; la pendiente y la densidad de drenaje obtenidas a partir de un modelo digital de elevación de 90 m de resolución espacial; la precipitación con una resolución de 5 km; y la cobertura de suelo proveniente de imágenes satelitales de 30 m de resolución espacial. Estos insumos se describen en detalle en el ítem 4.4 “Procedimiento, técnicas e instrumentos de recolección de información”.

Para asegurar la compatibilidad espacial entre todos los parámetros y evitar sesgos derivados de esta heterogeneidad, todas las capas fueron convertidas al formato raster y estandarizadas a una resolución final de 30×30 metros. Esta resolución constituye la unidad mínima de análisis, es decir, el nivel técnico en el cual se integran, ponderan y superponen los parámetros hidrogeológicos dentro del índice de potencial de agua subterránea.

Dado que la resolución final del modelo es de 30 m, la escala equivalente de trabajo se aproxima oficialmente a 1:100 000, por lo que esta escala se adopta como la escala del nivel de estudio. En síntesis: el nivel de estudio corresponde al análisis regional (1:100 000) y el nivel de análisis corresponde al raster final de 30×30 m, unidad espacial mínima utilizada para la construcción del índice de potencial de agua subterránea.

4.2 Diseño de la investigación

- Tipo de investigación

La presente investigación se clasifica como aplicada, ya que se apoya en conocimientos generados por investigaciones básicas, orientándose hacia su utilización práctica en contextos reales. Su propósito no es el desarrollo teórico, sino la implementación directa del conocimiento disponible. En este sentido, se recurrió a la comparación entre marcos teóricos y situaciones concretas con el fin de validarlos o contrastarlos (Tamayo, 2001).

- Diseño de la investigación

El enfoque metodológico adoptado corresponde a un diseño no experimental, dado que no se realiza manipulación intencionada de las variables. Es decir, se observa y analiza la relación entre variables tal como ocurren en su contexto natural, sin intervenir directamente sobre las variables independientes para evaluar sus efectos sobre otras (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

4.3 Población y muestra

- Población: Cuenca hidrográfica del río Pisco.
- Muestra: Cuenca baja del río Pisco.
- Tipo de muestra: No probabilística.

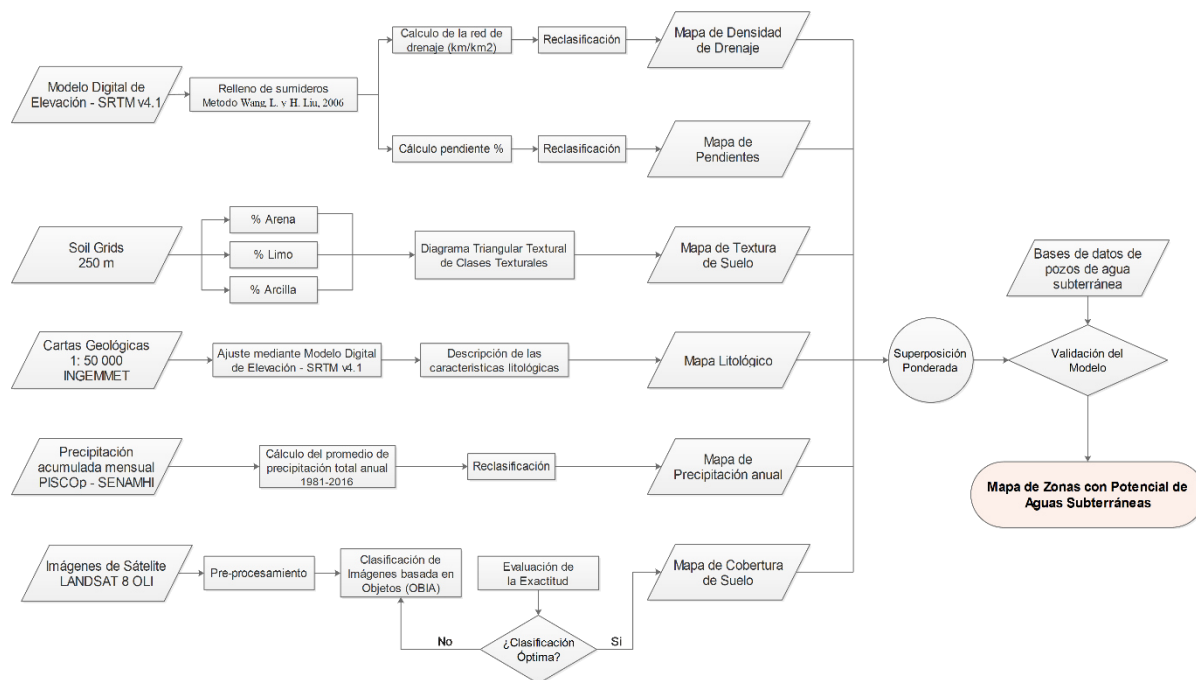
4.4 Procedimiento, técnicas e instrumentos de recolección de información

El procedimiento de la presente investigación tiene como primer paso la identificación de cada característica espacial o clase de los diferentes parámetros que influyen en la ocurrencia de aguas subterráneas, tales como la litología, textura del suelo, pendiente, densidad de drenaje, precipitación y cobertura del suelo, mediante el uso de técnicas de teledetección. Posteriormente, estos parámetros y sus respectivas clases serán integrados mediante una superposición ponderada, la cual permitirá calcular un índice de potencial de agua subterránea (GWPI, por sus siglas en inglés: Groundwater Potential Index), con el objetivo de zonificar espacialmente las áreas con mayor o menor potencial para la presencia de este recurso.

La secuencia y los métodos que se emplearon en el proceso se resume en el diagrama de flujo:

Figura 4-2

Procedimiento metodológico para la elaboración de la investigación



A continuación, se detalla el proceso de recolección y el procesamiento de datos de cada parámetro y sus clases o características espaciales correspondiente:

4.4.1 Litología

La litología juega un rol importante en la distribución y presencia de aguas subterráneas. Para identificar la litología del área de estudio se utilizó información existe oficial de la Cartas Geológicas (28-k Pisco y 28-l Guadalupe) que están a escala de 1:50 000, realizado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) del Perú. Esta información fue ajustada mediante un Modelo Digital de Elevación (DEM) generado a partir de técnicas interferométricas (técnica realizada por un sensor activo de sistema radar), proporcionadas por la Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM) de la NASA, actualmente estos datos están disponibles en la versión v4.1. Es importante indicar que “*Las estructuras geológicas a menudo tienen formas características, que, si están localizadas cerca de la superficie de la tierra, pueden manifestarse topográficamente*” (RADARSAT International 1996, pág. 13). A partir de las unidades geológicas identificadas y ajustadas, se hizo la descripción litológica de cada unidad.

4.4.2 Pendiente

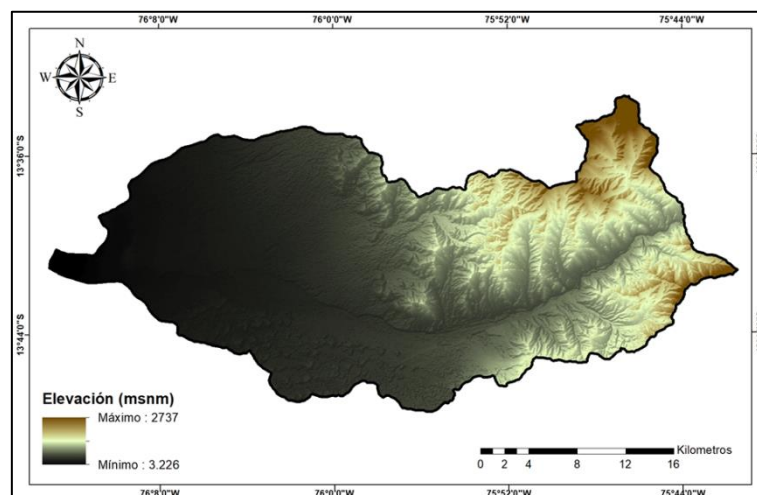
Para identificar las distintas clases de pendiente (%) presentes en la zona de estudio, se utilizó como fuente principal un Modelo Digital de Elevación (DEM) generado mediante técnicas interferométricas, las cuales se basan en el uso de sensores activos de radar. Este modelo fue proporcionado por la Misión Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de la NASA, y en esta investigación se empleó la versión 4.1, la cual incluye la corrección de áreas sin datos (como sombras orográficas y cuerpos de agua).

La elección del producto SRTM se fundamenta en su alta precisión posicional, especialmente en el contexto sudamericano, donde presenta un error horizontal promedio de 9 metros y un error vertical absoluto de aproximadamente 6,2 metros, lo que lo convierte en una fuente confiable para análisis hidrológicos (Rodríguez, 2006; Satgé et al., 2015; Ludwig & Schneider, 2006).

El DEM SRTM v4.1, con una resolución espacial cercana a los 90 metros, fue descargado desde el portal <http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>, en formato ráster GeoTIFF, a partir de mosaicos de 5° x 5°. A continuación, se presenta el modelo correspondiente al área de estudio.

Figura 4-3

Modelo Digital de Elevación (DEM) del área de estudio



A partir del Modelo Digital de Elevación (DEM), se generó un mapa de pendientes del área de estudio mediante la herramienta “Slope” del software ArcGIS 10.4.1. Esta función permite calcular la pendiente en porcentaje (%) con base en los valores de altitud de cada celda del ráster. Antes de este procesamiento, se aplicó una corrección del DEM utilizando el software SAGA GIS (versión 2.3.2) a través de la herramienta Fill Sinks (Wang & Liu, 2006), la cual permite identificar y rellenar las depresiones superficiales presentes en el modelo, facilitando así un análisis hidrológico más preciso.

Una vez obtenidos los valores de pendiente, estos fueron clasificados en rangos definidos con el fin de interpretar las variaciones del relieve en la zona de estudio. La reclasificación se realizó de acuerdo con las categorías de pendiente establecidas en el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 005-2022-MIDAGRI.

4.4.3 Densidad de drenaje

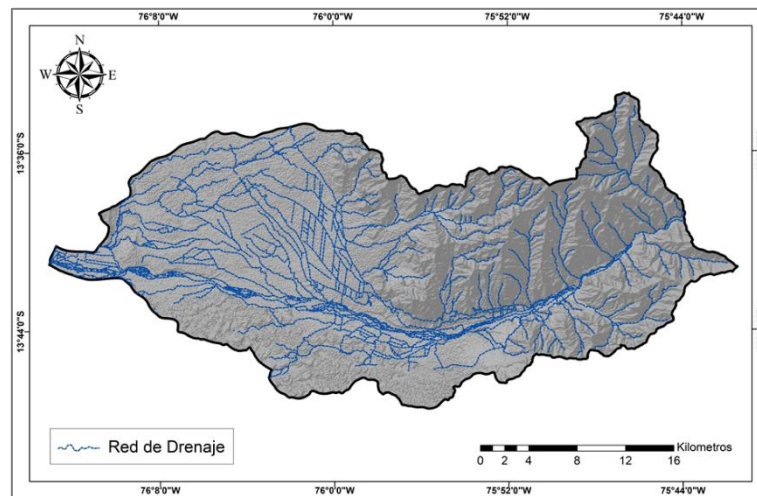
Para estimar la densidad de drenaje (expresada en km/km²) en la zona de estudio, se utilizó como base un Modelo Digital de Elevación (DEM) corregido, con una resolución espacial aproximada de 90 metros. El proceso comenzó con la delimitación de la red de drenaje, la cual depende de parámetros topográficos como la elevación y pendiente, ambos derivados del DEM. La generación de esta red se llevó a cabo mediante el módulo “Channel Network” del software SAGA GIS (versión 2.3.2), que permite identificar canales de drenaje a partir de datos de altitud distribuidos en una malla regular (Conrad et al., 2015).

Una vez obtenida la red de drenaje, se procedió a una etapa de depuración para eliminar elementos no deseados, como caminos, canales artificiales, cercos y otras infraestructuras humanas que suelen confundirse con elementos hidrográficos durante la extracción automática. Esta limpieza fue fundamental, ya que el algoritmo no distingue entre rasgos hidrológicos naturales y formas morfométricas o antropogénicas que podrían ser interpretadas erróneamente como parte de la red de drenaje.

A continuación, se presenta la red de drenaje generada para el área de estudio.

Figura 4-4

Red de drenaje del área de estudio



Una vez delimitada la red de drenaje, se procedió a calcular la densidad de drenaje correspondiente al área de estudio. Este indicador se define como la relación entre la longitud total de los cauces de drenaje —ya sean efímeros, intermitentes o permanentes— y la superficie total de la cuenca, expresada generalmente en kilómetros por kilómetro cuadrado (km/km²).

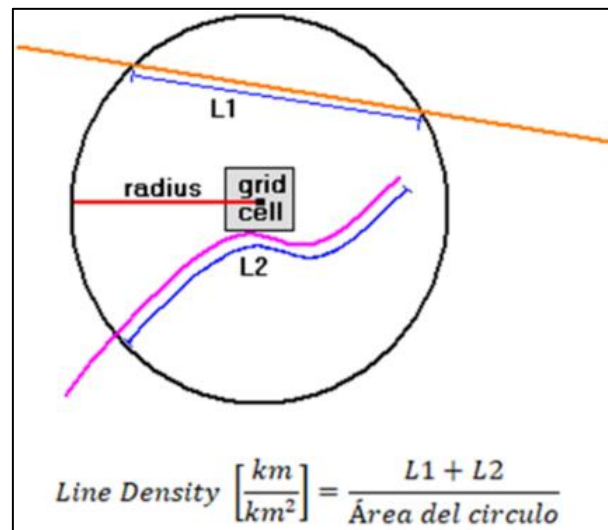
Para llevar a cabo este cálculo se utilizó la herramienta “Line Density” del software ArcGIS 10.4.1, la cual permite estimar la densidad de elementos lineales dentro del entorno inmediato de cada celda del ráster de salida (Esri, s.f.). En este análisis, la densidad se expresa en kilómetros por kilómetro cuadrado (km/km²). El procedimiento consiste, conceptualmente, en definir un radio de búsqueda alrededor del centro de cada celda, dentro del cual se suma la longitud total de las líneas contenidas, dividiendo luego este valor por el área del círculo definido.

$$\text{Line Density} \left(\frac{\text{km}}{\text{km}^2} \right) = \frac{L1 + L2}{\text{Área del círculo}}$$

En la siguiente figura se ilustra este concepto:

Figura 4-5

Concepto de Line Density



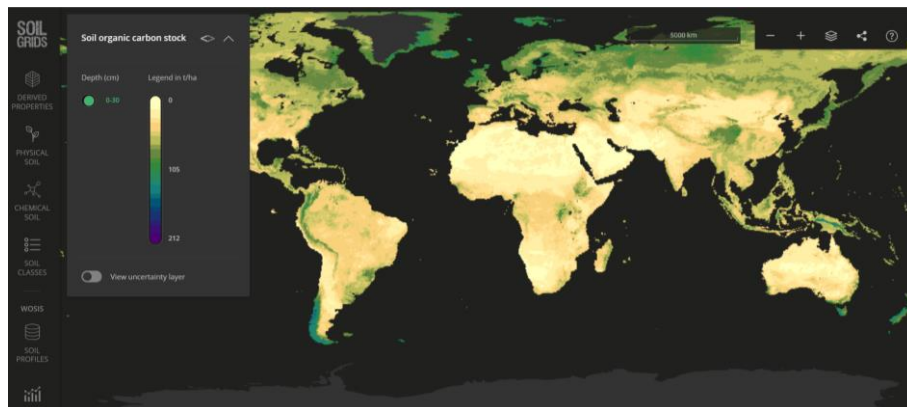
Nota: Reproducido de Esri (s.f.).

4.4.4 Textura de suelo

Para la identificación de la textura del suelo en la zona de estudio, se empleó la información proporcionada por SoilGrids — Global Gridded Soil Information, una plataforma de mapeo digital que utiliza técnicas avanzadas de aprendizaje automático para estimar la distribución espacial de las propiedades edáficas a nivel global. Esta base de datos ofrece mapas de propiedades del suelo a seis profundidades estándar, con una resolución espacial de 250 metros. Además, proporciona un intervalo de predicción del 90 %, expresado mediante límites superior e inferior que reflejan la incertidumbre de los resultados. Los datos de SoilGrids, actualizados hasta mayo de 2020, están disponibles en formato raster GeoTIFF y pueden ser descargados desde el portal <http://soilgrids.org>.

Figura 4-6

Portal de descarga SoilGrids

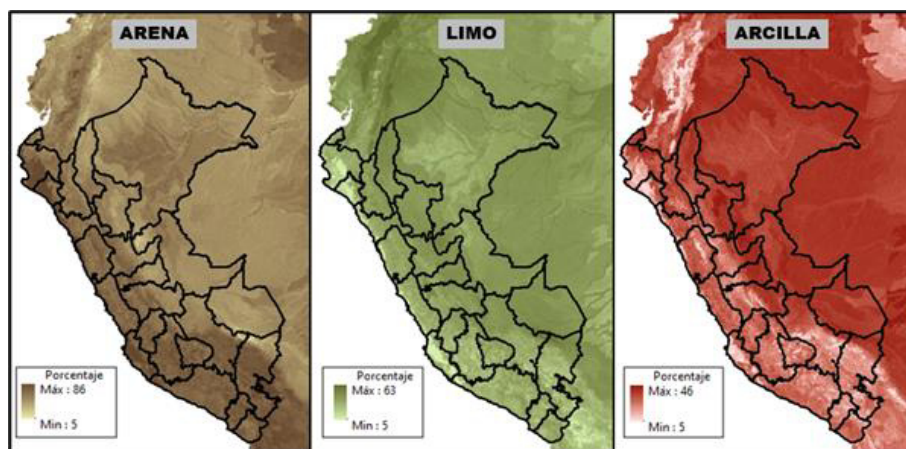


Nota: Reproducido de ISRIC – World Soil Information (s.f.).

Se obtuvieron tres capas ráster con una resolución espacial de 250 metros, donde cada píxel representa el porcentaje de contenido de arena, limo y arcilla, respectivamente.

Figura 4-7

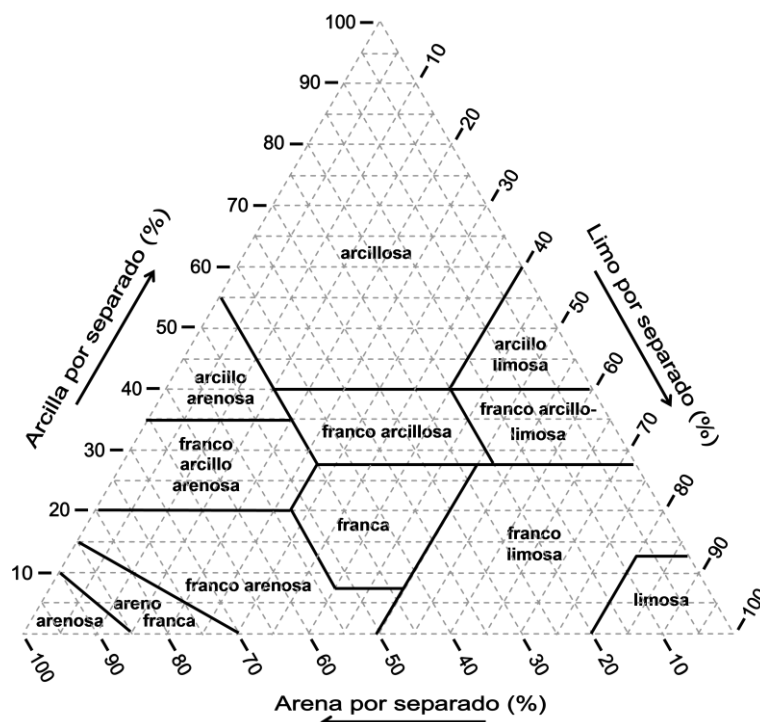
Contenido porcentual de arena, limo y arcilla



Luego de restringir la información a los límites del área de estudio, se realizó el análisis de los valores porcentuales correspondientes a cada capa ráster mediante su superposición en el software ArcGIS 10.4.1. El objetivo fue determinar la textura del suelo a partir de la combinación de los datos de arena, limo y arcilla. Para la clasificación textural, se utilizó como referencia el diagrama triangular de clases texturales básicas del suelo, el cual se basa en la proporción relativa de tamaños de partículas.

Figura 4-8

Diagrama triangular de las clases texturales básicas del suelo según el tamaño de partículas



Nota: Reproducido de United States Department of Agriculture (USDA, 2017).

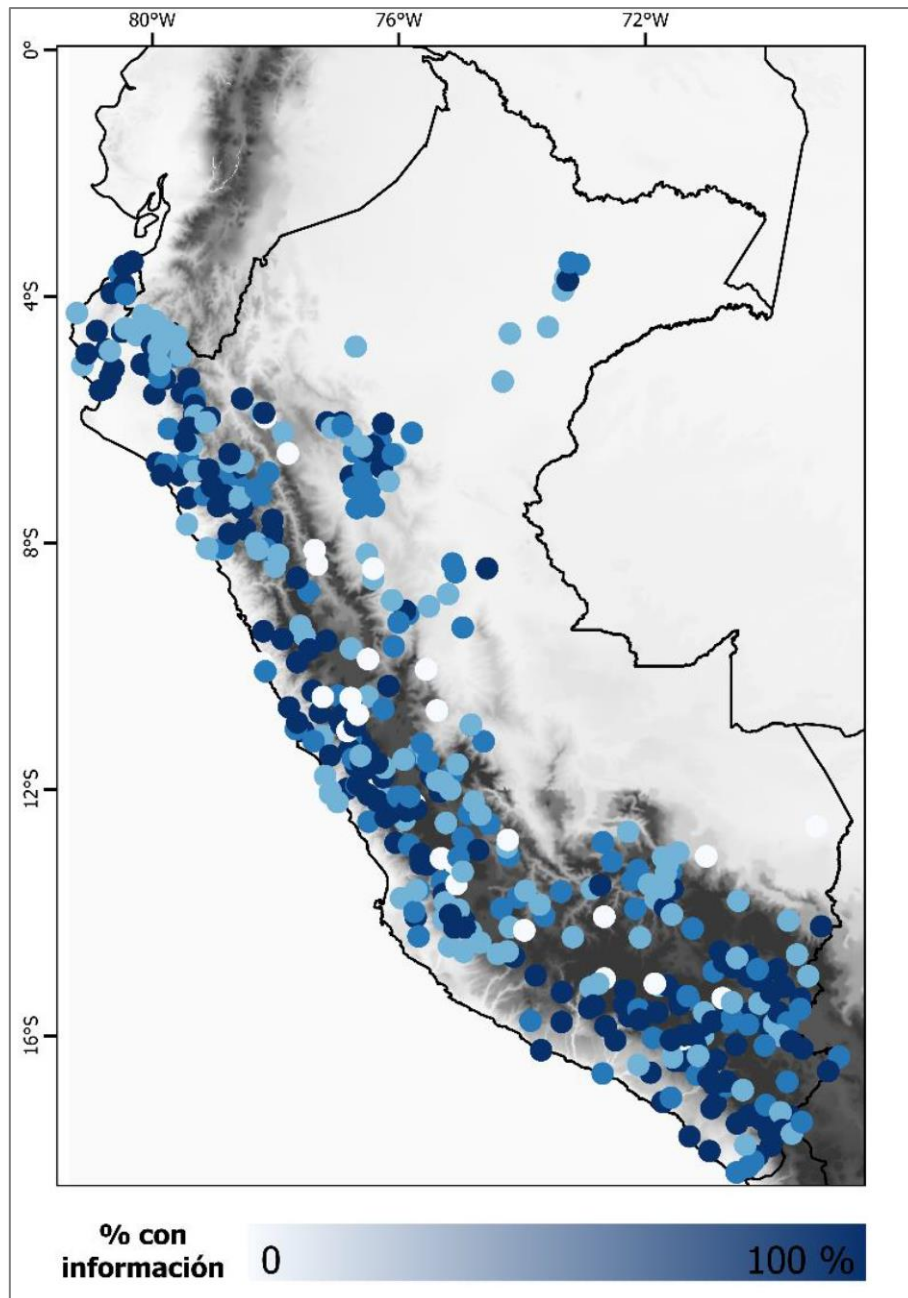
4.4.5 Precipitación

Para llevar a cabo la modelación espacial de la precipitación en el área de estudio, se empleó el producto PISCO, acrónimo de Peruvian Interpolation data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations. En particular, se utilizó la versión mensual del producto de precipitación (PISCOp), que representa los valores acumulados de lluvia por mes. Este conjunto de datos se obtiene mediante la integración de información proveniente de estaciones meteorológicas terrestres, climatologías, análisis de reanálisis y productos satelitales, generando así una base de datos grillada de alta resolución espacial ($0,05^\circ$ o aproximadamente 5×5 km) a escala nacional.

El registro de datos abarca el período comprendido entre el 1 de enero de 1981 y el 31 de diciembre de 2016, lo que proporciona una sólida serie temporal de precipitación, útil para diversas aplicaciones en el campo del análisis hidrológico (SENAMHI, 2017).

Figura 4-9

Red de estaciones utilizadas a escala nacional para la elaboración de PISCOp con porcentajes de datos por estación considerando el periodo 1981-2016



Nota: Reproducido de SENAMHI (2016).

A partir de los datos de precipitación mensual acumulada, se procedió a calcular la precipitación total anual correspondiente a cada año del periodo 1981–2016. Luego, se obtuvo el promedio multianual de ese intervalo temporal mediante la superposición de las capas ráster de los distintos años observados. Este procesamiento se realizó utilizando la herramienta “Raster Calculator” del software ArcGIS 10.4.1.

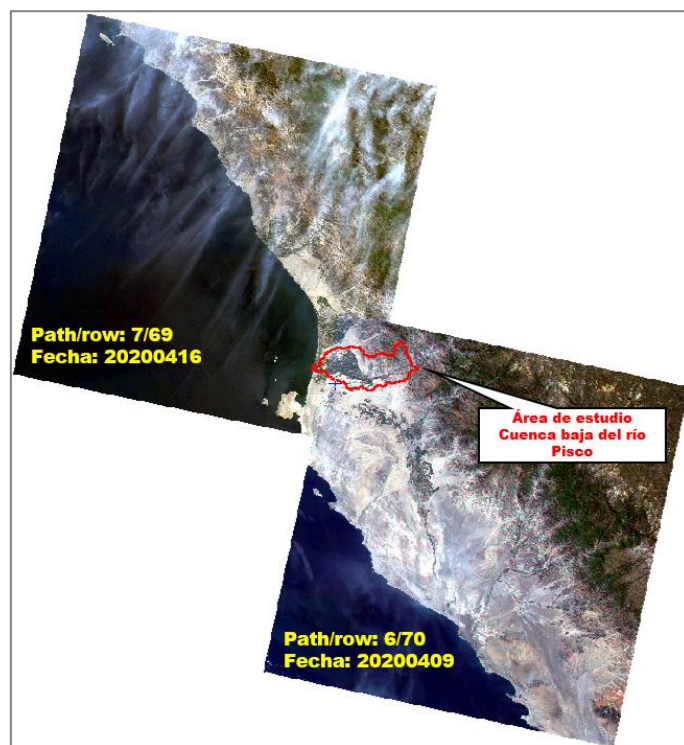
4.4.6 Cobertura de suelo

La identificación de los tipos de cobertura de suelo en la zona de estudio se realizó a partir de imágenes satelitales obtenidas por el sensor OLI (Operational Land Imager) del satélite Landsat 8. Estas imágenes fueron descargadas desde el portal <https://earthexplorer.usgs.gov/>, plataforma administrada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) a través del Centro de Ciencia y Observación de Recursos Terrestres (EROS). Para este análisis, se seleccionaron imágenes que abarcaran completamente el área de estudio, priorizando aquellas sin presencia de nubosidad y correspondientes al mes de abril de 2020, coincidiendo con la temporada húmeda.

Se descargaron 02 escenas satelitales de manera que cubrió toda el área de estudio:

Figura 4-10

Escenas satelitales Landsat 8

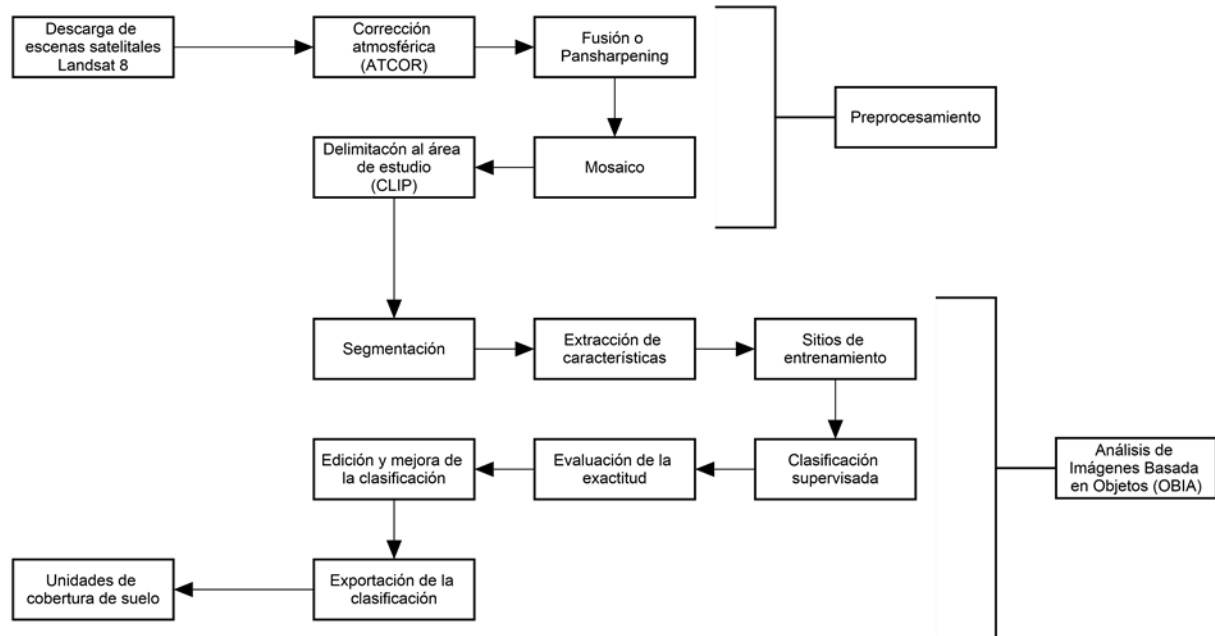


Posterior a la descarga de las imágenes de satélite Landsat 8, se realizó un tratamiento digital, con el propósito de corregir, perfeccionar y extraer la información de las bandas espectrales de dichas imágenes, y poder resaltar elementos que son difíciles de percibir o no se pueden distinguir directamente en una imagen. Finalmente, mediante una Análisis de Imágenes Basada

en Objetos (OBIA) de las imágenes tratadas, se realizó la *clasificación supervisada* y se obtuvieron las unidades de cobertura del suelo. Todo este proceso se detalla a continuación:

Figura 4-11

Metodología para la generación de unidades de cobertura de suelo



4.4.6.1 Preprocesamiento

Antes de extraer información confiable de las imágenes satelitales, es fundamental aplicar una serie de correcciones previas, conocidas como preprocesamiento, que tienen como finalidad eliminar errores o interferencias generadas durante la adquisición de las imágenes. Estas correcciones pueden ser de tipo geométrico, radiométrico o atmosférico, dependiendo del tipo de distorsión presente.

En este estudio, no fue necesario aplicar una corrección geométrica adicional a las imágenes Landsat 8, ya que fueron descargadas con el nivel de procesamiento L1TP (Level-1 Precision Terrain Corrected), el cual incorpora ajustes geométricos previos que garantizan la ubicación precisa de cada píxel dentro de un sistema de coordenadas geográficas. Dichos ajustes se realizan mediante el uso de puntos de control terrestre (GCP), que permiten alinear la imagen con coordenadas conocidas en el terreno, y modelos digitales de elevación (DEM), que corrigen desplazamientos debidos al relieve. Asimismo, el procesamiento L1TP aplica correcciones sistemáticas de la órbita del satélite, la inclinación del sensor, el ángulo de visión y la rotación

terrestre, compensando las distorsiones producidas por la curvatura de la Tierra y las variaciones topográficas. De este modo, se logra una precisión geodésica absoluta, eliminando las distorsiones geométricas relacionadas tanto con el sensor como con la topografía del área de estudio.

Si bien no fue necesario realizar una corrección geométrica adicional, sí se aplicó una corrección atmosférica a las imágenes Landsat 8, con el fin de eliminar la perturbación producida por los componentes atmosféricos. En este caso, se utilizó el modelo ATCOR (ATmospheric CORrection), disponible en el software PCI Geomatics. Este modelo permite la calibración radiométrica de las imágenes y convierte sus valores a reflectancia superficial, eliminando los efectos de la atmósfera —como los producidos por aerosoles y vapor de agua— así como las distorsiones topográficas. La base del modelo ATCOR es el algoritmo MODTRAN4 (MODerate resolution TRANsmission), un modelo de transferencia de radiación que se sustenta en la ecuación espectral estándar aplicada a cada píxel, considerando el rango solar del espectro electromagnético y asumiendo superficies lambertianas planas o equivalentes, sin incluir la emisión térmica (Castillo, 2012, citado por Roa Melgarejo et al., 2018). A continuación, se presenta la fórmula correspondiente.

$$L = \left(\frac{A\rho}{1 - \rho_e S} \right) + \left(\frac{B\rho_e}{1 - \rho_e S} \right) + L_a$$

Donde:

ρ : es la reflectancia en la superficie del píxel

ρ_e : es el promedio de la superficie reflectante para el píxel y una región circundante

S : es el albedo esférico de la atmosfera

L_a : es la radiancia de retorno dispersada por la atmosfera

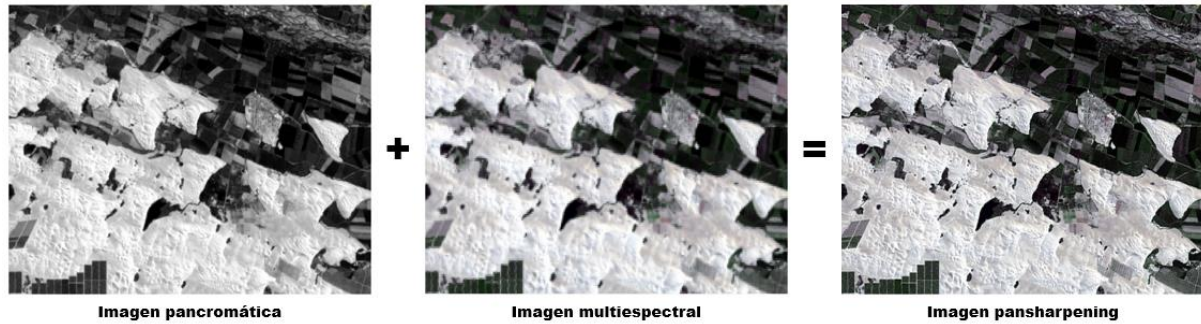
A y B: son los coeficientes que dependen en las condiciones geométricas y atmosféricas, pero no sobre la superficie

Luego de aplicar la corrección atmosférica, se procedió a ejecutar el proceso de fusión espectral o pansharpening, cuyo objetivo es combinar las bandas multiespectrales de menor resolución espacial (30 metros) con la banda pancromática de mayor resolución (15 metros) correspondiente a las imágenes Landsat 8. Esta técnica permite generar una imagen multiespectral mejorada, con una resolución espacial de 15 metros, que mantiene la integridad

de los colores originales y optimiza tanto la visualización como la interpretación de la información. Para este fin, se empleó el módulo PANSHARP del software PCI Geomatics.

Figura 4-12

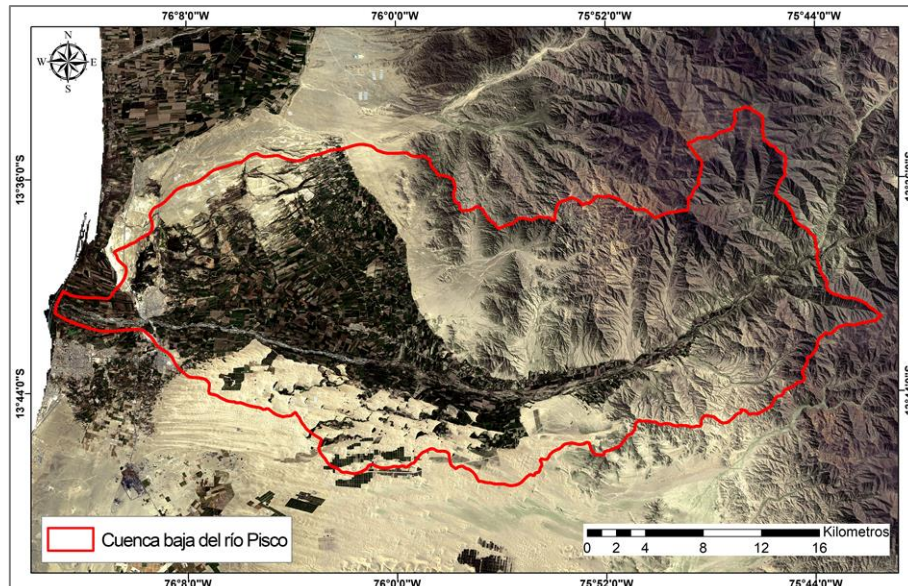
Fusión o Pansharpening de Imagen Landsat 08



Después de aplicar el proceso de pansharpening, se realizó la unión de las dos escenas satelitales mediante la técnica de mosaico, previa ecualización radiométrica de las imágenes. Esta operación permitió integrar las escenas en una sola imagen continua, eliminando discontinuidades entre ellas y asegurando una transición uniforme en el producto final.

Figura 4-13

Mosaico en color natural de Imagen Landsat 08 para el área de estudio



4.4.6.2 Análisis de imágenes basada en objetos (OBIA)

Luego del preprocesamiento de las imágenes satelitales, se implementó el método de Análisis de Imágenes Basado en Objetos (OBIA), el cual consiste en la segmentación del mosaico generado a partir de Landsat 8, agrupando píxeles con valores de reflectancia similares en objetos espaciales homogéneos, con el propósito de facilitar una clasificación supervisada y un análisis más preciso de la cobertura del suelo.

El primer paso del proceso OBIA fue la segmentación de la imagen, es decir, la división del mosaico en polígonos según sus características espectrales y en función de parámetros definidos previamente. Para esta tarea, se utilizó una combinación de bandas espectrales RGB 564 (infrarrojo cercano, infrarrojo medio y rojo), ya que permite delimitar con mayor claridad los límites entre cuerpos de agua, vegetación y suelo desnudo, mostrando detalles no visibles con combinaciones en el espectro estrictamente visible. Es importante señalar que las imágenes utilizadas corresponden a la temporada húmeda, en la cual se observa una mayor expansión de ciertas coberturas específicas como los humedales costeros, ecosistemas característicos del área de estudio. Estos humedales constituyen zonas naturales de descarga del acuífero y cumplen la función de retener los excedentes hídricos provenientes de la agricultura, las avenidas del río Pisco y las mareas altas, por lo que representan una importante reserva de agua (ANA, 2018).

Tras la segmentación, se realizó la extracción de atributos para identificar las diferentes clases de cobertura del suelo (por ejemplo: áreas agrícolas, desiertos costeros, cuerpos de agua, entre otras). Posteriormente, se seleccionaron sitios de entrenamiento representativos para cada clase dentro de una muestra de los polígonos generados y se ejecutó la clasificación supervisada.

Como herramienta complementaria para la selección de los polígonos más representativos durante este proceso, se utilizó el NDVI, propuesto por Tucker (1979), el cual permite evaluar la cobertura vegetal a partir de la siguiente fórmula (Ji y Peters, 2003):

$$NDVI = \left(\frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \right)$$

Donde:

ρ_{NIR} : reflectancia en el infrarrojo cercano

ρ_{Red} : reflectancia en la banda roja

Adicionalmente, se empleó el índice normalizado de diferencia de agua (NDWI, por sus siglas en inglés: Normalized Difference Water Index), el cual fue desarrollado con el propósito de resaltar cuerpos de agua en imágenes satelitales. Este índice se basa en el uso de la banda del verde, que maximiza la reflectancia del agua, y del infrarrojo cercano, cuya alta reflectancia en coberturas vegetales y suelos adyacentes es minimizada (McFeeters, 1996). El cálculo del NDWI se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$NDWI = \left(\frac{\rho_{Green} - \rho_{NIR}}{\rho_{Green} + \rho_{NIR}} \right)$$

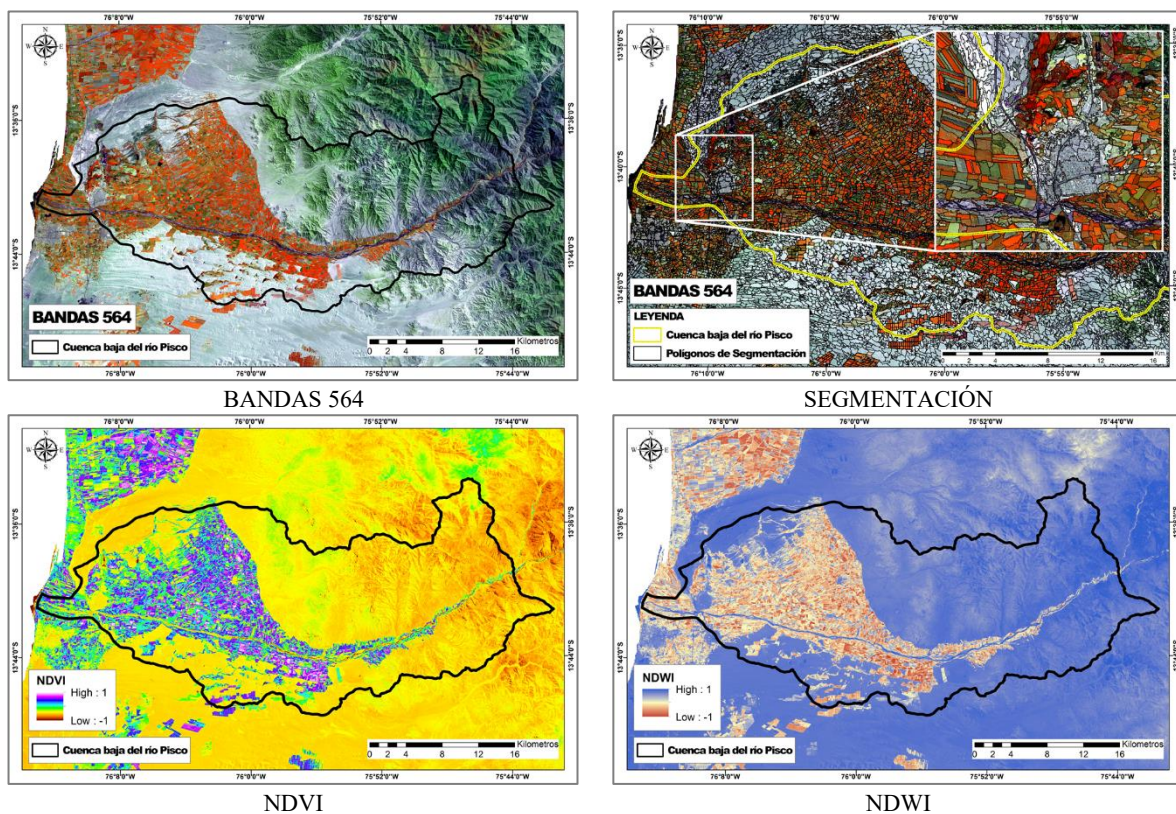
Donde:

ρ_{NIR} : reflectancia en el infrarrojo cercano

ρ_{Green} : reflectancia en la banda verde

Figura 4-14

Segmentación e índices espectrales del área de estudio



Para asignar un nivel de confiabilidad o validez a la información generada con las imágenes de satélite, es decir, a las clases y tipo de cobertura de suelo obtenidas a través de la clasificación supervisada, se empleó la matriz de confusión, el objetivo de esta matriz es la evaluación de la fiabilidad global, los errores de omisión y de comisión y el índice Kappa.

Tabla 4.1

Datos de referencia											
	Humedal Costero	Agricultura a costera	Desierto costero	Cardonal	Área urbana	Río	Lagunas	Total	Ex. U %	E.C %	
Clasificación satelital	Humedal costero	37,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	42,00	88,10	11,90
	Agricultura costera	3,00	147,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	162,00	90,74	9,26
	Desierto costero	0,00	0,00	168,00	0,00	9,00	10,00	0,00	187,00	89,84	10,16
	Cardonal	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	100,00	0,00
	Área urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	26,00	2,00	0,00	28,00	92,86	7,14
	Río	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38,00	6,00	44,00	86,36	13,64
	Lagunas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,00	17,00	100,00	0,00
	Total	40,00	150,00	180,00	20,00	35,00	50,00	25,00	500,00		
	Ex. P. %	92,50	98,00	93,33	100,00	74,29	76,00	68,00	Exactitud global: 90,60%		
E.O. %	7,50	2,00	6,67	0,00	25,71	24,00	32,00	Índice Kappa: 0,87			

Del análisis de la matriz de confusión, con un total de 500 polígonos, se obtuvo los siguientes estadísticos importantes:

Medidas Globales de fiabilidad: Consiste en calcular la fiabilidad global del mapa, relacionando los elementos de la diagonal con el total de puntos muestreados, en ese sentido, la exactitud global del mapa clasificado es de **90,60%**.

Índice Kappa: Consiste en calcular el grado de concordancia entre los datos de referencia y la imagen clasificada, representa la proporción de acuerdos observados más allá del azar respecto del máximo acuerdo posible más allá del azar, es decir, la diferencia entre la exactitud lograda en la clasificación y la chance de lograr lo mismo con una clasificación correcta con un clasificador aleatorio. Cuanto mayor es el grado de concordancia más próximo a la unidad 1 y cuanta menor concordancia mayor cercanía al cero. Basándonos, en los resultados de la matriz de confusión, la índice kappa tiene un **valor = 0,87**, siendo la concordancia casi perfecta.

Finalmente, posterior al cálculo de estadísticos de la clasificación supervisada y antes de exportar la clasificación de la imagen satelital, se realizó un refinamiento de la clasificación, obteniendo las extensiones finales de la cobertura de suelo para el área de estudio.

4.4.7 Cálculo del índice de potencial de agua subterránea mediante superposición Ponderada

Para integrar los distintos parámetros hidrogeológicos en un índice único que permita identificar zonas con potencial de aguas subterráneas, se aplicó el método de superposición ponderada en entorno SIG. Esta técnica consiste en asignar un peso relativo a cada parámetro según su influencia en la presencia o recarga del recurso hídrico subterráneo y combinar sus capas temáticas mediante una suma ponderada.

a) Parámetros considerados y asignación de pesos

Los parámetros seleccionados para este análisis fueron: litología, precipitación, textura del suelo, pendiente, densidad de drenaje y cobertura de suelo. La asignación de pesos relativos (W_i) a cada uno de ellos se basó en una combinación de revisión bibliográfica especializada, análisis técnico del investigador y la aplicación del método de comparación por pares, utilizando la escala propuesta por Saaty (1980). Este procedimiento facilitó una evaluación estructurada y coherente de la importancia relativa de cada parámetro.

El proceso de análisis jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés: Analytic Hierarchy Process), desarrollado por Saaty (1980), es una metodología semicuantitativa de apoyo a la toma de decisiones multicriterio que permite asignar pesos relativos a diferentes factores mediante comparaciones por pares. Cada parámetro se evalúa respecto a los demás usando una escala de valores (Tabla 4.2) que refleja su grado de importancia relativa. A partir de estas comparaciones se construye una matriz cuadrada, cuyos valores se normalizan para obtener los pesos normalizados (W_i).

Una ventaja fundamental del método es que incluye un mecanismo de validación interna a través del Índice de Consistencia (CI) y la Razón de Consistencia (CR), que permiten verificar la coherencia de los juicios emitidos. Un valor de CR menor a 0,10 se considera aceptable, indicando que los pesos asignados son consistentes.

Tabla 4.2

Escala de Saaty

Valor	Interpretación
1	Igual importancia
3	Importancia moderada del elemento sobre otro
5	Importancia fuerte o esencial
7	Importancia muy fuerte o demostrada
9	Importancia extrema
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre los anteriores

Nota: Reproducido de Saaty (1980).

A continuación, se presenta la matriz de comparación elaborada para este propósito:

Tabla 4.3

Matriz de comparación entre pares

Parámetro	Litología	Precipitación	Textura de suelo	Pendiente	Densidad de drenaje	Cobertura de suelo
Litología	1	3	3	2	2	4
Precipitación	1/3	1	1	1/2	1/2	2
Textura de suelo	1/3	1	1	1/2	1	2
Pendiente	1/2	2	2	1	2	3
Densidad de drenaje	1/2	2	1	1/2	1	3
Cobertura de suelo	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1

A partir de esta matriz se calcularon los pesos normalizados (W_i), los cuales reflejan la influencia relativa de cada parámetro en el cálculo del índice:

Tabla 4.4

Pesos normalizados (W_i)

Parámetro	Peso normalizado (W_i)	
Litología	0,3308	33 %
Precipitación	0,1079	11 %
Textura de suelo	0,1201	12 %
Pendiente	0,2195	22 %
Densidad de drenaje	0,1582	16%
Cobertura de suelo	0,0636	6 %

Cada celda de la matriz representa el juicio relativo de importancia entre dos parámetros. A partir de esta matriz, se obtuvieron los pesos normalizados (W_i) de cada parámetro mediante la normalización de columnas y el cálculo del promedio de cada fila. Para asegurar la coherencia del juicio experto, se calculó el Índice de Consistencia (CI) y la Razón de Consistencia (CR)

El Índice de Consistencia (CI): Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

Donde:

- $\lambda_{\max}$ es el valor propio máximo de la matriz.
- n es el número de parámetros.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{(A \cdot w)_i}{w_i} \right)$$

Donde:

- n = Número de elementos o aspectos
- A = Matriz de comparación entre pares (inicial)
- w = Vector prioridad

La Razón de Consistencia (CR): Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$CR = CI / RI$$

- *RI* es el índice aleatorio de consistencia, cuyo valor depende del número de elementos comparados ($RI = 1,24$ para $n = 6$).

El valor obtenido de CR fue menor a 0,10, lo cual indica que los juicios realizados son aceptablemente consistentes. Los detalles completos del procedimiento AHP, incluyendo la matriz de comparación, los pesos calculados y la verificación de consistencia, se presentan en el Anexo 16.

b) Valoración de las clases

Cada parámetro fue clasificado en diferentes categorías o clases, de acuerdo con sus rasgos característicos. A cada clase se le asignó un valor de idoneidad entre 1 y 10, donde 10 representa las condiciones más favorables para la presencia o recarga de agua subterránea. Esta valoración fue realizada con base en estudios previos, criterios técnicos y experiencia del investigador, permitiendo reflejar con claridad las diferencias relativas entre clases dentro de un mismo parámetro.

c) Cálculo del índice de potencial subterránea

Posteriormente, todas las capas temáticas correspondientes a los parámetros fueron integradas mediante una superposición ponderada, utilizando la herramienta Raster Calculator del software ArcGIS 10.4.1. Esta integración dio lugar al índice de potencial de agua subterránea (GWPI), calculado mediante la siguiente fórmula:

$$GWPI = \sum W_i X_i$$

Donde:

- *GWPI*: Índice de potencial de agua subterránea, entendido como el nivel de idoneidad espacial para la presencia de agua subterránea
- *W_i*: Peso normalizado del parámetro *i*, expresado como porcentaje (%), según su influencia en la ocurrencia del recurso hídrico subterráneo
- *X_i*: Valor de la clase del parámetro *i*, en una escala de 1 a 10, donde 10 representa la mayor favorabilidad para la recarga o presencia de aguas subterráneas. Esta escala fue

adoptada por su alta resolución comparativa, su uso frecuente en estudios similares y por permitir una diferenciación clara entre clases dentro de cada parámetro

El resultado fue un mapa continuo del índice de potencial de agua subterránea (GWPI), en el cual cada píxel representa el potencial relativo de agua subterránea. Este mapa fue posteriormente reclasificado en cuatro categorías cualitativas de potencial: muy bajo, bajo, moderado y alto, en función de los valores del índice obtenidos en la cuenca de estudio.

4.4.8 Validación estadística

Con el fin de respaldar cuantitativamente la relación entre los parámetros utilizados y la ocurrencia de aguas subterráneas (Hipótesis 1), así como validar la coherencia espacial del índice de potencial de agua subterránea (GWPI) frente a datos reales de campo (Hipótesis 3), se aplicaron dos técnicas estadísticas no paramétricas: la prueba de Chi-cuadrado de Pearson (χ^2) y el coeficiente de correlación de Spearman (ρ).

4.4.8.1 Prueba de Chi-cuadrado

La Hipótesis 1 plantea que ciertos parámetros hidrogeológicos —litología, precipitación, textura del suelo, pendiente, densidad de drenaje y cobertura de suelo— tienen una influencia significativa en la localización de pozos, por lo que deberían presentar una distribución de frecuencia diferente respecto al área total.

Para verificar esta relación, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado (χ^2), que permite contrastar si la distribución observada de pozos entre las clases de un parámetro difiere significativamente de lo que se esperaría por una distribución aleatoria basada en el área (Zar, 2010). La fórmula utilizada fue:

$$\chi^2 = \sum ((O_i - E_i)^2 / E_i)$$

Donde:

- O_i : Frecuencia observada en la clase i
- E_i : Frecuencia esperada en la clase i
- χ^2 : Estadístico de Chi-cuadrado

El número de grados de libertad (gl) se calcula como $k - 1$, siendo k el número de clases del parámetro. La hipótesis nula (H_0) establece que no existe relación significativa entre el parámetro y la ubicación de pozos; se rechaza si χ^2 calculado $> \chi^2$ crítico al 95 % de confianza ($\alpha = 0,05$).

Este procedimiento fue aplicado a cada uno de los seis parámetros, y los resultados obtenidos se presentan en el Anexo 17.

4.4.8.2 Prueba de Spearman

La Hipótesis 3 propone que el índice de potencial de agua subterránea (GWPI) refleja adecuadamente las condiciones reales del subsuelo. Esto se verificó contrastando los valores del índice con los niveles freáticos registrados en 33 pozos georreferenciados.

Para este análisis se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ), una prueba no paramétrica propuesta por Spearman (1904), adecuada para evaluar asociaciones entre variables que no necesariamente presentan una distribución normal ni una relación lineal estricta. Esta prueba permite identificar si existe una tendencia general entre los valores del GWPI y los niveles freáticos, evaluando si, en términos generales, un mayor valor del índice se asocia con una menor profundidad del nivel freático. La fórmula empleada fue:

$$\rho = 1 - (6 \times \sum d^2) / n (n^2 - 1)$$

Donde:

- ρ = coeficiente de correlación de Spearman
- d = diferencia entre los rangos de cada par de datos
- n = número de observaciones
- $\sum d^2$ = suma de las diferencias al cuadrado

El valor de ρ varía entre -1 y $+1$. Un valor negativo implica una relación inversa (a mayor GWPI, menor nivel freático), lo cual es coherente con la teoría hidrogeológica. Para validar la hipótesis, se evaluó la significancia estadística del resultado mediante el cálculo del valor p , considerando un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0,05$). Los resultados detallados del análisis, así como la tabla de datos utilizada y el gráfico de dispersión correspondiente, se presentan en el Anexo 18.

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS

5.1 Resultados de la metodología aplicada

5.1.1 Parámetros hidrogeológicos

5.1.1.1 Litología

En el área de estudio se identificaron diecisiete (17) unidades geológicas, que incluyen depósitos recientes, formaciones de rocas sedimentarias y superunidades de rocas volcánicas e intrusivas. Estas presentan diversas composiciones litológicas, entre las que destacan gravas, arenas y limos, conglomerados polimícticos, conglomerados fluviales gruesos con matriz arenosa, areniscas amarillentas, limolitas diatomáceas, granodioritas, tonalitas, grauvacas, andesitas basálticas, areniscas cuarzosas, pizarras, monzogranitos y granitos.

Tabla 5.1

Litología del área de estudio

Era	Sistema	Serie	Código	Unidades geológicas	Litología	
					Litoestratigrafía	Rocas intrusivas
Cenozoica.	Cuaternario	Holoceno	Q-re	Depósito residual	Material residual no consolidado que cubre grandes superficies.	-
			Q-fl	Depósito fluvial	Cauce de río, conglomerado, grava y arena gruesa.	-
			Q-bi	Depósito biogénico	Humedales. Zona donde la superficie se satura permanentemente de agua.	-
			Q-eo	Depósito eólico	Acumulaciones de arenas de grano medio a fino, se encuentran formando un espesor de 20 m	-
			Q-all	Depósito aluvial 1	Terraza fluvial compuesta por grava redondeada que eventualmente aflora.	-

Era	Sistema	Serie	Código	Unidades geológicas	Litología	
					Litoestratigrafía	Rocas intrusivas
Mesozoica	Cretáceo	Neógeno	Q-al2	Depósito aluvial 2	Conglomerados polimícticos envueltos en una matriz areno-conglomerádicos	-
			Q-al3	Depósito aluvial 3	Abanicos aluviales compuestos de gravas, arenas y limos	-
			Pleistoceno Qp-cañ	Fm. Cañete	Conglomerado fluvial grueso, alterado con matriz limoarenosa y sal compactada.	-
			Plioceno Np-hu	Fm. Huamaní	Arenisca amarillenta, intercalada con niveles de limoarcillitas que hacia el tope se hacen más gruesos, así como niveles de gravilla y costras de sal.	-
			Mioceno Nm-pi	Fm. Pisco	Limolita diatomácea, blanco amarillento, dolomías, arenisca de grano fino y niveles esporádicos de lumaquelas.	-
			Ks-i-gd	Super Unidad Incahuasi	-	Granodiorita con xenolitos máficos, monzogranito
		Superior	Ks-pa-gd,tn	Súper Unidad Pampahuasi	-	Granodiorita, tonalita
			Ki-qui	Grupo Casma - Formación Quilmaná	Grauwaca, andesita basáltica, arenisca cuarzosa, pizarra	-
			Ki-qui/i	Grupo Casma - Formación Quilmaná - Miembro Inferior	Grauwacas, areniscas, pizarras	-
			Ki-ic-gd	Súper Unidad Ica	-	granodiorita
			Ki-ic-mgb,mdi		-	monzogabro, monzodiorita

Era	Sistema	Serie	Código	Unidades geológicas	Litología	
					Litoestratigrafía	Rocas intrusivas
	Jurásico	Medio	Jm-gb	Gabros	-	Gabros

Nota: Adaptado de INGEMMET (Cartas geológicas 28-k Pisco y 28-l Guadalupe, escala 1:50 000) y de SRTM v4.1 (NASA).

Según Sreedhar et al. (2009), la presencia de acuíferos depende de los materiales que los conforman, así como de la porosidad y permeabilidad de la formación geológica. En función de su capacidad para almacenar y transmitir agua subterránea, los acuíferos se pueden clasificar en tres tipos:

- **Acuíferos porosos:** Son los más favorables para la presencia de agua subterránea, ya que están compuestos por materiales sueltos como gravas, arenas gruesas, limos y conglomerados no consolidados. En estos acuíferos, el agua circula con facilidad a través de los poros y espacios entre los sedimentos, lo que les confiere una mayor capacidad de almacenamiento y un mayor valor de ponderación.
- **Acuíferos porosos y fisurados:** Se encuentran en rocas sedimentarias intermedias, es decir, en materiales parcialmente consolidados, como areniscas y limolitas. En estos acuíferos, la presencia de agua subterránea depende tanto de la porosidad de la roca como de la presencia de fracturas que faciliten su circulación.
- **Acuíferos fisurados:** Se desarrollan en rocas ígneas, como andesitas, pizarras, granodioritas, granitos, monzogranitos y tonalitas, así como en rocas sedimentarias consolidadas, como grauvacas y areniscas cuarzosas. En estos casos, el agua subterránea circula a través de fisuras o grietas en la roca, lo que limita su infiltración y almacenamiento. Generalmente, estos acuíferos presentan menor disponibilidad de agua, concentrada principalmente en la zona superficial.

Esta clasificación permite entender la distribución y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo en el área de estudio, destacando la importancia de las características litológicas en la capacidad de almacenamiento y flujo del agua.

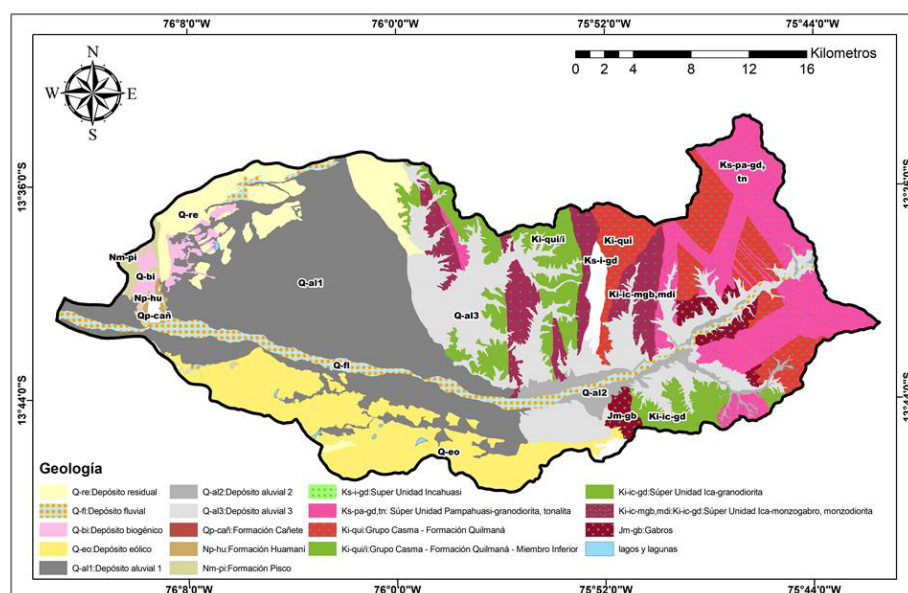
Tabla 5.2

Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases - litología

Parámetro	% Influencia (<i>Wi</i>)	Clases	Valor de la clase (<i>Xi</i>)
Litología (<i>Li</i>)	33%	Material residual no consolidado	8
		Cauce de río, conglomerado, grava y arena gruesa.	10
		Humedales	10
		Arenas de grano medio a fino	6
		Grava redondeada que eventualmente aflora	9
		Conglomerados polimícticos en una matriz areno conglomerádicos	8
		Gravas, arenas y limos	8
		Conglomerado fluvial grueso con matriz limoarenosa y sal compactada	7
		Arenisca amarillenta	6
		Limolita diatomácea	6
		Granodiorita con xenolitos máficos, monzogranito	5
		Granodiorita, tonalita	5
		Grauwaca, andesita basáltica, arenisca cuarzosa, pizarra	5
		Grauwacas, areniscas, pizarras	5
		Granodiorita	5
		Monzogabro, monzodiorita	5
		Gabros	5

Figura 5-1

Litología del área de estudio



5.1.1.2 Pendiente

En el área de estudio se identificaron distintos rangos de pendiente expresados en valores porcentuales (%), los cuales fueron clasificados de acuerdo con el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (Decreto Supremo N° 005-2022-MIDAGRI):

Tabla 5.3

Pendiente del área de estudio

Pendiente (%)	Interpretación
0 - 4	Plana a ligeramente inclinada
4 - 8	Moderadamente inclinada
8 - 15	Fuertemente inclinada
15 - 25	Moderadamente empinada
25 - 50	Empinada
50 - 75	Muy empinada
> 75	Extremadamente empinada

Nota: Reproducido de MIDAGRI (2022).

En cuanto a la ponderación de las pendientes identificadas, Mukherjee et al. (2012) señalan que la pendiente influye directamente en la recarga de aguas subterráneas. En este sentido, las zonas con pendientes más pronunciadas favorecen la escorrentía superficial, reduciendo el tiempo de contacto del agua con el suelo y, por ende, disminuyendo su infiltración. Por el contrario, en áreas con pendientes bajas, la escorrentía es menor y el agua permanece en contacto con la superficie durante más tiempo, lo que facilita la infiltración y, en consecuencia, la recarga del acuífero.

Por lo expuesto, se asignarán valores de ponderación más altos a las zonas con pendientes bajas, ya que presentan mayor potencial de recarga de agua subterránea, mientras que las áreas con pendientes elevadas recibirán una menor ponderación debido a su menor capacidad de infiltración.

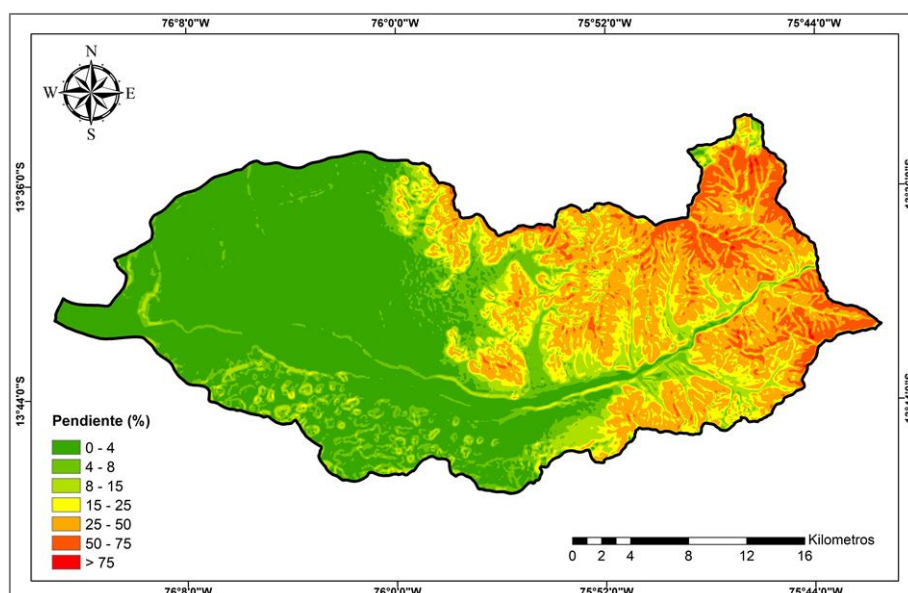
Tabla 5.4

Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases – pendiente

Parámetro	% Influencia (<i>Wi</i>)	Clases	Valor de la clase (<i>Xi</i>)
Pendiente (P)	22%	Plana a ligeramente inclinada (0-4%)	10
		Moderadamente inclinada (4-8%)	9
		Fuertemente inclinada (8-15%)	7
		Moderadamente empinada (15-25%)	3
		Empinada (25-50%)	2
		Muy empinada (50-75%)	1
		Extremadamente empinada (>75%)	1

Figura 5-2

Pendientes del área de estudio



5.1.1.3 Densidad de drenaje

En el área de estudio, la densidad de drenaje varía entre 0 y 4,05 km/km². La asignación de ponderaciones sigue una relación inversa: las zonas con mayor densidad de drenaje reciben una menor ponderación, mientras que aquellas con menor densidad obtienen un valor más alto.

Según Edet et al. (1998), las áreas con una densidad de drenaje elevada presentan una baja capacidad de acumulación de aguas subterráneas, ya que una mayor proporción del agua de lluvia se pierde por escorrentía superficial, limitando su infiltración. En contraste, las zonas con baja densidad de drenaje favorecen una mayor infiltración, lo que contribuye a la recarga de los acuíferos y, en consecuencia, a un mayor potencial hídrico.

Por lo tanto, a medida que la red de drenaje se vuelve más densa, la tasa de recarga disminuye, mientras que, en zonas con menor densidad de drenaje, la infiltración es más eficiente, favoreciendo la disponibilidad de agua subterránea.

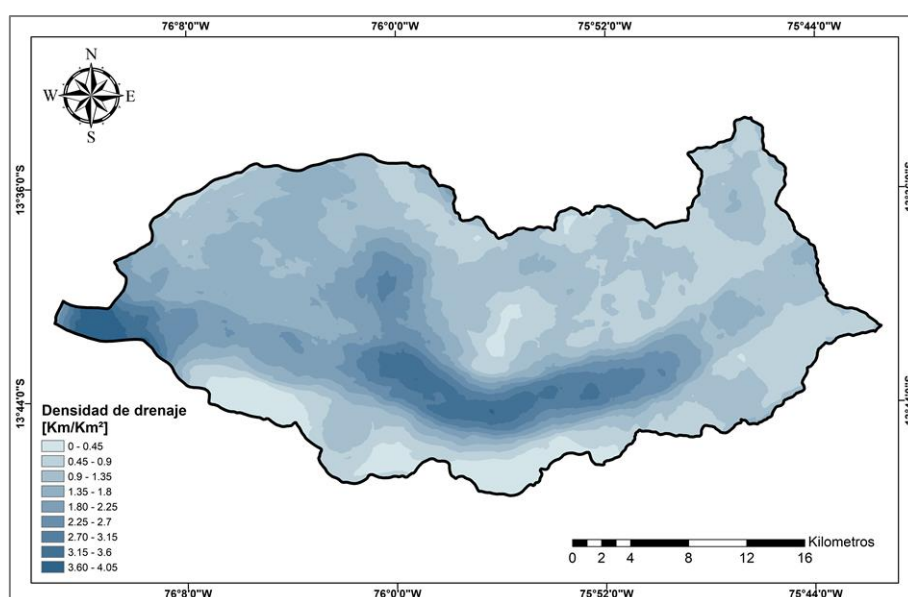
Tabla 5.5

Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases – densidad de drenaje

Parámetro	% Influencia (Wi)	Clases	Valor de la clase (Xi)
Densidad de Drenaje (Km/Km ²) (Dd)	16%	0,00 – 0,45	9
		0,45 – 0,90	8
		0,90 – 1,35	7
		1,35 – 1,80	6
		1,80 – 2,25	5
		2,25 – 2,70	4
		2,70 – 3,15	3
		3,15 – 3,60	2
		3,60 – 4,07	1

Figura 5-3

Densidad de drenaje del área de estudio



5.1.1.4 Textura de Suelo

En el área de estudio se identificaron tres clases texturales principales: areno franco, franco arenosa y franco arcillo arenosa. La textura areno franco presenta un alto contenido de arena (70-86%), con bajos porcentajes de limo (0-30%) y arcilla (0-15%), lo que indica una estructura

suelta y una alta capacidad de infiltración. La textura franco arenosa tiene un contenido de arena moderado (50-70%), con limo entre 0-50% y arcilla entre 0-20%, mostrando una permeabilidad intermedia. Finalmente, la textura franco arcillo arenosa se caracteriza por una proporción de arena entre 45-80%, limo entre 0-28% y una mayor presencia de arcilla (20-35%), lo que reduce su capacidad de infiltración en comparación con las otras dos texturas.

Tabla 5.6

Textura de suelo del área de estudio

Textura de suelo	% Arena	%Limo	% Arcilla
Areno franco	70-86	0-30	0-15
Franco arenosa	50-70	0-50	0-20
Franco arcillo arenosa	45-80	0-28	20-35

Nota: Tamaño de partículas: Arcilla<0.002mm - Limo: 0.002-0.05 mm - Arena: 0.05-2 mm.

La asignación de valores ponderados a las texturas del suelo se realizó considerando su capacidad de permitir la infiltración del agua, otorgando mayor peso a aquellas texturas con mejor potencial para favorecer la recarga de aguas subterráneas. De acuerdo con Srivastava y Bhattacharya (2006), la infiltración depende tanto del espesor del suelo como del tamaño de las partículas, factores que determinan su permeabilidad. En ese sentido, los suelos arenosos de grano grueso presentan una mayor capacidad de almacenamiento de agua subterránea debido a su estructura ligera y su elevada tasa de infiltración.

Con base en estos criterios, se otorgó la mayor ponderación a los suelos de textura areno franca, seguidos por los franco arenosos, mientras que los franco arcillo arenosos recibieron la ponderación más baja, debido a su menor conductividad hidráulica y mayor proporción de arcilla. Esta clasificación es consistente con lo señalado por Chowdhury et al. (2009), quienes indican que los suelos ricos en arcilla presentan baja permeabilidad, son más propensos a la erosión y tienen drenaje deficiente, lo cual limita su efectividad en los procesos de recarga.

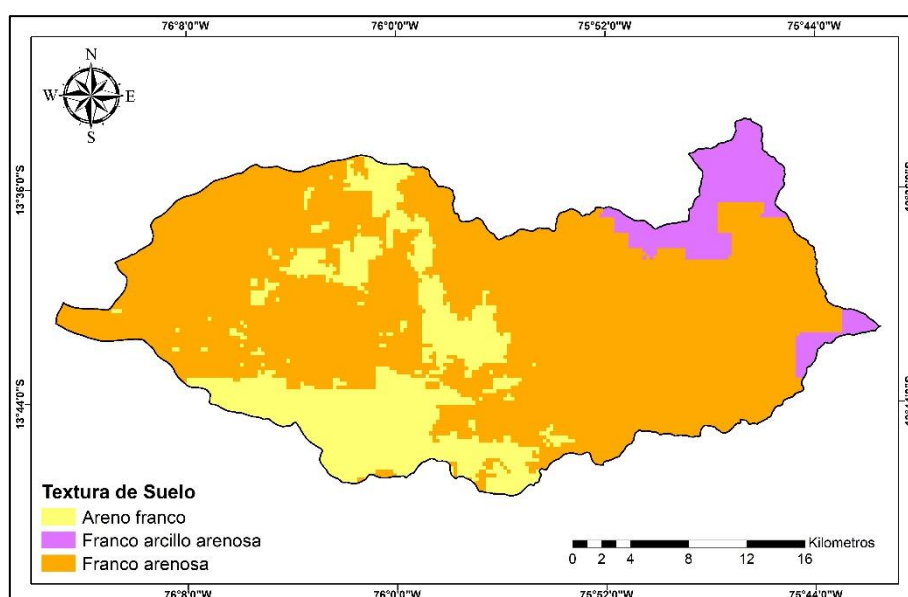
Tabla 5.7

Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases en el análisis de superposición ponderada – textura de suelo

Parámetro	% Influencia (<i>Wi</i>)	Clases	Valor de la clase (<i>Xi</i>)
Textura de suelo (Tx)	12%	Areno franco	9
		Franco arenosa	7
		Franco arcillo arenosa	5

Figura 5-4

Textura de suelo del área de estudio



5.1.1.5 Precipitación

Tal como se ha señalado a lo largo de esta investigación, la precipitación representa uno de los principales factores que intervienen en la recarga de aguas subterráneas. Sin embargo, en la zona de estudio, las lluvias son notoriamente escasas, lo cual se debe a su condición climática árida, caracterizada por una baja disponibilidad de humedad durante todo el año. Según los datos interpolados del producto PISCO (Peruvian Interpolation data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations), entre los años 1981 y 2016, los registros anuales de precipitación oscilan entre 0,00 mm y 13,5 mm. En función de la distribución espacial de estos valores, se establecieron cuatro rangos de clasificación, asignando la mayor puntuación al intervalo 11,5–13,5 mm y la más baja al rango 0,0–3,8 mm.

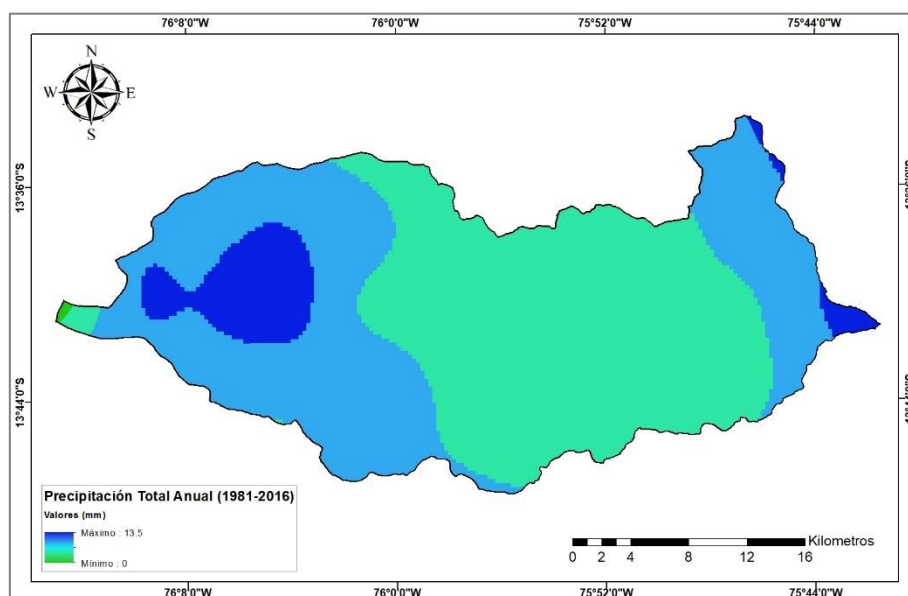
Tabla 5.8

Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases - precipitación

Parámetro	% Influencia (W_i)	Clases	Valor de la clase (X_i)
Precipitación (mm) (Pp)	11%	11,5 – 13,5 mm anuales	4
		7,7 – 11,5 mm anuales	3
		3,8 – 7,7 mm anuales	2
		0,0 – 3,8 mm anuales	1

Figura 5-5

Precipitación del área de estudio



5.1.1.6 Cobertura de suelo

Uno de los factores que influyen en la presencia de agua subterránea es la cobertura del suelo, ya que puede facilitar o reducir la escorrentía. En el área de estudio, se identificaron las siguientes clases de cobertura del suelo:

Tabla 5.9

Cobertura de suelo del área de estudio

Cobertura suelo	Símbolo	Descripción
Agricultura costera	Agri	Corresponde a áreas de cultivos anuales y permanentes, bajo riego y en secano, ubicadas en el valle del río Pisco que atraviesa el desierto costero.
Humedal costero	Huc	Constituyen extensiones o superficies cubiertas o saturadas de agua, bajo un régimen hídrico natural o artificial, permanente o temporal, dulce, salobre o salado, y que albergan comunidades biológicas características, que proveen

Cobertura suelo	Símbolo	Descripción
		servicios ecosistémicos (MINAM,2019). En el área de estudio, son zonas de descarga natural del agua del acuífero y retienen el agua proveniente de los excedentes hídricos de las zonas agrícolas, de la época de avenida del río Pisco y de las crecidas de las mareas, por lo que constituyen una reserva hídrica. Asimismo, actúan como filtros naturales reteniendo y removiendo el exceso de nutrientes, sedimentos y sustancias tóxicas provenientes de las zonas agrícolas y urbanas de su entorno e impiden la intrusión de agua marina al acuífero (ANA, 2018).
Desierto costero	Dc	Esta unidad de cobertura comprende áreas con nula cobertura vegetal o en muy baja densidad, de distribución esporádica y principalmente de porte herbáceo. El desierto costero posee una baja diversidad en cuanto a flora y fauna, es habitada principalmente por lagartijas y organismos que adaptados a las condiciones del hábitat desértico de la zona (principalmente artrópodos).
Cardonal	Car	Esta unidad de cobertura vegetal es influenciada por las condiciones de aridez, predominan comunidades de suculentas de la familia Cactaceae, las cuales se distribuyen de manera dispersa sobre las laderas colinosas y montañosas.
Área Urbana	U	Corresponde al casco urbano de los asentamientos poblacionales del área de estudio como son las localidades de San Clemente, Vista Alegre, Casalla y BERNALES.
Cuerpos de agua	R, Lg	Esta unidad corresponde al río principal “río Pisco” de la cuenca baja y las lagunas identificadas.

En este sentido, la ponderación de las diferentes clases de cobertura se realizó en función de su capacidad de infiltración y retención de agua. Los humedales, por ejemplo, presentan una alta capacidad de retención hídrica, mientras que las zonas de desierto costero poseen una menor capacidad debido a su escasa cobertura vegetal.

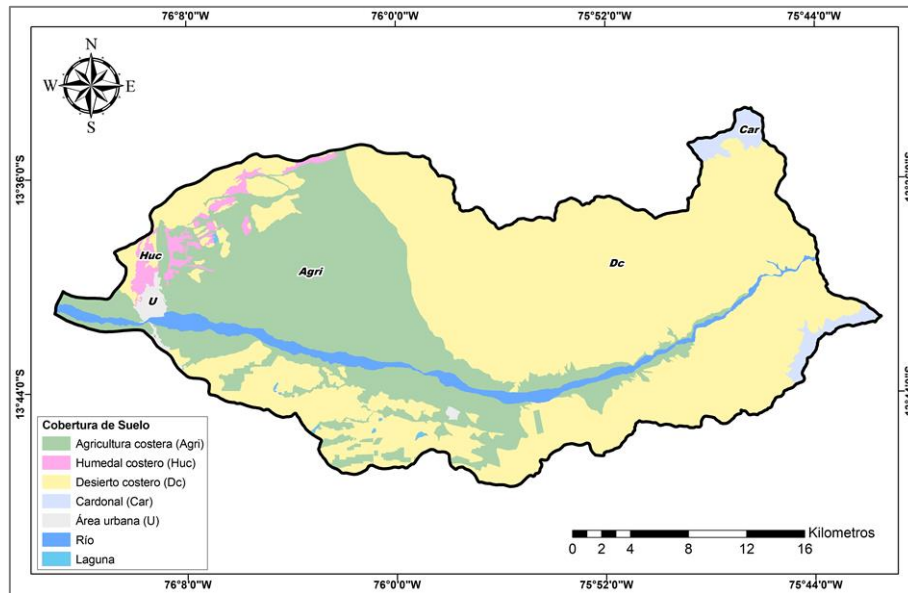
Tabla 5.10

Matriz de influencia porcentual de cada parámetro y los valores de sus clases – cobertura de suelo

Parámetro	% Influencia (<i>Wi</i>)	Clases	Valor de la clase (<i>Xi</i>)
Cobertura de suelo (Cs)	6%	Humedal costero	8
		Cuerpos de agua (lagos, lagunas y río)	8
		Agricultura costera y andina	7
		Cardonal	4
		Desierto costero	2
		Área urbana	1

Figura 5-6

Cobertura de suelo del área de estudio



5.1.2 Índice de potencial de agua subterránea (GWPI)

Todos los mapas temáticos fueron convertidos a formato ráster y combinados mediante el método de superposición ponderada, considerando tanto la influencia de cada parámetro como los valores asignados a cada una de sus clases.

El cálculo del índice de potencial de agua subterránea (GWPI) se realizó en un entorno SIG (ArcGIS 10.4.1) mediante la siguiente ecuación:

$$GWPI = (Lw_i * Lx_i) + (Pw_i * Px_i) + (Ddw_i * Ddx_i) + (Txw_i * Txx_i) + (Ppw_i * Ppx_i) + (Csw_i * Csx_i)$$

Donde:

w_i : Es la influencia porcentual del parámetro i, según su peso obtenido por AHP.

x_i : Es el valor asignado a la clase del parámetro i, en una escala de 1 a 10.

L : Litología

P : Pendiente

Dd : Densidad de drenaje

Tx : Textura de suelo

Pp : Precipitación

Cs : Cobertura de suelo

Los valores del GWPI en la cuenca de estudio oscilaron entre 1,71 y 6,67. A partir de este índice continuo se generó un mapa de potencial de aguas subterráneas, el cual fue reclasificado en cuatro categorías cualitativas: muy bajo, bajo, moderado y alto, según los rangos de valores obtenidos.

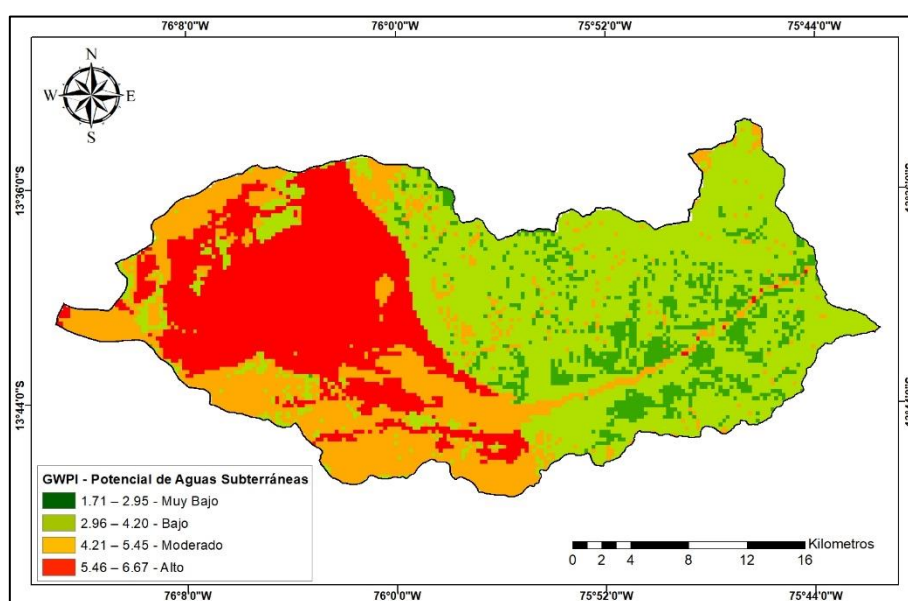
La elección de los cuatro niveles del índice GWPI (muy bajo, bajo, moderado y alto) responde a una adecuación técnica basada en la revisión de estudios hidrogeológicos. En la literatura se emplean diversas clasificaciones del potencial de aguas subterráneas, normalmente en rangos de cinco niveles (muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto) o cuatro niveles (bajo, moderado, alto y muy alto). Sin embargo, en el caso específico de la cuenca baja del río Pisco, la caracterización territorial muestra que las categorías “muy bajo” y “bajo” comparten condiciones hidrogeológicas similares: litologías de baja permeabilidad, pendientes moderadas a fuertes, precipitación casi nula y cobertura desértica, todas condiciones poco favorables para la infiltración y almacenamiento subterráneo.

Debido a esta similitud conceptual y con el propósito de evitar una sobre-segmentación artificial que no aportara mayor claridad al análisis, se optó por una clasificación de cuatro niveles, agrupando las clases de menor favorabilidad (muy bajo y bajo) y manteniendo una diferenciación clara en los niveles donde las condiciones del subsuelo sí presentan cambios hidrogeológicos significativos (moderado y alto). Esta decisión metodológica permite obtener una estratificación más coherente con la realidad territorial, evita la creación de clases indistinguibles en términos hidrogeológicos y facilita la interpretación del mapa final para fines de gestión del recurso hídrico.

Respecto a los intervalos asignados a cada nivel del GWPI se definieron según la distribución estadística del índice (rango mínimo–máximo) resultante del proceso del modelo. Se aplicó una clasificación por intervalos iguales (Equal Interval), técnica adecuada cuando el índice proviene de la suma ponderada de criterios normalizados, ya que mantiene la proporcionalidad entre clases y evita sesgos en la interpretación. Además, este método es el más empleado en estudios de potencial de aguas subterráneas, al garantizar que cada nivel represente un rango comparable en términos de favorabilidad hidrogeológica.

Tabla 5.11*Áreas con potencial de aguas subterráneas*

GWPI	Potencial	Área (km ²)	Área (%)
1,71 – 2,95	Muy Bajo	64,77	7,82
2,96 – 4,20	Bajo	371,09	44,78
4,21 – 5,45	Moderado	179,30	21,63
5,46 – 6,67	Alto	213,59	25,77
Área total de la cuenca		828,75	100%

Figura 5-7*Potencial de agua subterránea en la cuenca baja del río Pisco*

La zonificación obtenida mediante el índice de potencial de aguas subterráneas (GWPI) permitió identificar cuatro niveles diferenciados de favorabilidad hidrogeológica: muy bajo, bajo, moderado y alto. Cada nivel presenta características territoriales específicas que explican su comportamiento dentro de la cuenca baja del río Pisco:

- **Muy bajo potencial:** Comprende áreas dominadas por litologías de muy baja permeabilidad (granodioritas, tonalitas, gabros y rocas sedimentarias compactas), pendientes pronunciadas superiores al 15% y precipitaciones prácticamente nulas (0–3,8 mm anuales). Estas zonas presentan principalmente coberturas propias del desierto costero y texturas finas o franco-arcillosas, aunque pueden aparecer sectores aislados con texturas franco-arenosas. La combinación de estas clases altamente restrictivas

limita significativamente la infiltración y hace que el almacenamiento subterráneo sea prácticamente inexistente.

- **Bajo potencial:** Se presenta en sectores donde continúan predominando litologías de baja permeabilidad, con transición hacia unidades de permeabilidad intermedia como areniscas, limolitas o abanicos aluviales compuestos por gravas, arenas y limos. Las pendientes son predominantemente mayores al 8%, la precipitación sigue siendo muy baja y las coberturas corresponden a desierto costero y cardonales. Las texturas de suelo suelen ser franco-arcillo-arenosas, con presencia local de texturas más arenosas. En estas condiciones, la infiltración es posible, pero ocurre de forma localizada y sin continuidad espacial significativa.
- **Moderado potencial:** Identificado principalmente en terrazas medias y depósitos aluviales parcialmente consolidados, acompañados de texturas arenosas o franco-arenosas. Se desarrollan sobre pendientes planas a moderadamente inclinadas (0–8%) y presentan menor densidad de drenaje. En estas áreas también se observan actividades de agricultura costera y precipitaciones superiores a 7,7 mm anuales, condiciones que permiten una infiltración más efectiva y favorecen el almacenamiento subterráneo.
- **Alto potencial:** Localizado en los depósitos aluviales recientes de mayor permeabilidad, compuestos por gravas, arenas gruesas y conglomerados. Estas zonas muestran pendientes muy suaves (<4%), baja densidad de drenaje y coberturas asociadas a agricultura costera y humedales, además de precipitaciones relativamente mayores (7,7–13,5 mm anuales). La combinación de litologías altamente permeables, pendientes suaves y mayor disponibilidad hídrica genera condiciones óptimas para la recarga natural del acuífero.

La distribución espacial del GWPI evidencia una fuerte correspondencia entre el potencial estimado y la configuración hidrogeológica del territorio, lo que demuestra que los niveles de favorabilidad representan adecuadamente los patrones de recarga y almacenamiento subterráneo. En consecuencia, la zonificación obtenida confirma que la integración de la ponderación de parámetros hidrogeológicos en el GWPI permite identificar de manera eficiente zonas con distinto nivel de potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco, validando así la **Hipótesis 2**.

5.2 Validación estadística de las hipótesis

En esta sección se presentan los resultados del análisis estadístico realizado para validar las hipótesis 1 y 3. Cabe señalar que la hipótesis 2, referida a la integración de parámetros hidrogeológicos en el índice de potencial de aguas subterráneas (GWPI), fue abordada en el ítem 5.1.2, mediante el análisis espacial del índice obtenido. Dicho análisis permitió generar una zonificación en cuatro niveles de potencial (muy bajo, bajo, moderado y alto), coherente con la configuración hidrogeológica de la cuenca, lo cual confirmó la validez de la Hipótesis 2.

5.2.1 Validación de la hipótesis 1

La Hipótesis 1 plantea que los parámetros hidrogeológicos considerados en esta investigación —litología, textura del suelo, pendiente, densidad de drenaje, precipitación y cobertura del suelo— son determinantes para la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.

Para validar esta hipótesis, se aplicó un enfoque estadístico mediante la prueba de Chi-cuadrado de independencia, con el objetivo de determinar si existe una asociación significativa entre la presencia de pozos y las clases de cada parámetro.

La validación se realizó tomando como base los Valores de las Clases de cada parámetro (clasificados del 1 al 10 según su favorabilidad hidrogeológica) y cruzándolos con la ubicación geográfica de los pozos. Se construyeron tablas de contingencia que incluyen la cantidad de celdas por clase, el número de pozos presentes en cada una y el cálculo de los valores esperados bajo una distribución aleatoria. El detalle de los resultados estadísticos se presenta en el Anexo 17. A partir de estos datos, se evaluó si la distribución de los pozos era significativamente diferente a lo que se esperaría por azar.

5.2.1.1 Caso aplicado: litología

En el caso del parámetro litología, en el área de estudio se identificaron seis clases con valores entre 5 y 10. El análisis mostró que la clase 9 concentra el 87.8 % de los pozos, a pesar de representar solo el 26.7 % del total de celdas del ráster, lo que sugiere una fuerte relación entre esta clase y la ocurrencia de aguas subterráneas.

Tabla 5.12*Litología y distribución de pozos*

Valor de la clase	Litología	Total de celdas	N° pozos
5	Granodiorita con xenolitos máficos, monzogranito; Granodiorita, tonalita; Grauwaca, andesita basáltica, arenisca cuarzosa, pizarra; Grauwacas, areniscas, pizarras; Granodiorita; Monzogabro, monzodiorita; Grabos	1 253 063	0
6	Arenisca amarillenta; Limolita diatomácea	440 335	5
7	Conglomerado fluvial grueso con matriz limoarenosa y sal compactada	7 092	0
8	Conglomerados polimícticos en una matriz areno conglomerádicos; Gravas, arenas y limos	805 033	1
9	Grava redondeada que eventualmente aflora	984 643	43
10	Cauce de río, conglomerado, grava y arena gruesa; Humedales	193 220	0
	Total	3 683 386	49

La prueba de Chi-cuadrado arrojó un valor $\chi^2 = 96,52$ con 5 grados de libertad, y un valor $p = 2,86 \times 10^{-19}$, lo cual indica una asociación estadísticamente significativa entre las clases de litología y la ubicación de los pozos ($p < 0,05$). Esto permite rechazar la hipótesis nula de independencia y confirmar que el parámetro litología tiene una influencia relevante en la ocurrencia de aguas subterráneas. Este procedimiento se replicó para los demás parámetros hidrogeológicos, cuyos resultados estadísticos se presentan en el Anexo 17.

5.2.1.2 Caso aplicado: pendiente

En el caso del parámetro pendiente, en el área de estudio se identificaron seis clases con valores entre 5 y 10, la clase 10 que representa una pendiente Plana a ligeramente inclinada (0-4%) abarca el 44,1 % del área de estudio, y contiene el 91,8 % de los pozos, lo que indicaría una fuerte relación entre esta clase y la ocurrencia de aguas subterráneas.

Tabla 5.13*Pendiente y distribución de pozos*

Valor de la clase	Pendiente (%)	Total de celdas	N° pozos
5	Extremadamente empinada (>75%); Muy empinada (50-75%)	6 076	0
6	Empinada (25-50%)	19 668	0
7	Moderadamente empinada (15-25%)	10 616	0
8	Fuertemente inclinada (8-15%)	8 729	0
9	Moderadamente inclinada (4-8%)	10 704	4
10	Plana a ligeramente inclinada (0-4%)	44 065	45
	Total	99 858	49

El análisis Chi-cuadrado aplicado al parámetro pendiente arrojó un valor de $\chi^2 = 47,70$ con 5 grados de libertad y un valor $p = 4,09 \times 10^{-9}$. Este valor p extremadamente bajo indica una asociación estadísticamente significativa entre las clases de pendiente y la distribución espacial de los pozos ($p < 0,05$). El detalle de los resultados estadísticos se presenta en el Anexo 17.

La mayoría de los pozos se concentran en zonas de pendiente baja (clase 10), lo cual concuerda con los fundamentos teóricos del comportamiento hidrogeológico: las áreas de pendiente suave favorecen la infiltración del agua y, por tanto, la recarga de acuíferos. En consecuencia, este resultado valida la inclusión del parámetro pendiente dentro del GWPI y respalda la Hipótesis 1, al evidenciarse su influencia directa en la ocurrencia de aguas subterráneas.

5.2.1.3 Caso aplicado: densidad de drenaje

En el parámetro densidad de drenaje, se identificaron nueve clases. La clase 5 (1,80 – 2,25 km/km²) concentra el mayor número de pozos (13), lo que representa el 26,5 % del total de pozos identificados en el área de estudio, mientras que otras clases con mayor o menor superficie presentan muy pocos o ningún pozo, lo cual sugiere una posible relación no aleatoria entre ciertas clases de drenaje y la presencia de aguas subterráneas.

Tabla 5.14

Densidad de drenaje y distribución de pozos

Valor de la clase	Densidad de drenaje (km/km ²)	Total de celdas	Nº pozos
1	3,60 – 4,07	93	5
2	3,15 – 3,60	408	10
3	2,70 – 3,15	564	4
4	2,25 – 2,70	781	5
5	1,80 – 2,25	1 267	13
6	1,35 – 1,80	2 308	11
7	0,90 – 1,35	3 629	1
8	0,45 – 0,90	3 014	0
9	0,00 – 0,45	575	0
Total		12 639	49

El análisis Chi-cuadrado aplicado al parámetro densidad de drenaje arrojó un valor de $\chi^2 = 147,13$ con 8 grados de libertad y un valor $p = 7,77 \times 10^{-28}$. Este valor p extremadamente bajo indica una asociación estadísticamente significativa entre las clases de densidad de drenaje y la

distribución de los pozos ($p < 0,05$). El detalle de los resultados estadísticos se presenta en el Anexo 17.

Del análisis, se observa que los pozos tienden a concentrarse en áreas con densidad de drenaje baja a media (clases 5, 6 y 2), lo cual coincide con la teoría hidrogeológica, según la cual menores densidades de drenaje favorecen la infiltración, al existir menor escorrentía superficial. Esto respalda la inclusión de este parámetro en el GWPI y valida la Hipótesis 1 en lo que respecta a la influencia de la densidad de drenaje sobre la ocurrencia de aguas subterráneas.

5.2.1.4 Caso aplicado: textura de suelo

En el análisis del parámetro textura de suelo, se identificaron tres clases principales: franco arcillo arenosa, franco arenosa y areno franco. La clase franco arenosa concentra el 73,9 % de las celdas y también agrupa el 79,6 % de los pozos, lo que sugiere una distribución proporcional. Sin embargo, otras clases como areno franco, con una menor representación espacial (19,4 %), también concentran una proporción significativa de pozos (20,4 %), mientras que la clase franco arcillo arenosa, que abarca el 6,7 % del área, no presenta pozos registrados.

Tabla 5.15

Textura de suelo y distribución de pozos

Valor de la clase	Textura de suelo	Total de celdas	Nº pozos
5	Franco arcillo arenosa	247 201	0
7	Franco arenosa	2 723 327	39
9	Areno franco	715 170	10
	Total	3 685 698	49

El análisis Chi-cuadrado aplicado al parámetro textura de suelo arrojó un valor de $\chi^2 = 3,53$ con 2 grados de libertad y un valor $p = 0,171$. Dado que el valor p es mayor al umbral de significancia ($p > 0,05$), no se puede rechazar la hipótesis nula de independencia. Esto indica que no se observó una asociación estadísticamente significativa entre las clases de textura y la distribución espacial de los pozos. El detalle de los resultados estadísticos se presenta en el Anexo 17.

No obstante, se mantuvo el parámetro en el modelo del GWPI debido a su influencia hidrogeológica comprobada en la infiltración y recarga de acuíferos, así como a su inclusión en

estudios similares. Además, la textura de suelo tiene un rol complementario al de otros parámetros como la litología, pendiente, densidad de drenaje y cobertura de suelo, contribuyendo a una evaluación más integral del potencial de aguas subterráneas.

5.2.1.5 Caso aplicado: precipitación

En el caso del parámetro precipitación, se identificaron cuatro clases dentro del rango de 0 a 13,5 mm anuales. Las clases intermedias (3,8–11,5 mm) representan aproximadamente el 84,4 % del total de celdas y concentran la mayor parte de los pozos (81,6 %). Por otro lado, la clase de menor precipitación (0–3,8 mm) no contiene pozos, lo cual podría indicar cierta influencia del nivel de precipitación en la presencia de aguas subterráneas. Sin embargo, para determinar si esta relación es estadísticamente significativa, se procedió a aplicar la prueba de Chi-cuadrado. El detalle de los resultados estadísticos se presenta en el Anexo 17.

Tabla 5.16

Precipitación y distribución de pozos

Valor de la clase	Precipitación (mm anuales)	Total de celdas	Nº pozos
1	0,0 – 3,8	134 689	0
2	3,8 – 7,7	2 689 378	19
3	7,7 – 11,5	2 418 166	21
4	11,5 – 13,5	807 400	9
Total		6 049 633	49

El análisis Chi-cuadrado arrojó un valor de $\chi^2 = 2,47$ con 3 grados de libertad y un valor $p = 0,48$, lo que indica que no se puede rechazar la hipótesis nula de independencia. En consecuencia, no se evidenció una asociación estadísticamente significativa entre las clases de precipitación y la distribución espacial de los pozos ($p > 0,05$).

Sin embargo, este resultado no invalida la inclusión de la precipitación en el GWPI, ya que su influencia sobre las aguas subterráneas puede ser indirecta o acumulativa, especialmente en relación con la recarga natural y la interacción con otros factores como la litología o la cobertura del suelo. Además, la precipitación ha sido considerada en numerosos estudios como un parámetro relevante en la evaluación del potencial hídrico subterráneo.

Por estas razones, se mantuvo la precipitación dentro del modelo, asignándole una ponderación significativa según su influencia teórica e hidrológica, aunque su correlación espacial puntual con los pozos no resultara estadísticamente significativa. Este hallazgo también refuerza la necesidad de un enfoque multivariable como el propuesto en el GWPI, donde la combinación ponderada de parámetros permite una evaluación más integral del potencial de aguas subterráneas.

5.2.1.6 Caso aplicado: cobertura de suelo

En cuanto al parámetro cobertura de suelo, se identificaron cinco clases. La clase agricultura costera y andina representa el 30,4 % del área total y contiene el 87,8 % de los pozos registrados, lo cual sugiere una relación clara entre este tipo de uso del suelo y la ocurrencia de aguas subterráneas. En contraste, otras clases como desierto costero, que ocupa superficies más amplias, presentan una cantidad mínima o nula de pozos. Este comportamiento desigual motivó la aplicación de la prueba de Chi-cuadrado para verificar si dicha relación es significativa.

Tabla 5.17

Cobertura de suelo y distribución de pozos

Valor de la clase	Cobertura de suelo	Total de celdas	Nº pozos
1	Área urbana	26 057	2
2	Desierto costero	2 274 811	4
4	Cardonal	69 901	0
7	Agricultura costera y andina	1 120 383	43
8	Humedal costero y cuerpos de agua	192 234	0
	Total	3 683 386	49

El análisis Chi-cuadrado aplicado al parámetro cobertura de suelo arrojó un valor de $\chi^2 = 87,13$ con 4 grados de libertad y un valor $p = 5,37 \times 10^{-18}$. Este valor p extremadamente bajo indica una asociación estadísticamente significativa entre las clases de cobertura y la distribución espacial de los pozos ($p < 0,05$). El detalle de los resultados estadísticos se presenta en el Anexo 17.

En particular, la mayoría de los pozos se ubican en zonas de agricultura costera y andina (clase 7), lo que es coherente con la lógica de aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo en áreas de uso agrícola. Por otro lado, coberturas naturales como cardonales y humedales no muestran presencia de pozos, lo que refuerza la validez del modelo. Este resultado respalda la

inclusión de la cobertura de suelo dentro del GWPI y fortalece la Hipótesis 1, al evidenciarse su influencia en la ocurrencia de aguas subterráneas.

5.2.1.7 Resumen de los parámetros

En resumen, los resultados del análisis estadístico permiten validar parcialmente la Hipótesis 1, al comprobarse que cuatro de los seis parámetros hidrogeológicos analizados (litología, pendiente, densidad de drenaje y cobertura de suelo) presentan una asociación estadísticamente significativa con la distribución espacial de los pozos en la cuenca baja del río Pisco.

Aunque los parámetros textura de suelo y precipitación no mostraron resultados estadísticamente significativos, se mantuvieron en el modelo GWPI debido a su influencia teórica comprobada sobre el comportamiento hidrogeológico y su uso habitual en estudios similares. Esta validación parcial refuerza la pertinencia del enfoque multivariable adoptado, en el cual la combinación ponderada de múltiples parámetros permite identificar de forma más integral las zonas con mayor potencial de aguas subterráneas.

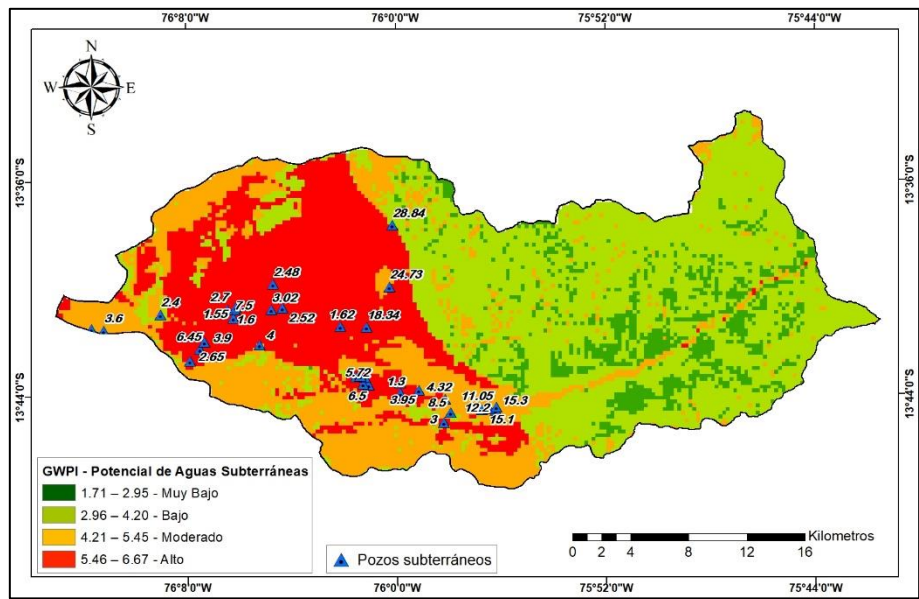
5.2.2 Validación de la hipótesis 3

Con el propósito de validar la precisión del índice de potencial de agua subterránea (GWPI), se realizó un análisis de correlación entre los valores del índice calculados en las ubicaciones de 33 pozos georreferenciados y sus respectivos niveles freáticos (nivel estático) registrados por la Autoridad Nacional del Agua. Estos 33 pozos corresponden al subconjunto de los 49 identificados previamente, que cuentan con información disponible sobre el nivel freático. Ver inventario de pozos de la Autoridad Nacional del Agua en los Anexo 19 y 20.

Este análisis tuvo como finalidad evaluar si existe una relación estadísticamente significativa entre el potencial estimado mediante el índice y los datos observados en campo, en el marco de la Hipótesis 3.

Figura 5-8

Potencial de agua subterránea y pozos en la cuenca baja del río Pisco



Dado que los datos del GWPI y del nivel freático no necesariamente presentan una relación lineal ni una distribución normal, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ). Esta prueba no paramétrica permite identificar si existe una tendencia general entre ambas variables, evaluando si, en términos generales, al aumentar el valor del GWPI también tiende a disminuir el nivel freático, sin necesidad de que esa relación sea estrictamente proporcional.

Los datos utilizados se presentan en la Tabla 5.18, donde se muestran los valores del GWPI extraídos en la ubicación de cada pozo, junto con su correspondiente nivel freático.

Tabla 5.18

Relación entre el GWPI y el nivel freático en pozos

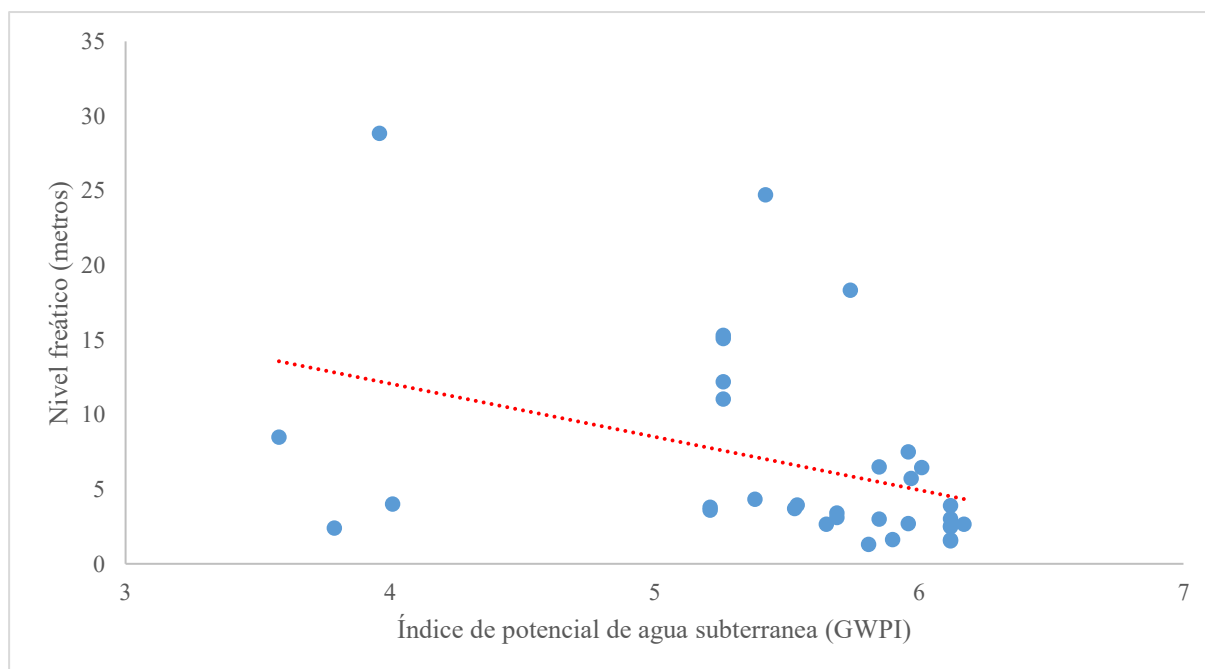
N° pozo	Nombre	Código Pozo (asignado)	Potencial (GWPI)		Nivel freático (metros)
1	Pozo Comunal Fortaleza	P1	3,58	Bajo	8,5
2	Semapa San Clemente	P2	3,79	Bajo	2,4
3	Daniel Ortíz Huamán	P3	3,96	Bajo	28,84
4	Pecuaría Pisco S.A.	P4	4,01	Bajo	4
5	Centro Poblado Fundo Figueroa	P5	5,21	Moderado	3,6
6	Enrique Cabrera Rocha	P6	5,21	Moderado	3,8
7	Jorge Luis García Pasos	P7	5,26	Moderado	11,05
8	EMA PISCO S.A	P8	5,26	Moderado	12,2

N° pozo	Nombre	Código Pozo (asignado)	Potencial (GWPI)		Nivel freático (metros)
9	Hacienda La Floresta	P9	5,26	Moderado	15,1
10	Hacienda La Floresta	P10	5,26	Moderado	15,3
11	Centro Poblado El Palmar	P11	5,38	Moderado	4,32
12	Fortunato Rivera Ramirez	P12	5,42	Moderado	24,73
13	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P13	5,53	Alto	3,7
14	Angel Bellido Aparicio	P14	5,54	Alto	3,95
15	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P15	5,65	Alto	2,65
16	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P16	5,69	Alto	3,1
17	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P17	5,69	Alto	3,4
18	Semapa Independencia	P18	5,74	Alto	18,34
19	Centro Poblado El Pilar	P19	5,81	Alto	1,3
20	Centro Poblado Bernalés	P20	5,85	Alto	3
21	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P21	5,85	Alto	6,5
22	San Juan de Condor (INIA)	P22	5,9	Alto	1,62
23	Ferrero Acosta	P23	5,96	Alto	2,7
24	Ex Hacienda Cavero	P24	5,96	Alto	7,5
25	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P25	5,97	Alto	5,72
26	Victor Cabezas Palomino	P26	6,01	Alto	6,45
27	AGRIPSA	P27	6,12	Alto	1,55
28	Pablo Cassinelli Uriategui	P28	6,12	Alto	1,6
29	José Montoya Arias	P29	6,12	Alto	2,48
30	Agrícola Don Fermín S.A.C.	P30	6,12	Alto	2,52
31	Ex. Hacienda Mensia	P31	6,12	Alto	3,02
32	Orlando Samalvidas Díaz	P32	6,12	Alto	3,9
33	Villa Tupac Amaru	P33	6,17	Alto	2,65

Adicionalmente, se elaboró un gráfico de dispersión (Figura 5.9) que muestra visualmente la relación entre el índice de potencial de agua subterránea o GWPI (eje X) y el nivel freático en metros (eje Y), con el fin de facilitar la interpretación de la tendencia general.

Figura 5-9

Relación entre el índice de potencial de agua subterránea (GWPI) y el nivel freático en pozos de la cuenca baja del río Pisco



Nota. El gráfico incluye una línea de tendencia lineal que evidencia una relación inversa entre el índice de potencial de agua subterránea (GWPI) y el nivel freático. A medida que el valor del GWPI aumenta, el nivel freático tiende a ser más superficial, lo cual respalda la validez del índice.

El análisis estadístico arrojó un coeficiente de Spearman de $\rho = -0,486$, con un valor de $p = 0,0042$ (menor a $\alpha = 0,05$). Estos resultados indican una correlación inversa moderada y estadísticamente significativa entre el GWPI y el nivel freático. En otras palabras, a medida que el GWPI aumenta (mayor potencial de agua subterránea), se observa que el nivel freático tiende a ser más superficial, lo que resulta coherente con la teoría hidrogeológica que sustenta el modelo. El detalle del cálculo del coeficiente de Spearman se presenta en el Anexo 18.

Estos resultados permiten afirmar que el índice de potencial de agua subterránea (GWPI) refleja con precisión las condiciones hidrogeológicas del área de estudio, validando su utilidad como herramienta de zonificación de potencial hídrico subterráneo. En consecuencia, se confirma la Hipótesis 3, al demostrarse que la validación con datos reales de campo permite establecer un grado de precisión adecuado en la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.

6. DISCUSIÓN

Tabla 6.1

Parámetros clave en estudios sobre la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas

Investigación / Autor	Parámetros utilizados	Parámetros Priorizados
“Mapping of groundwater potential zones in the Musi basin using remote sensing data and GIS” (Ganapuram et al., 2009, p.1)	Topografía, densidad de drenaje, litología, geología estructural, geomorfología, hidrología, uso y cobertura del suelo, hidrogeomorfología.	Litología, geología estructural, hidrología.
“Delineation of Groundwater Potential Zones in Arid Region of India—A Remote Sensing and GIS Approach” (Mukherjee et al., 2012, p.1)	Topografía, densidad de drenaje, litología, geomorfología, uso y cobertura del suelo, densidad de lineamientos, textura del suelo, precipitación.	Litología, geomorfología, densidad de lineamientos y densidad de drenaje.
“Mapping of groundwater prospective zones using remote sensing and GIS techniques: A case study from the Central Eastern Desert, Egypt” (Abdalla, F., 2012, p.1)	Pendiente, litología, densidad de lineamientos, topografía, redes de drenaje.	Redes de drenaje, densidad de lineamientos y topografía.
“A knowledge-driven GIS modeling technique for groundwater potential mapping at the Upper Langat Basin, Malaysia” (Manap, M., 2011, p.1).	Densidad de lineamientos, geomorfología, litología, suelo, uso y cobertura del suelo, densidad de drenaje, pendiente, precipitación.	Densidad de lineamientos, litología, precipitación y geomorfología.
“Application of probabilistic-based frequency ratio model in groundwater potential mapping using remote sensing data and GIS” (Manap, M., 2012, p.1)	Elevación, pendiente, densidad de lineamientos, geología, suelo, curvatura, densidad de ríos, uso y cobertura del suelo.	Elevación, pendiente, densidad de lineamientos, geología y suelo.

Investigación / Autor	Parámetros utilizados	Parámetros Priorizados
“Integrated Approach for Groundwater Exploration in Wadi Araba Using Remote Sensing and GIS” (El-Naqa et al., 2009, p.1)	Litología, densidad de drenaje, densidad de lineamientos, elevación.	Litología, densidad de lineamientos y densidad de drenaje.
“Geospatial technology for delineating groundwater potential zones in Doddahalla watershed of Chitradurga district, India” (Ibrahim-Bathis et al., 2016)	Uso y cobertura del suelo, textura del suelo, precipitación, pendiente, densidad de drenaje, densidad de lineamientos, geomorfología.	Uso y cobertura del suelo, precipitación, densidad de lineamientos y geomorfología.
“Application of remote-sensing data to groundwater exploration: A case study of the Cross River State, SE Nigeria” (Edet et al., 1998)	Densidad y frecuencia de lineamientos, densidad y frecuencia de drenaje, litología, características hidrogeológicas.	Densidad de lineamientos y densidad de drenaje.
“Groundwater investigation of Wadi Araba area, Eastern Desert of Egypt, using Landsat imagery” (El-Shazly et al., 1983)	Litología, densidad de lineamientos, densidad de drenaje, dominios kársticos, cobertura y uso del suelo.	Litología, densidad de lineamientos y dominios kársticos.
“Use of remote sensing and GIS to determine recharge potential zones: The case of Occidental Lebanon” (Shaban et al., 2005)	Densidad de lineamientos, densidad de drenaje, litología, dominios kársticos y cobertura / uso del suelo.	Litología, densidad de lineamientos, dominios kársticos, densidad de drenaje y cobertura / uso del suelo.

La Tabla 6.1 sintetiza una variedad de factores geológicos, geomorfológicos e hidrológicos que pueden indicar la presencia de zonas con potencial de aguas subterráneas. Sin embargo, para el presente estudio se priorizaron seis parámetros: litología, pendiente, densidad de drenaje, textura del suelo, precipitación y cobertura del suelo. Estos factores fueron seleccionados por su reconocida influencia en los procesos de infiltración, almacenamiento y flujo subterráneo del agua. La ponderación se realizó mediante el método análisis jerárquico, obteniéndose los

siguientes pesos normalizados: litología (0.3308), pendiente (0.2195), densidad de drenaje (0.1582), textura de suelo (0.1201), precipitación (0.1079) y cobertura del suelo (0.0636).

La litología, con el mayor peso (33 %), se considera el parámetro más influyente en la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas, en concordancia con lo reportado por Ganapuram et al. (2009), Mukherjee et al. (2012), El-Shazly et al. (1983) y Shaban et al. (2005), quienes identificaron la litología como el factor determinante para la acumulación y flujo del agua debido a la influencia de la porosidad primaria y secundaria de las formaciones geológicas. Estos autores también destacan la relación entre la litología, la densidad de lineamientos y la presencia de dominios kársticos, factores que controlan la capacidad de infiltración y recarga en formaciones permeables y fracturadas, lo que reafirma su papel dominante en el comportamiento hidrogeológico.

La pendiente, con un peso de 22 %, constituye el segundo factor más relevante. Este resultado concuerda con los planteamientos de Mukherjee et al. (2012), Manap et al. (2012) e Ibrahim-Bathis et al. (2016), quienes sostienen que las zonas con pendientes bajas favorecen la infiltración y la recarga de los acuíferos, mientras que las pendientes elevadas incrementan la escorrentía superficial, reduciendo la posibilidad de infiltración. Este comportamiento confirma que el relieve del terreno desempeña un papel fundamental en la distribución espacial de las zonas de recarga.

La densidad de drenaje ocupa el tercer lugar en importancia (16 %) y se asocia directamente con la permeabilidad del terreno. Este resultado coincide con los estudios de Edet et al. (1998), Manap et al. (2011) y El-Naqa et al. (2009), quienes demostraron que una baja densidad de drenaje está relacionada con materiales más permeables y, por tanto, con una mayor infiltración y recarga de agua subterránea. En cambio, las áreas con alta densidad de drenaje se asocian con formaciones compactas o impermeables, donde predomina la escorrentía superficial.

La textura del suelo, con un peso de 12 %, también influye de manera significativa en la infiltración, lo cual se corresponde con lo reportado por Manap et al. (2012) e Ibrahim-Bathis et al. (2016). Estos autores destacan que los suelos arenosos son favorables para la recarga debido a su alta permeabilidad y capacidad de infiltración, mientras que los suelos arcillosos, al ser menos permeables, limitan considerablemente el flujo del agua hacia el subsuelo. Este

parámetro resulta clave para la identificación de áreas con condiciones edáficas adecuadas para la recarga natural.

Por su parte, la precipitación, con un peso del 11 %, representa el insumo principal del proceso hidrológico y la fuente primaria de recarga de los acuíferos. Su importancia ha sido ampliamente reconocida por Abdalla (2012), Mukherjee et al. (2012) y Manap et al. (2011), quienes enfatizan que la cantidad y distribución espacial de las lluvias determinan la tasa de recarga natural del agua subterránea. De esta forma, las áreas con mayores niveles de precipitación suelen coincidir con zonas de alto potencial de recarga.

Finalmente, la cobertura y uso del suelo (6 %) también ejerce un efecto relevante sobre la dinámica hídrica. De acuerdo con Mukherjee et al. (2012), Manap et al. (2012) e Ibrahim-Bathis et al. (2016), la naturaleza de los materiales superficiales y el tipo de cobertura condicionan la infiltración, la escorrentía y la evapotranspiración, afectando el volumen, el tiempo y la distribución de la recarga subterránea. En consecuencia, las áreas cubiertas por vegetación o con uso agrícola presentan una mayor capacidad de infiltración en comparación con superficies urbanas o erosionadas.

Cabe señalar que la mayoría de los estudios analizados se desarrollaron en regiones áridas y semiáridas de Asia y África, donde la disponibilidad del recurso hídrico es un tema prioritario. La experiencia en dichas investigaciones refuerza la validez de los resultados obtenidos en el presente estudio, especialmente considerando la similitud de condiciones fisiográficas y climáticas. Así, la integración de técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) se confirma como una herramienta eficaz para el mapeo de zonas con potencial de aguas subterráneas, tal como se demuestra en la Tabla 6.1 y en la representación cartográfica desarrollada en esta investigación.

En este contexto comparativo, los resultados obtenidos en el presente estudio muestran una alta coherencia con las tendencias reportadas en la literatura internacional. En particular, el predominio del parámetro litología (33 %) como el factor más influyente en la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas coincide con lo propuesto por Shaban et al. (2005), quienes le asignaron un peso de 26 % en su modelo de recarga, equivalente al valor más alto junto con la densidad de lineamientos. De igual modo, Mukherjee et al. (2012) ubicaron la litología como el parámetro principal en su modelo integrado de teledetección y SIG,

reforzando su papel determinante en la recarga subterránea. Asimismo, la pendiente (22 %) y la densidad de drenaje (16 %) presentan una jerarquía similar a la observada por Edet et al. (1998) y Manap et al. (2011), quienes destacaron la fuerte relación de estos factores con la permeabilidad del terreno y la capacidad de infiltración. Finalmente, los valores intermedios asignados a la textura del suelo (12 %) y precipitación (11 %), así como el menor peso relativo de la cobertura del suelo (6 %), se encuentran dentro de los rangos reportados en estudios regionales de Asia y África, lo que evidencia la coherencia de los resultados obtenidos en esta investigación con los estudios previos realizados en contextos similares. Esta correspondencia respalda la validez de la ponderación adoptada y refuerza la utilidad del enfoque propuesto para la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo del presente trabajo de investigación ha permitido obtener las siguientes conclusiones:

- La investigación demostró que la integración de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG), permite identificar eficientemente zonas con potencial de aguas subterráneas en entornos áridos como la cuenca baja del río Pisco.
- Se confirmó que parámetros como litología, pendiente, densidad de drenaje, textura de suelo, precipitación y cobertura del suelo influyen significativamente en la ocurrencia de aguas subterráneas. La validación estadística mediante prueba de Chi-cuadrado indicó que litología, pendiente, densidad de drenaje y cobertura del suelo presentaron una relación significativa con la distribución de pozos.
- Se comprobó que el índice de potencial de aguas subterráneas (GWPI), construido a partir de la integración de la ponderación de parámetros hidrogeológicos, permitió zonificar la cuenca baja del río Pisco en cuatro categorías de potencial (muy bajo, bajo, moderado y alto). La distribución obtenida mostró coherencia con las condiciones hidrogeológicas locales, validando la Hipótesis 2 y confirmando la utilidad del GWPI como herramienta para la identificación de zonas con distinto nivel de potencial de aguas subterráneas.
- Se validó el índice de potencial de aguas subterráneas (GWPI) con información de nivel freático de 33 pozos mediante el coeficiente de Spearman, obteniéndose una correlación negativa moderada ($\rho = -0,486$) y estadísticamente significativa ($p = 0,0042$). Se comprobó que el índice reproduce con coherencia las condiciones hidrogeológicas del área de estudio y se confirmó que permite establecer un grado de precisión adecuado en la identificación de zonas con potencial de aguas subterráneas en la cuenca baja del río Pisco.
- La investigación aporta en la definición y fundamentación técnica de los niveles y rangos del índice GWPI para la cuenca baja del río Pisco, integrando parámetros hidrogeológicos ponderados (litología, pendiente, drenaje, textura, precipitación y

cobertura) en un modelo espacial consistente. La clasificación en cuatro niveles (muy bajo, bajo, moderado y alto) responde a las características reales del territorio, evitando sobre-segmentaciones y permitiendo distinguir de manera clara los contrastes hidrogeológicos de la cuenca. Los rangos asignados a cada nivel fueron establecidos mediante el método de intervalos iguales (Equal Interval), técnica adecuada para índices derivados de suma ponderada de variables normalizadas, pues mantiene proporcionalidad entre clases, evita sesgos y facilita una interpretación homogénea del comportamiento del acuífero. Este aporte proporciona una base robusta y replicable para la planificación hídrica, la priorización de zonas de prospección y la gestión integrada del recurso subterráneo.

Asimismo, se ha considerado las siguientes recomendaciones:

- Aplicar el modelo en otras cuencas áridas del país, ajustando los parámetros locales para mejorar la gestión de recursos hídricos subterráneos.
- Utilizar los resultados del GWPI como herramienta base para priorizar estudios hidrogeofísicos y perforación de pozos exploratorios, reduciendo costos y optimizando recursos en la fase de prospección.
- Actualizar periódicamente la base de datos de pozos en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua, para fortalecer los procesos de validación de futuros modelos.
- Complementar el GWPI con información socioeconómica y de demanda hídrica, para integrarlo en planes de gestión hídrica local o regional.
- Promover investigaciones complementarias que integren técnicas geofísicas (como el georradar o tomografía eléctrica) a fin de validar el modelo en zonas específicas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdalla, F. (2012). Mapping of groundwater prospective zones using remote sensing and GIS techniques: A case study from the Central Eastern Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 70:8–17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2012.05.003>

Agencia Andina. (2014, enero 9). Perú tiene la segunda mayor reserva de agua en América del Sur. Andina. <https://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=492074>

Ahmed, S. A., & Ibrahim-Bathis, K. (2016). Geospatial technology for delineating groundwater potential zones in Doddahalla watershed of Chitradurga district, India. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.*, 19(2), 223–234. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.06.002>

El-Naqa, Hammouri, N., Ibrahim, K., & El-Taj, M. (2009). Integrated Approach for Groundwater Exploration in Wadi Araba Using Remote Sensing and GIS. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 3(3).

https://www.researchgate.net/publication/262639344_Integrated_Approach_for_Groundwater_Exploration_in_Wadi_Araba_Using_Remote_Sensing_and_GIS

Anbazhagan, S., Ramasamy, S. M., & Das Gupta, S. (2005). Remote Sensing and GIS for Artificial Recharge Study, Runoff Estimation and Planning in Ayyar Basin, Tamil Nadu, India. *Environmental Geology*, 48, 158–170. <https://doi.org/10.1007/s00254-005-1284-4>

Autoridad Nacional del Agua. (2006). Estudio hidrogeológico del acuífero de Pisco. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/estudio_hidrogeologico_pisco_0_0_3.pdf

Autoridad Nacional del Agua – ANA. (2018). SNIRH – Consulta IDE. Recuperado de <https://snirh.ana.gob.pe/ConsultaIDE/Index.aspx?ID=8>

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2020). Evaluación de recursos hídricos subterráneos del Perú. Lima, Perú: ANA.

Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004>

Burgos, V. H. (2012). Evaluación de ASTER GDEM y SRTM-C/X para modelación hidráulica de la rotura de presa El Carrizal, Mendoza. En IFRH 2012, Ezeiza, B.A.

Castillo, O. G. (2012). Aplicación espectral y topológica en el procesamiento de imágenes satelitales [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales]. Universidad Nacional de Colombia.

Chowdhury, A., Jha, M. K., & Chowdary, V. M. (2009). Integrated remote sensing and GIS-based approach for delineating groundwater potential zones in West Medinipur district, West Bengal, India. *International Journal of Remote Sensing*, 30(1), 231–250. <https://doi.org/10.1080/01431160802270131>

Chuvieco, E. (2008). Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio. Ariel Ciencia.

Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V., & Böhner, J. (2015). System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4. *Geoscientific Model Development*, 8(7), 1991–2007. <https://doi.org/10.5194/gmd-8-1991-2015>

Custodio, E., & Llamas, M. R. (1996). Hidrología subterránea. Ediciones Omega.

Edet, A. E., Okereke, C. S., Teme, S. C., & Esu, E. O. (1998). Application of remote sensing data groundwater exploration: A case study of the Cross River State, Southeastern Nigeria. *Hydrogeology Journal*, 6, 394–404. <https://link.springer.com/article/10.1007/s100400050162>

El-Shazly, E. M., El-Raikaiby, N. M., & El-Kassas, I. A. (1983). Groundwater investigation of Wadi Araba area, eastern desert of Egypt, using landsat imagery. *Proceedings of the 17th Symposium on Remote Sensing of the Environment, Michigan*, 9(13), 003–1013.

Esri. (s.f.). Introduction to raster data. En ArcGIS Pro Documentation. Recuperado de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/data/imagery/introduction-to-raster-data.htm>

Esri. (s.f.). How Line Density works. En ArcGIS Desktop Documentation. Recuperado de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/how-line-density-works.htm>

FAO. (s.f.). Physical properties of the soil. In Lecture notes on the major soils of the world (Cap. 4). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <https://www.fao.org/4/ac172e/ac172e04.htm>

Ganapuram, S., Vijaya Kumar, G. T., Murali Krishna, I. V., Kahya, E., & Demirel, M. C. (2009). Mapping of groundwater potential zones in the Musi basin using remote sensing data and GIS. *Advances in Engineering Software*, 40(7), 506–518. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2008.10.001>

Felícísimo, A. M. (1994). Modelos Digitales del Terreno. Oviedo: Pentalfa.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (6.^a ed.). México D.F.: McGraw-Hill.

ISRIC – World Soil Information. (s.f.). SoilGrids. Recuperado de <https://soilgrids.org/>

Ji, L., & Peters, A. J. (2003). Assessing vegetation response to drought in the northern Great Plains using vegetation and drought indices. *Remote Sensing of Environment*, 87(1), 85–98. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00174-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00174-3)

Labrador, M., Évora, J. A., & Arbelo, M. (2012). Satélites de teledetección para la gestión del territorio. Gobierno de Canarias.

Lee, S., Manap, M. A., Nampak, H., Pradhan, B., Ramli, M. F., & Sulaiman, W. N. A. (2012). Application of probabilistic-based frequency ratio model in groundwater potential mapping using remote sensing data and GIS. *Arab J. Geosci.*, 7(2), 711–724. <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-012-0795-z>

Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation* (5th ed.). John Wiley.

Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation* (7th ed.). Wiley.

López, J., Fornés, J., Ramos, G., & Villarroja, F. (2009). *Las aguas subterráneas: Un recurso natural del subsuelo* (4.^a ed.). CSIC-IGME / Fundación Marcelino Botín. <http://hdl.handle.net/10261/273542>

Manap, M. A., Ramli, M. F., Sulaiman, W. N., Surip, N., & Pradhan, B. (2011). A knowledge-driven GIS modeling technique for groundwater potential mapping at the Upper Langat Basin, Malaysia. *Arab J. Geosci.*, 6(5), 1621–1637. <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-011-0469-2>

Manap, M. A., Nampak, H., Pradhan, B., Lee, S., Sulaiman, W. N. A., & Ramli, M. F. (2012). Application of probabilistic-based frequency ratio model in groundwater potential mapping using remote sensing data and GIS. *Arabian Journal of Geosciences*, 7, 711–724. <https://doi.org/10.1007/s12517-012-0795-z>

McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425–1432. <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>

Mendoza Nolorbe, J. N., & Rojas Acuña, J. (2009). *Exploración de aguas subterráneas en la región Lambayeque – Perú usando imágenes Landsat y Aster* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Ministerio de Agricultura – INRENA. (2003). *Evaluación y Ordenamiento de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Pisco – HIDROLOGÍA*. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4388>

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019). *Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú*. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-nacional-ecosistemas-peru>

Mukherjee, P., Mukherjee, S., & Singh, C. K. (2012). Delineation of groundwater potential zones in arid region of India—A remote sensing and GIS approach. *Water Resources Management*, 26(9), 2643–2672. <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0038-9>

Olaya Ferrero, V. (2012). *Sistemas de Información Geográfica*. <https://www.bubok.es/libros/191920/sistemas-de-informacion-geografica>

Ordoñez, J. (2011). *Aguas subterráneas – Acuíferos*. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneas.pdf

Perú. (2015, 12 de mayo). Decreto Supremo N.º 006-2015-MINAGRI: Decreto Supremo que aprueba la Política y Estrategia Nacional de los Recursos Hídricos. Ministerio de Agricultura y Riego. <https://www.midagri.gob.pe/portal/decreto-supremo/ds-2015/12601-decreto-supremo-n-006-2015-minagri>

Perú. (2022, 16 de febrero). Decreto Supremo N.º 005-2022-MIDAGRI: Aprueban el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor. Diario Oficial El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/normas-legales/2979424-0005-2022-midagri>

RADARSAT International. (1996). *Manual de Geología*. Canadá.

Razandi, Y., Pourghasemi, H. R., Neisani, N. S., & Rahmati, O. (2015). Application of analytical hierarchy process, frequency ratio, and certainty factor models for groundwater potential mapping using GIS. *Earth Science Informatics*, 8(4), 867–883. <https://doi.org/10.1007/s12145-015-0220-8>

Richards, J. A., & Jia, X. (2006). *Remote sensing digital image analysis: An introduction* (4th ed.). Springer.

Roa Melgarejo, O., Ariza, A., Ramírez, H. M., & León, H. (2018). Comparison of ATCOR Atmospheric and ELM Linear Empirical Correction Models Applied to WorldView-2 Images. *TECCIENCIA*, 13(25), 29–38. <https://doi.org/10.18180/tecciencia.2018.25.4>

Saaty, T. L. (2008). *Decision Making with the Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh, PA: RWS Publications.

Saraf, A. K., & Choudhury, P. R. (1998). Integrated remote sensing and GIS for groundwater exploration and identification of artificial recharge sites. *Int. J. Remote Sens.*, 19(10), 1825–1841.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2016). Generación de datos grillados de precipitación diaria (PISCO Pd 1981–2015) y su utilidad para la estimación de umbrales de precipitaciones máximas. Dirección de Hidrología, SENAMHI.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2020). Mapa climático del Perú. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>

Shaban, A., Khawlie, M., & Abdallah, C. (2005). Use of remote sensing and GIS to determine recharge potential zones: The case of Occidental Lebanon. *Hydrogeology Journal*, 14(4), 433–443. <https://doi.org/10.1007/s10040-005-0437-6>

Shen, Y., Oki, T., Utsumi, N., Kanae, S., & Hanasaki, N. (2008). Projection of future world water resources under SRES scenarios: Water withdrawal. *Hydrol. Sci.*, 53(1), 11–33. <https://doi.org/10.1623/hysj.53.1.11>

Short, N. M. (1997). *The remote sensing tutorial*. NASA/Goddard Space Flight Center.

Spearman, C. (1904). The proof and measurement of association between two things. *American Journal of Psychology*, 15(1), 72–101. <https://doi.org/10.2307/1412159>

Sreedhar, A., Nagaraju, A., Thejaswi, A., & Dash, K. (2009). Groundwater quality around Tummalapalle area, Cuddapah District, Andhra Pradesh, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 149(1–4), 1–14. DOI:10.1007/s13201-017-0564-y

Srivastava, P. K., & Bhattacharya, A. K. (2006). Groundwater assessment through an integrated approach using remote sensing, GIS and resistivity techniques: A case study from a hard rock terrain. *International Journal of Remote Sensing*, 27(20), 4599–4620. <https://doi.org/10.1080/01431160600554983>

Tamayo y Tamayo, M. (2001). *El proceso de la investigación científica* (4^a ed.). Editorial Limusa.

Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2), 127–150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)

University of Queensland. (s.f.). Spatial dimensions. Marine Remote Sensing Toolkit. <https://sees-rsrc.science.uq.edu.au/rstoolkit/en/html/marine/help/spatial-dimensions.html>

U.S. Geological Survey. (n.d.). Groundwater: Wells. U.S. Department of the Interior. <https://water.usgs.gov/gotita/earthgwwells.html>

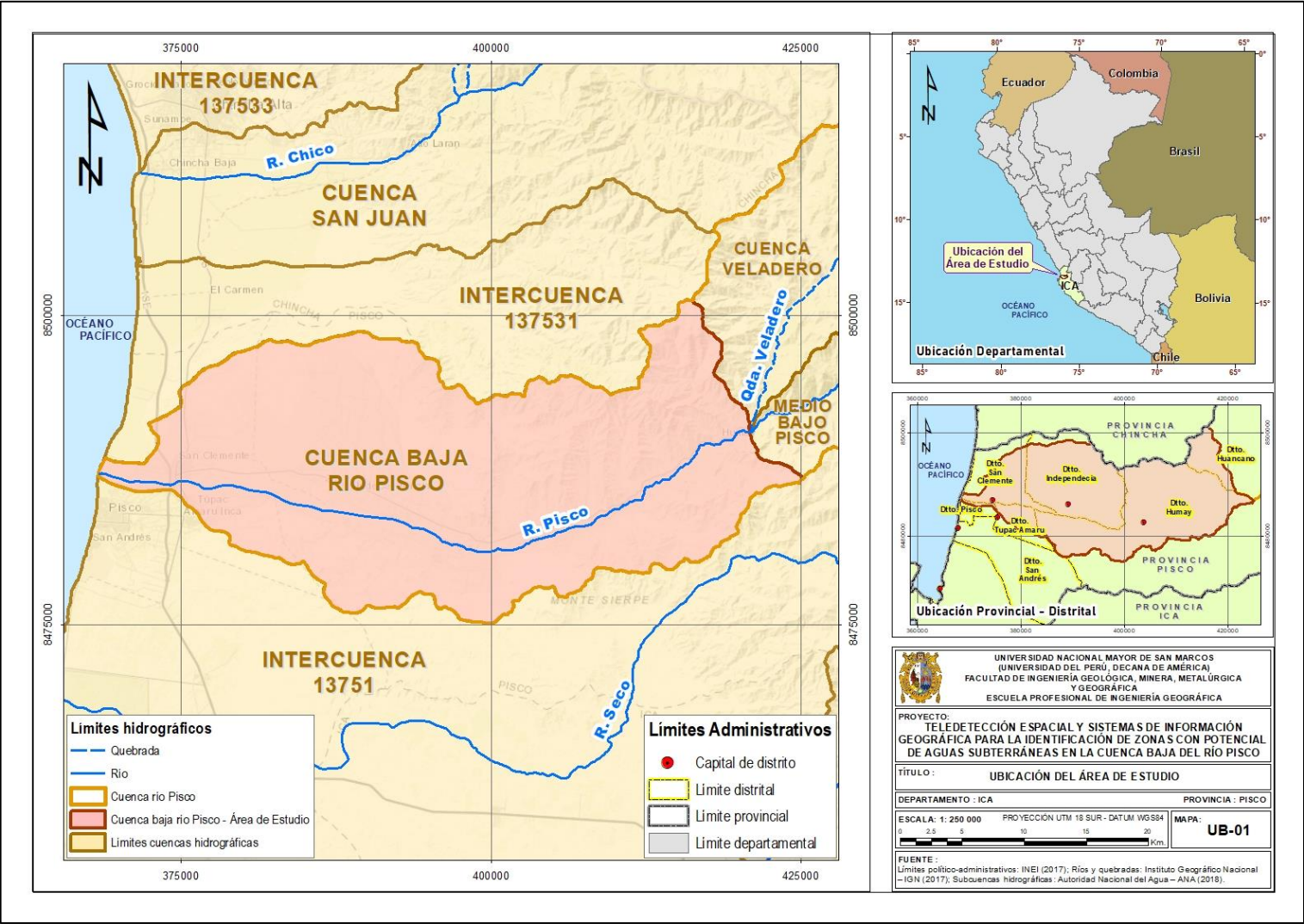
United States Department of Agriculture (USDA), Natural Resources Conservation Service (NRCS). (2017). Soil texture triangle. In *Soil Survey Manual* (Chapter 3: Examination and Description of Soil Profiles, Figure 3–17). U.S. Department of Agriculture, Handbook 18. Recuperado de <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/SSM-ch3.pdf>

Wang, L., & Liu, H. (2006). An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(2), 193–213. <https://doi.org/10.1080/13658810500433453>

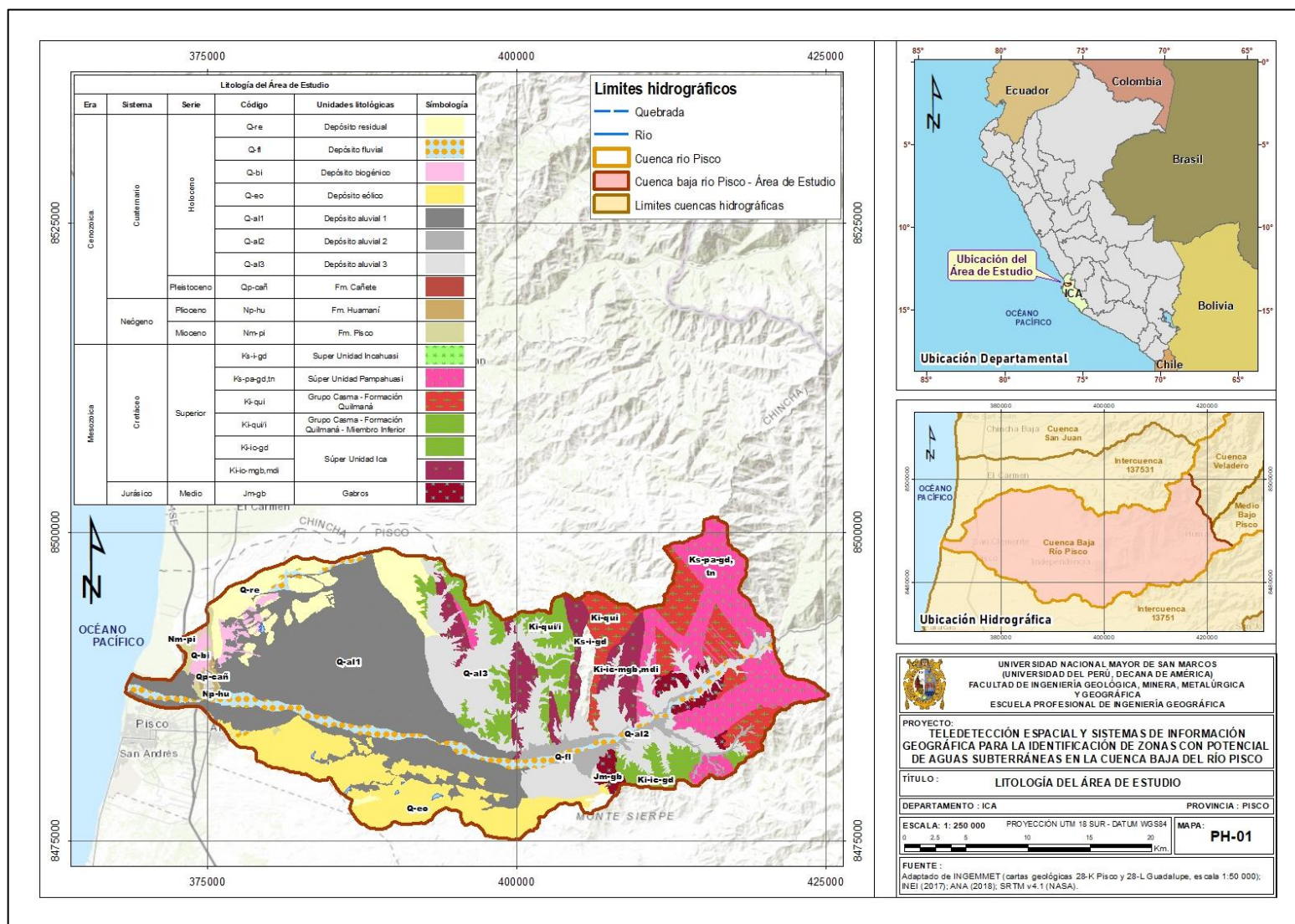
Zar, J. H. (2010). *Biostatistical analysis* (5th ed.). Pearson Education.

ANEXOS

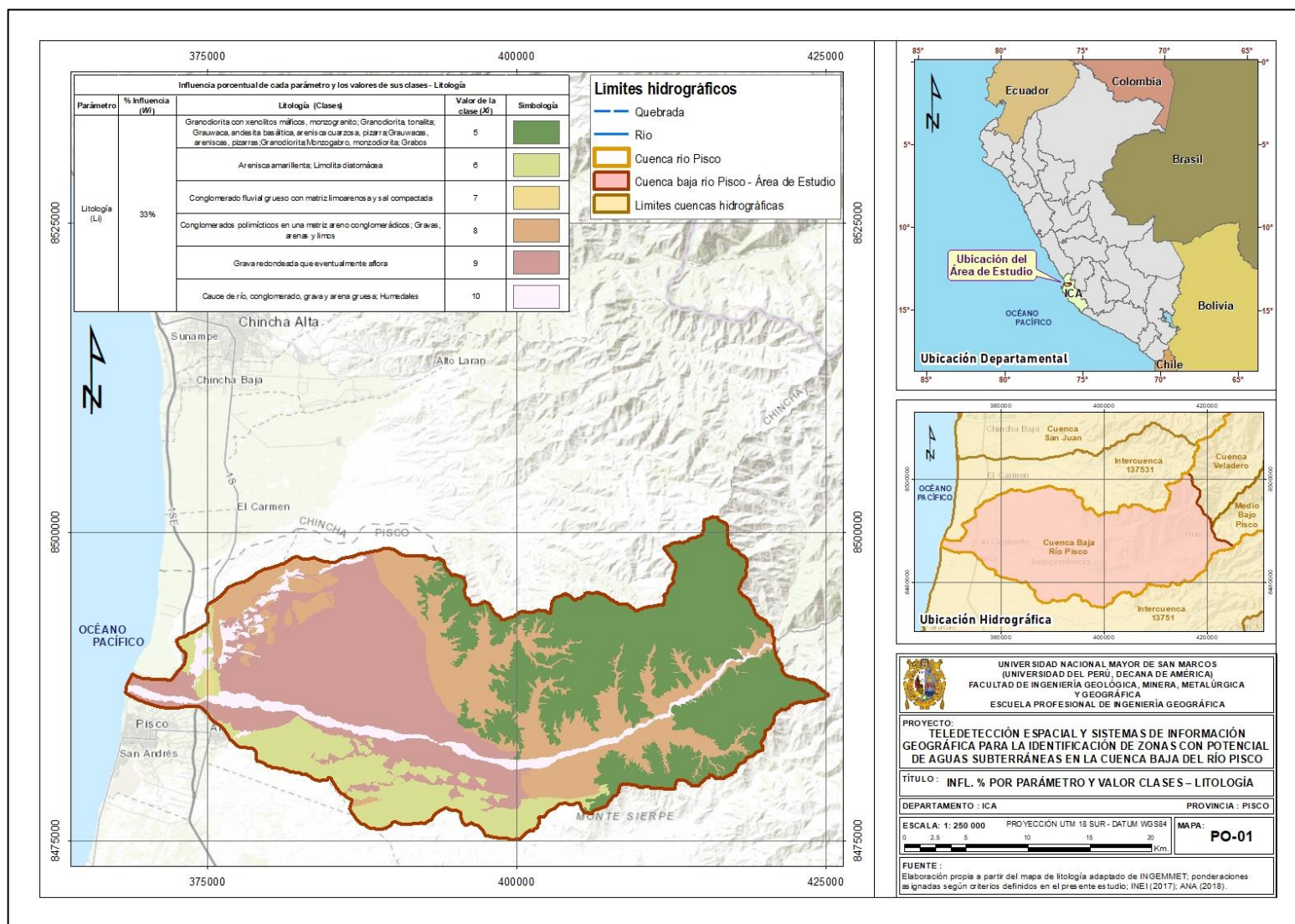
Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio



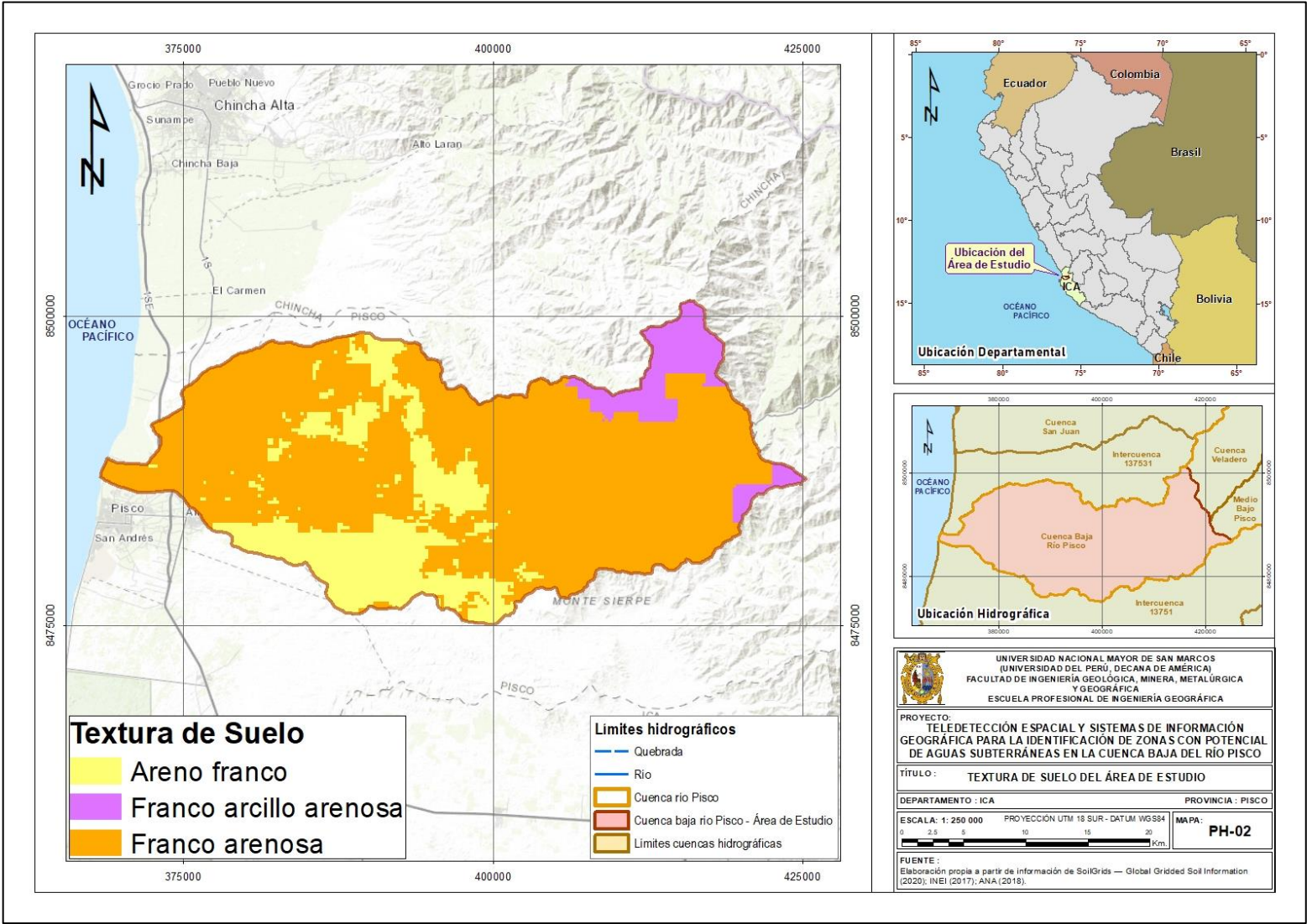
Anexo 2. Mapa de litología del área de estudio



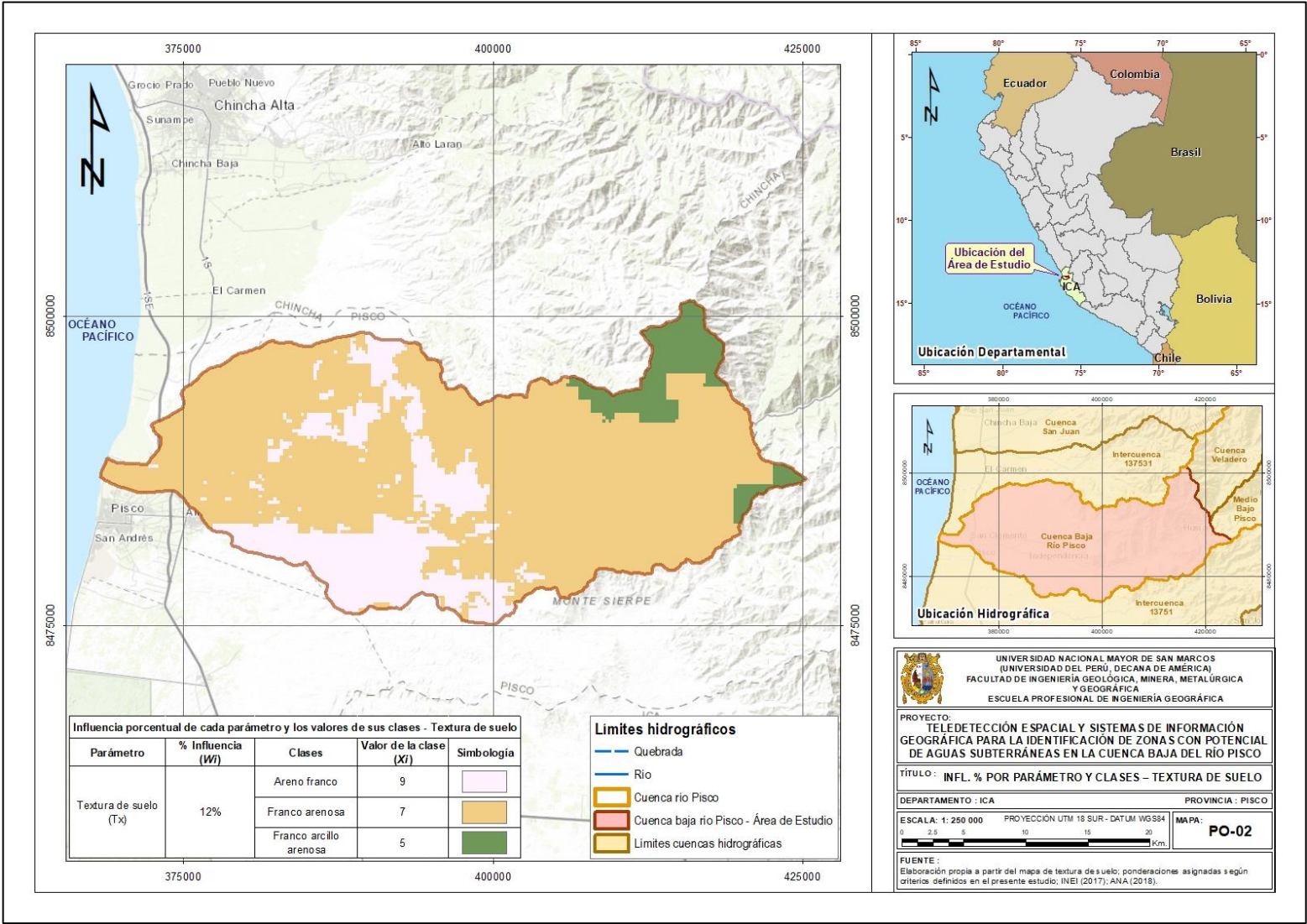
Anexo 3. Mapa de influencia % por parámetro y valor clases – litología



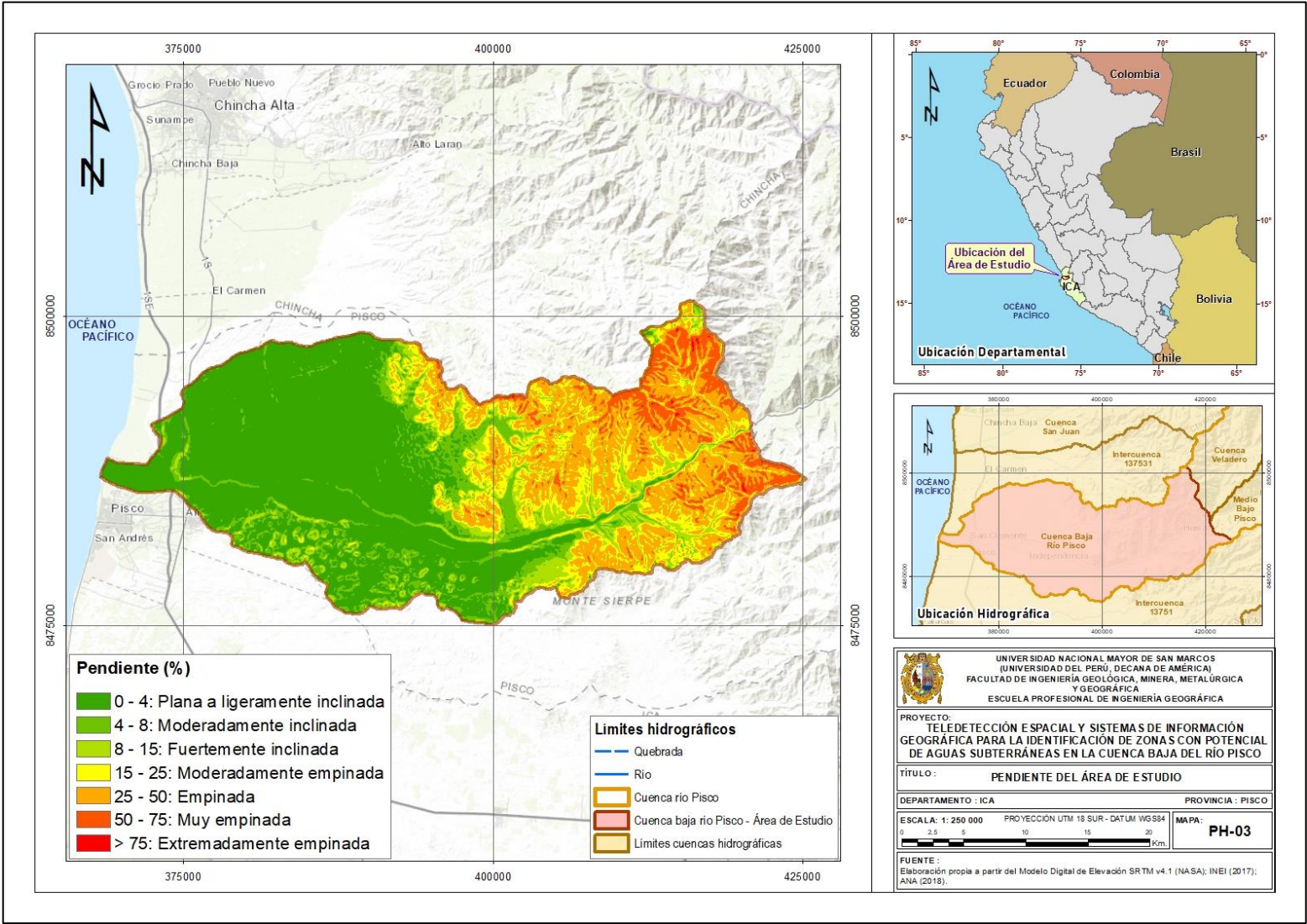
Anexo 4. Mapa de textura de suelo del área de estudio



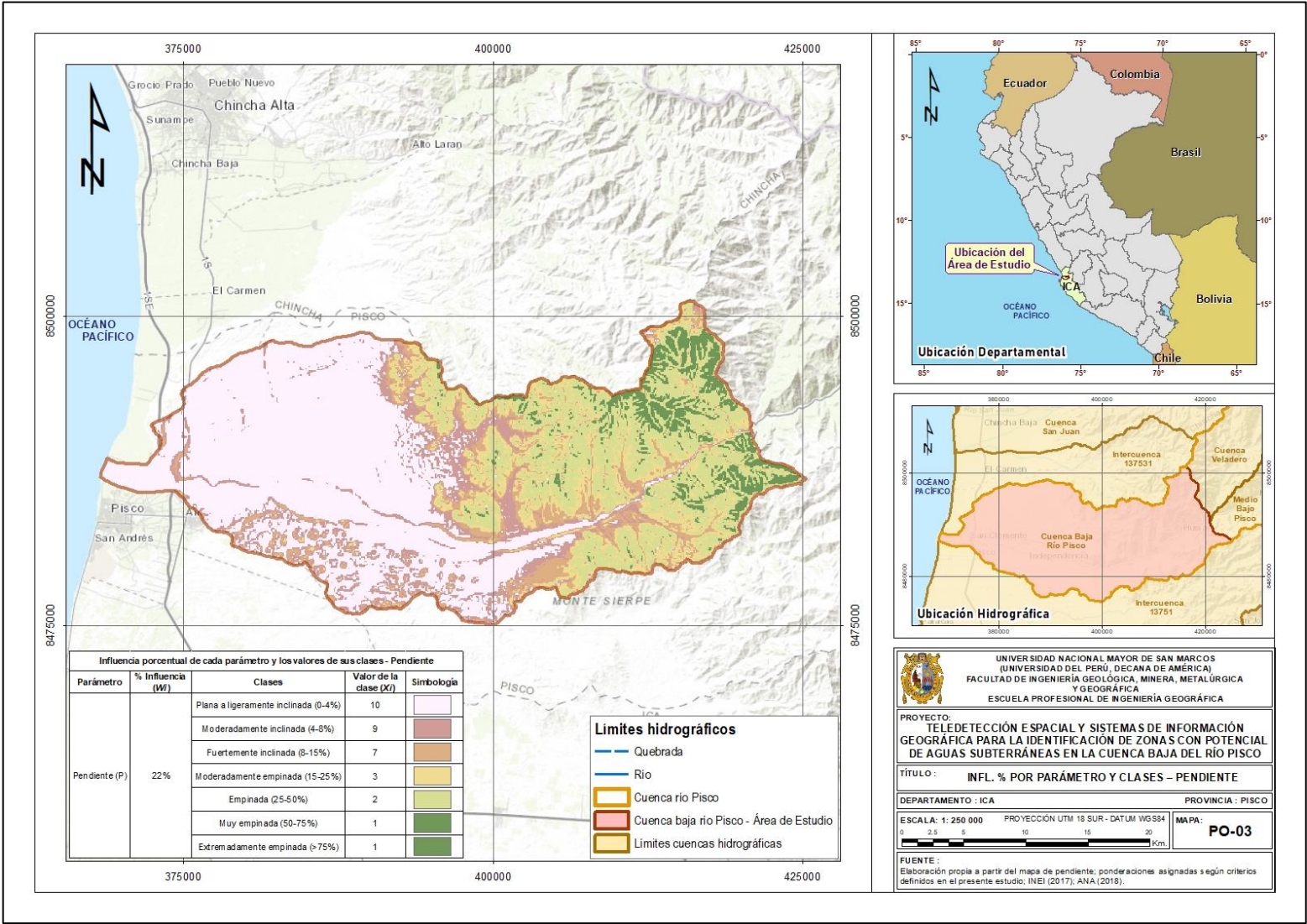
Anexo 5. Mapa de influencia % por parámetro y valor clases – textura de suelo



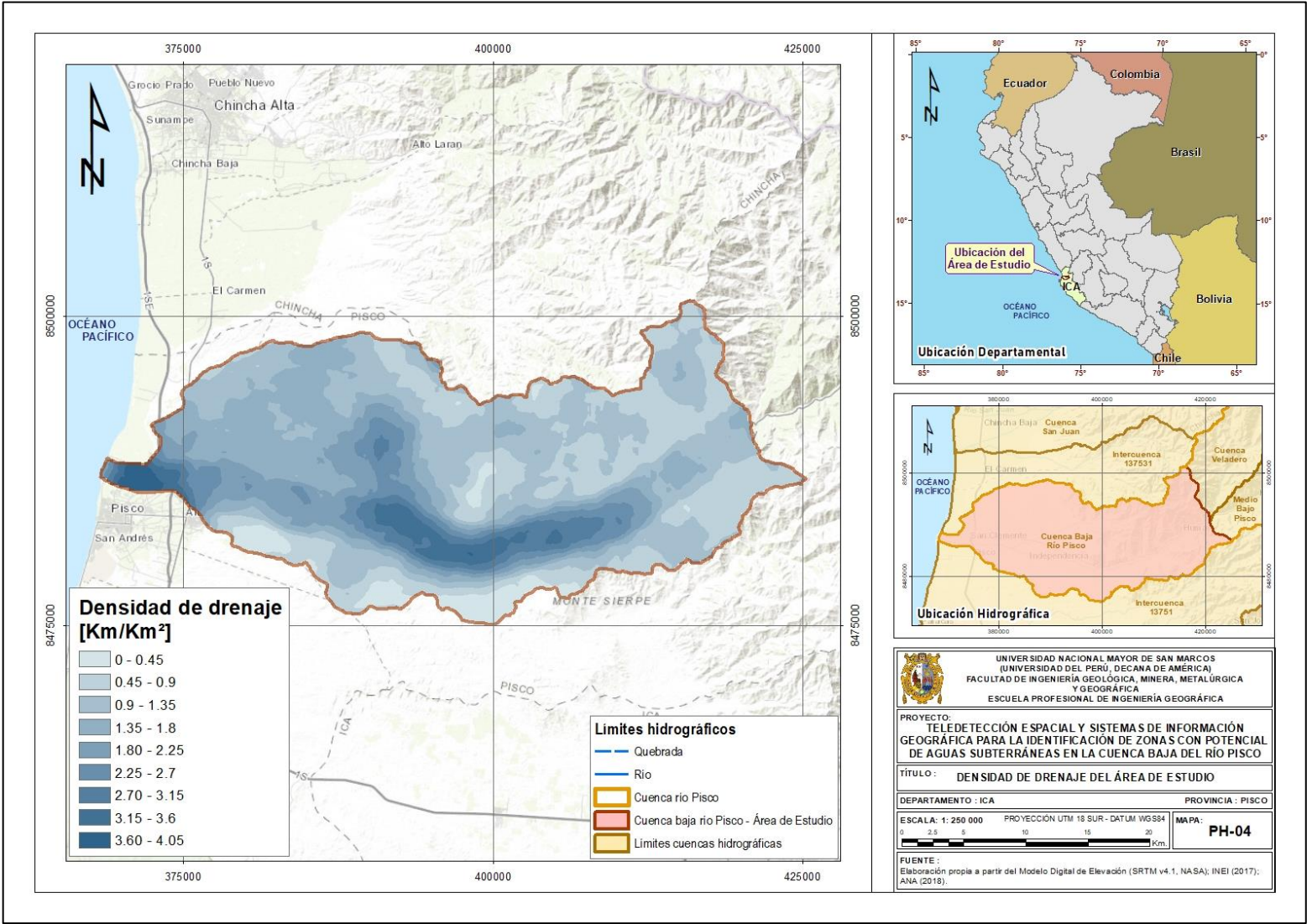
Anexo 6. Mapa de pendiente del área de estudio



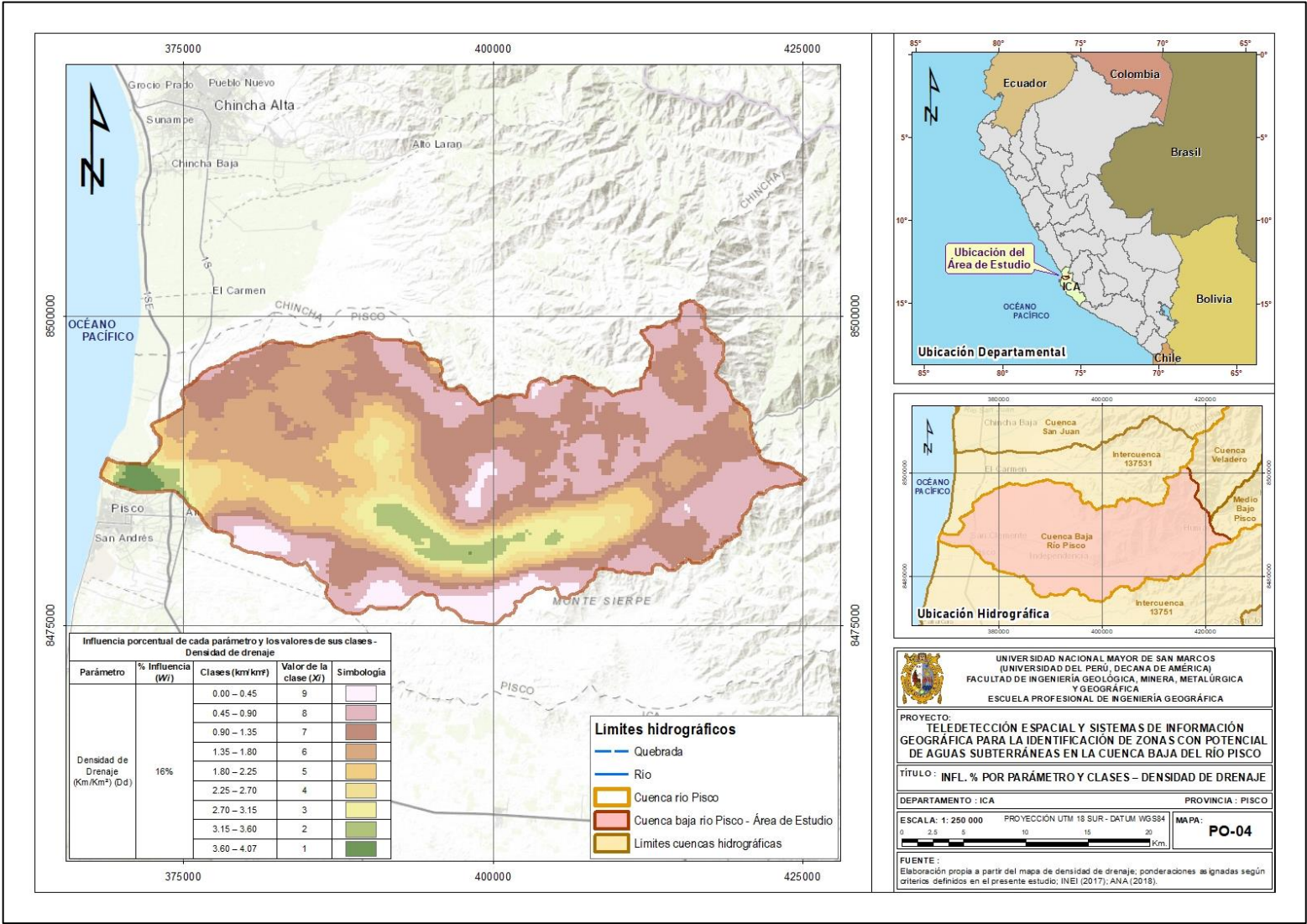
Anexo 7. Mapa de influencia % por parámetro y valor clases – pendiente



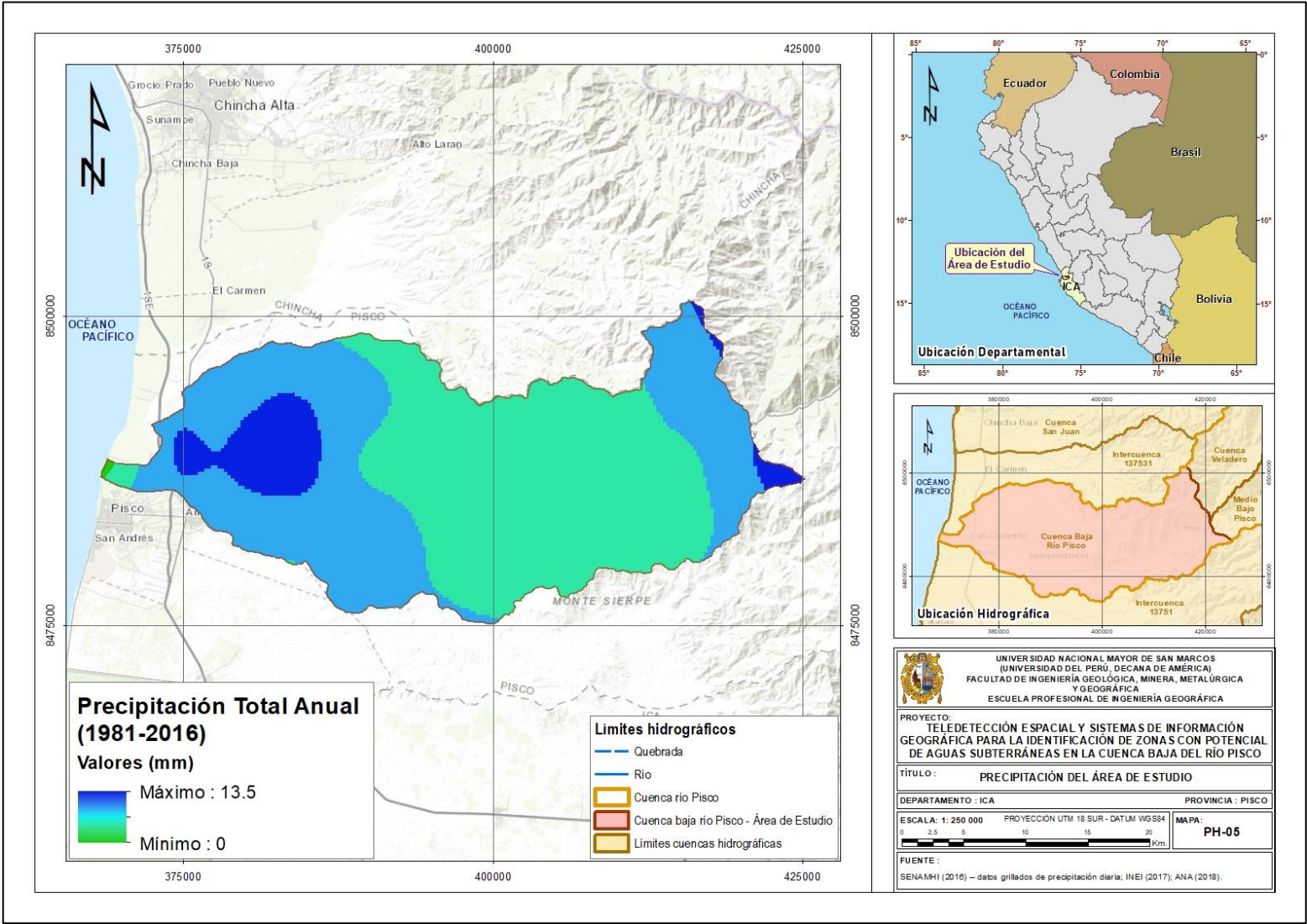
Anexo 8. Mapa de densidad de drenaje



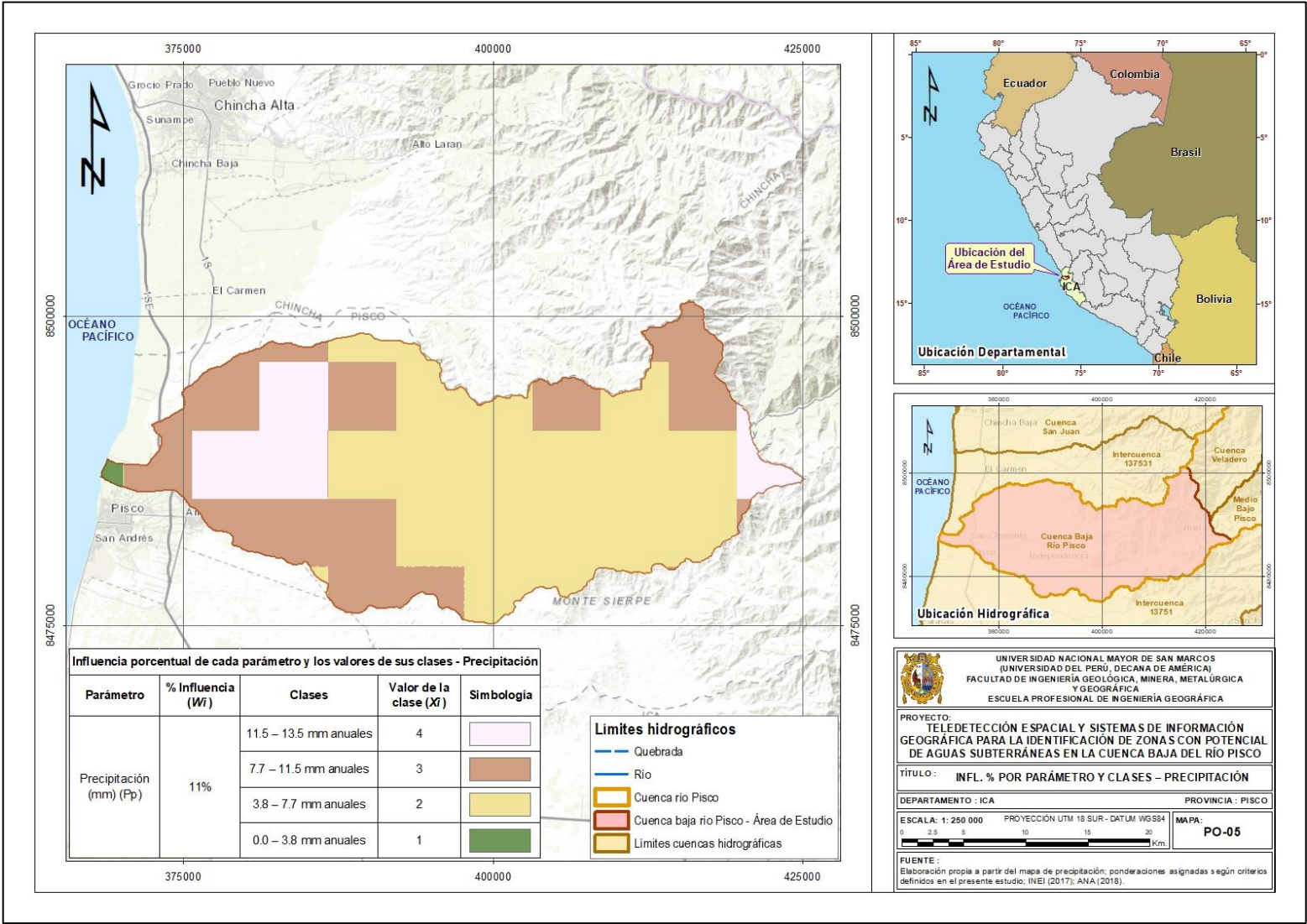
Anexo 9. Mapa de Influencia % por parámetro y valor clases – densidad de drenaje



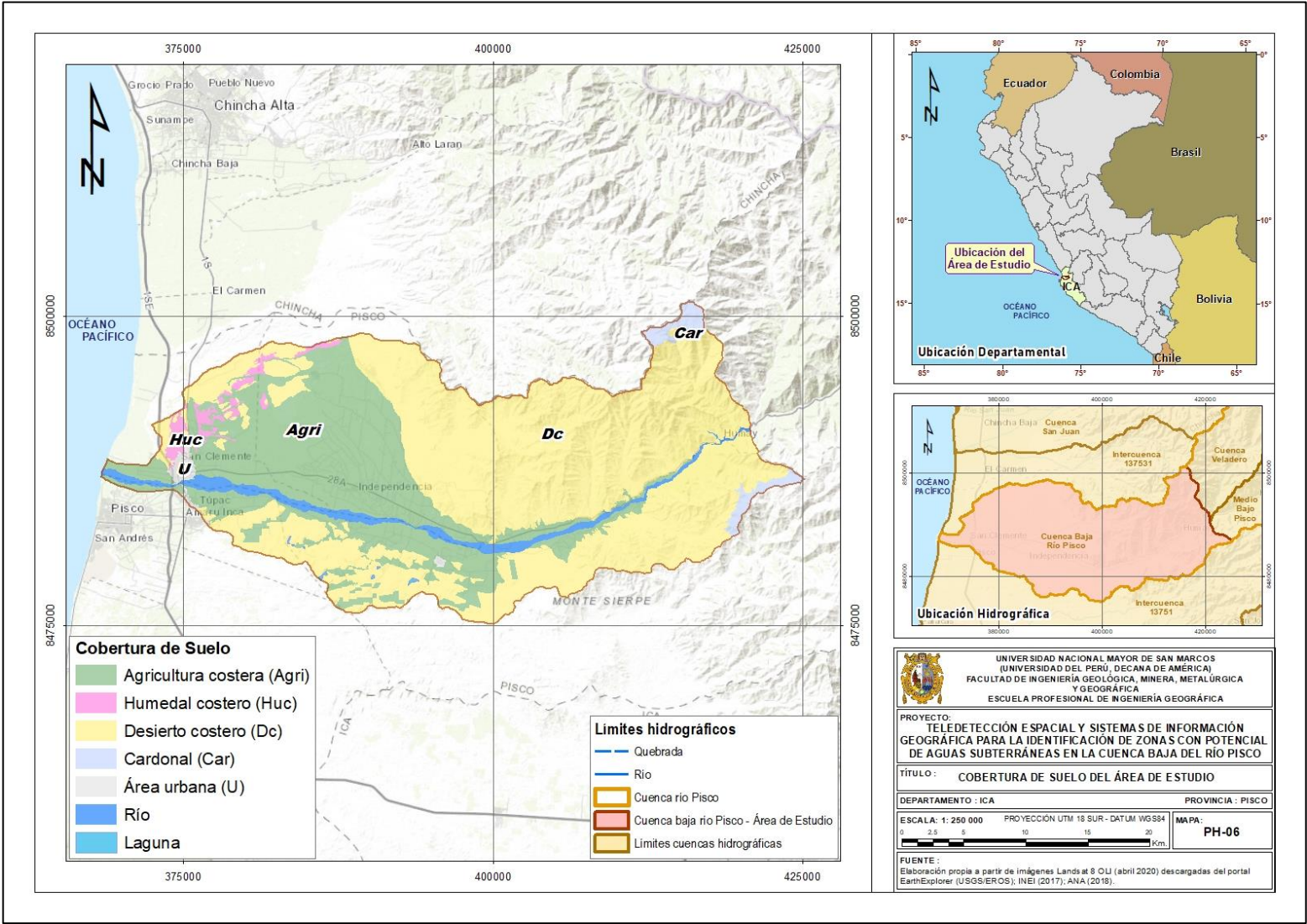
Anexo 10. Mapa de precipitación



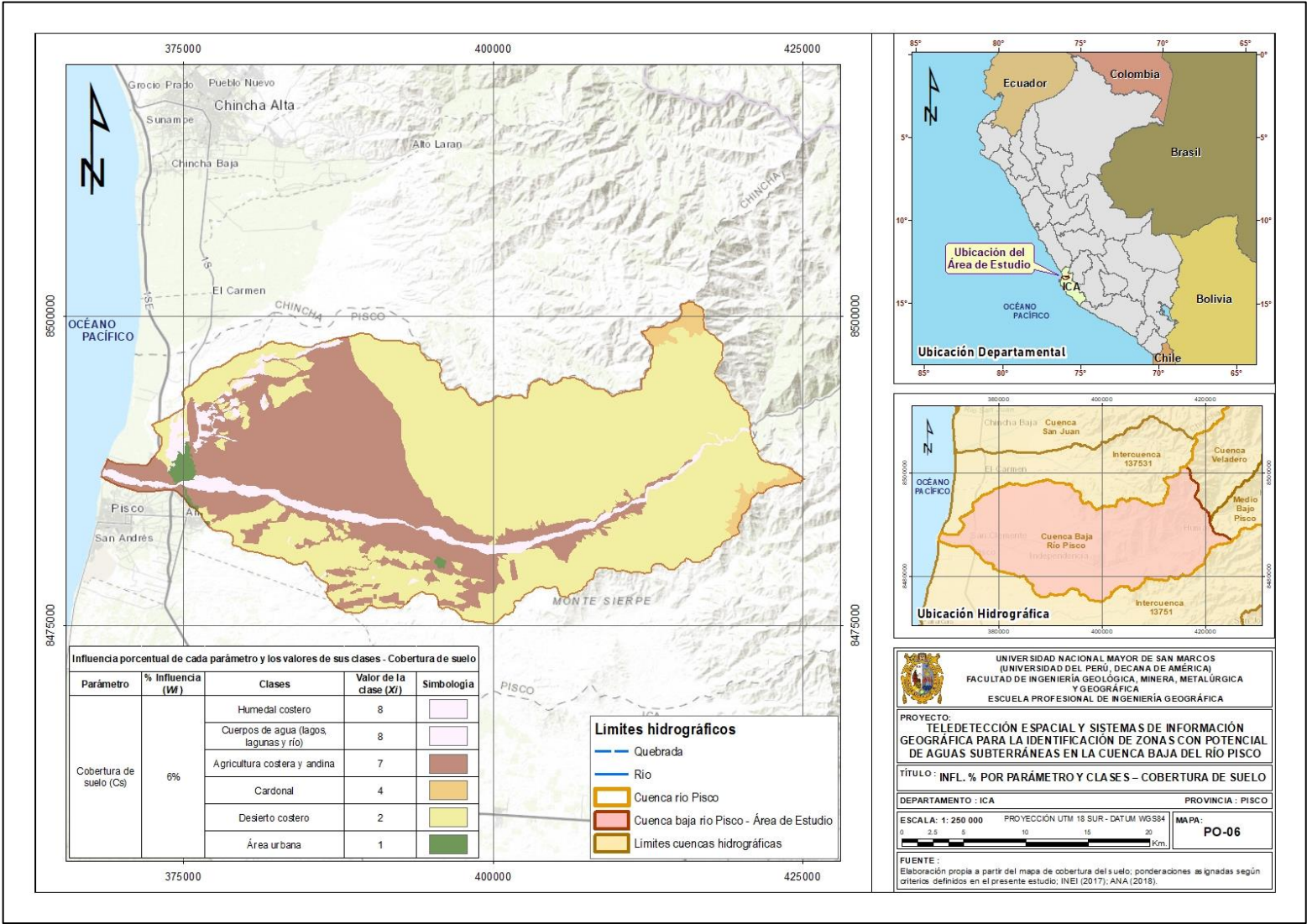
Anexo 11. Mapa de Influencia % por parámetro y valor clases – precipitación



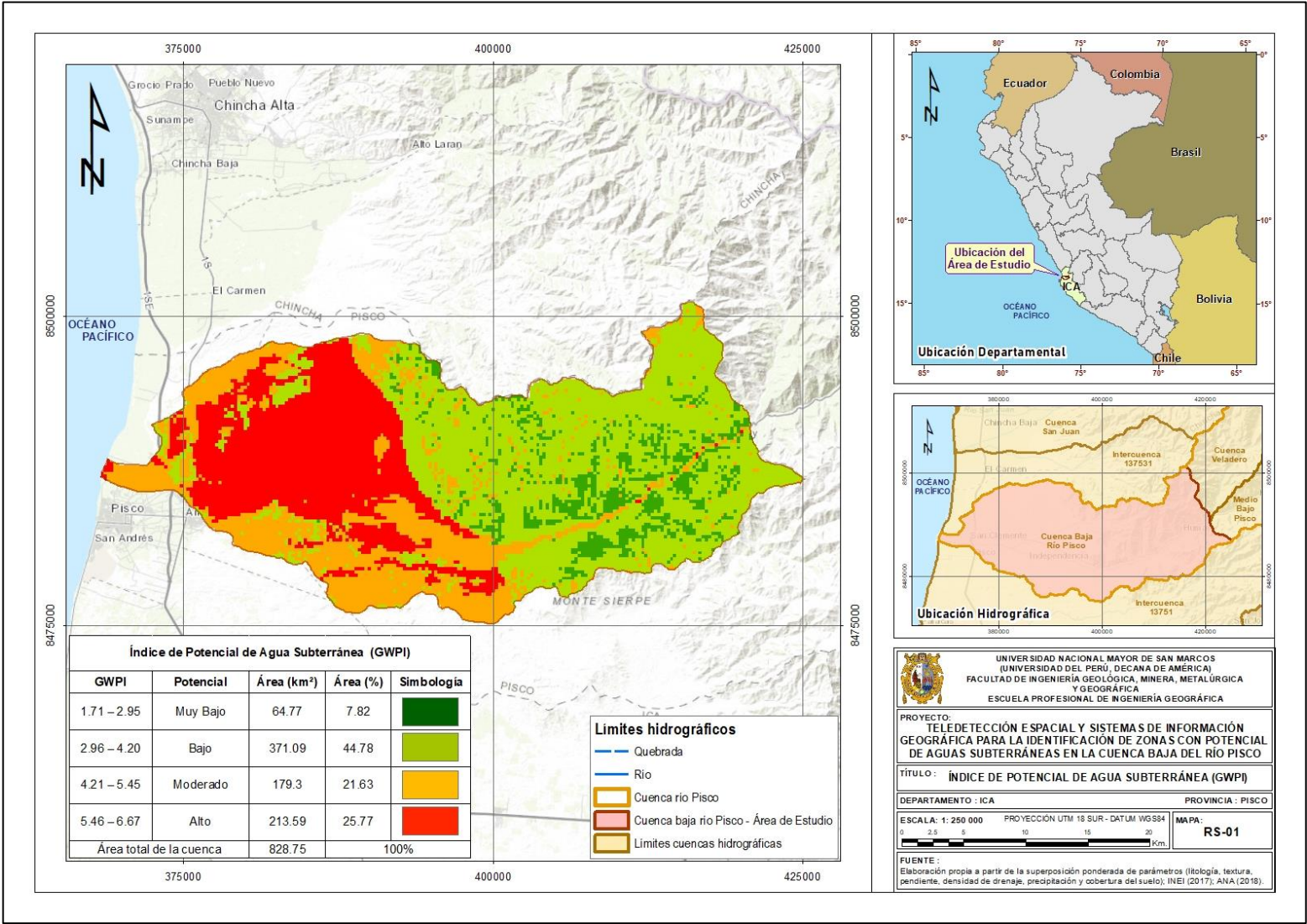
Anexo 12. Mapa de cobertura de suelo



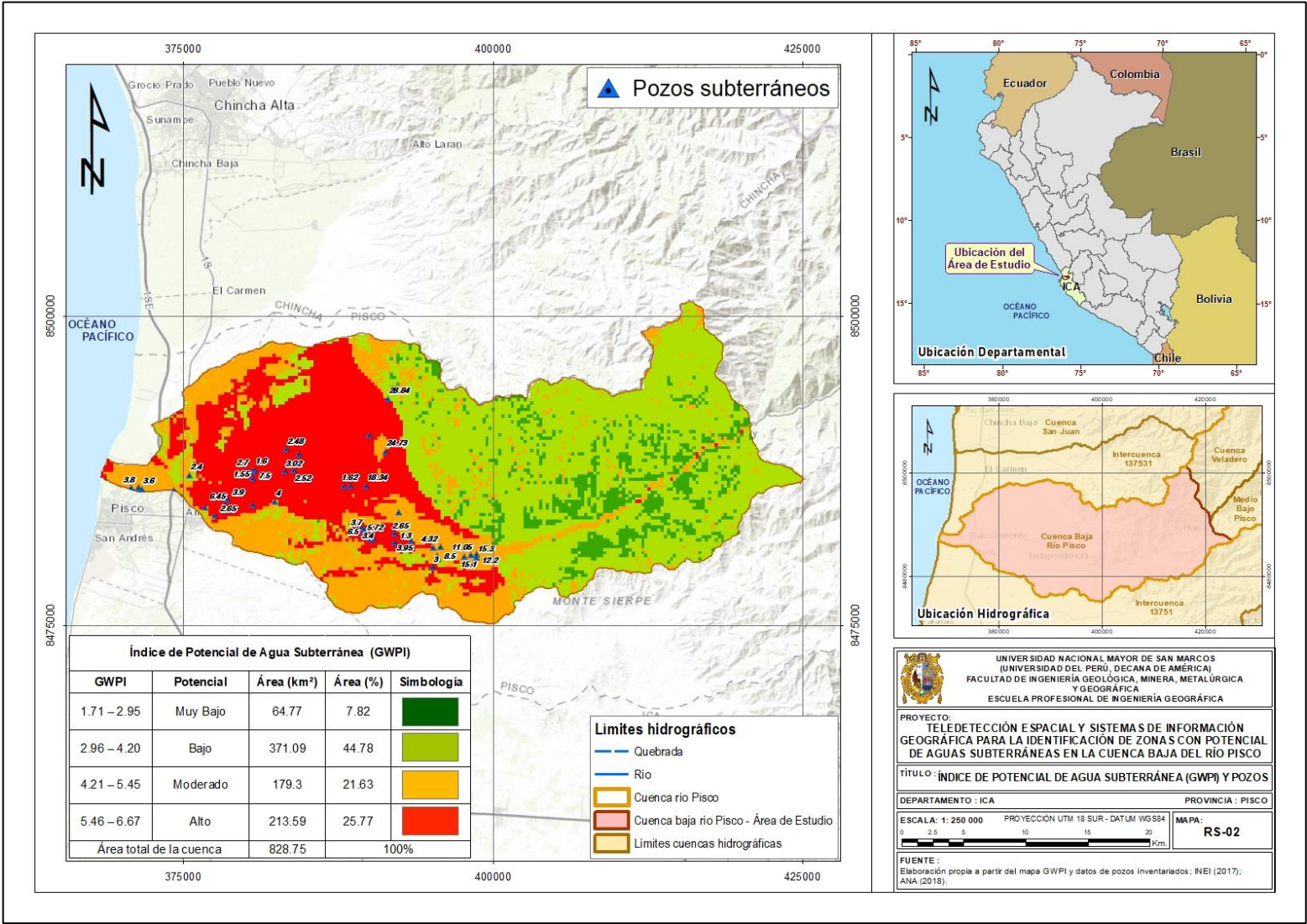
Anexo 13. Mapa de Influencia % por parámetro y valor clases – cobertura de suelo



Anexo 14. Mapa de índice de potencial de agua subterránea (GWPI)



Anexo 15. Mapa de índice de potencial de agua subterránea (GWPI) y pozos



Anexo 16. Cálculo de la matriz de comparación pareada y ponderaciones mediante el método AHP de Saaty

Este anexo presenta el procedimiento utilizado para calcular los pesos relativos de los parámetros hidrogeológicos considerados en el modelo del índice de potencial de agua subterránea (GWPI), utilizando el método de comparación por pares basado en la escala propuesta por Saaty (1980).

A. Escala de comparación de Saaty

Tabla A.1

Escala de Saaty

Valor	Interpretación
1	Igual importancia
3	Importancia moderada del elemento sobre otro
5	Importancia fuerte o esencial
7	Importancia muy fuerte o demostrada
9	Importancia extrema
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre los anteriores

Nota: Reproducido de Saaty (1980).

B. Matriz de comparación por pares

La siguiente matriz fue construida con base en el juicio técnico del investigador y referencias bibliográficas especializadas. Cada valor representa la importancia relativa entre dos parámetros.

Tabla A.2

Matriz de comparación por pares

Parámetro	Litología	Precipitación	Textura de suelo	Pendiente	Densidad de drenaje	Cobertura de suelo
Litología	1	3	3	2	2	4
Precipitación	1/3	1	1	1/2	1/2	2
Textura de suelo	1/3	1	1	1/2	1	2
Pendiente	1/2	2	2	1	2	3
Densidad de drenaje	1/2	2	1	1/2	1	3
Cobertura de suelo	1/4	1/2	1/2	1/3	1/3	1

C. Suma de columnas

Se suman los valores de cada columna para normalizar la matriz.

Tabla A.3

Suma de columnas

Parámetro	Litología	Precipitación	Textura de suelo	Pendiente	Densidad de drenaje	Cobertura de suelo
Suma columnas	2,9167	9,5000	8,5000	4,8333	6,8333	15,0000

D. Matriz normalizada

La siguiente matriz fue construida con base en el juicio técnico del investigador y referencias bibliográficas especializadas. Cada valor representa la importancia relativa entre dos parámetros.

Tabla A.4

Matriz normalizada

Parámetro	Litología	Precipitación	Textura de suelo	Pendiente	Densidad de drenaje	Cobertura de suelo
Litología	0,3429	0,3158	0,3529	0,4138	0,2927	0,2667
Precipitación	0,1143	0,1053	0,1176	0,1034	0,0732	0,1333
Textura de suelo	0,1143	0,1053	0,1176	0,1034	0,1463	0,1333
Pendiente	0,1714	0,2105	0,2353	0,2069	0,2927	0,2000
Densidad de drenaje	0,1714	0,2105	0,1176	0,1034	0,1463	0,2000
Cobertura de suelo	0,0857	0,0526	0,0588	0,0690	0,0488	0,0667

E. Pesos normalizados

1. Se suman los valores de cada columna de la matriz.
2. Cada valor de la matriz se divide entre la suma de su respectiva columna (normalización).
3. Se calcula el promedio de cada fila para obtener el peso relativo W_i .

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos:

Tabla A.5*Pesos normalizados*

Parámetro	Peso normalizado (W_i)
Litología	0,3308
Precipitación	0,1079
Textura de suelo	0,1201
Pendiente	0,2195
Densidad de drenaje	0,1582
Cobertura de suelo	0,0636

F. Cálculo del Índice de Consistencia (CI)

El Cálculo del Índice de Consistencia (CI), se calcula con las siguientes fórmulas:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

Donde:

- λ_{max} es el valor propio máximo de la matriz.
- n es el número de parámetros.

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{(A \cdot w)_i}{w_i} \right)$$

Donde:

- n = Número de elementos o aspectos
- A = Matriz de comparación entre pares (inicial)
- w = Vector prioridad

Tabla A.6*Índice de Consistencia (CI)*

Parámetro	$A \cdot w$	$\frac{(A \cdot w)_i}{w_i}$	n	λ_{max}	CI
Litología	2,0243	6,1197	6	6,0956	0,0191
Precipitación	0,6542	6,0656			
Textura de suelo	0,7333	6,1084			
Pendiente	1,3479	6,1418			
Densidad de drenaje	0,9599	6,0666			

Parámetro	$A \cdot w$	$\frac{(A \cdot w)_i}{w_i}$	n	$\lambda_{\max}$	CI
Cobertura de suelo	0,3862	6,0718			

G. Cálculo del Índice de Consistencia Aleatorio (RI)

Tabla A.7

Índice de Consistencia Aleatorio (RI)

n	RI	RI para n=6
1	0	
2	0	
3	0,58	
4	0,9	
5	1,12	
6	1,24	1,24
7	1,32	
8	1,41	
9	1,45	
10	1,49	

H. Cálculo de Razón de Consistencia (CR)

Se calcula con la siguiente formula: $CR = CI / RI$

Tabla A.8

Cálculo de Razón de Consistencia (CR)

CR	Confiabilidad
0,0154	Dado que $CR < 0,10$, se concluye que la matriz es consistente.

Anexo 17. Validación estadística de la hipótesis 1 mediante la prueba de Chi-cuadrado

A. Fundamento teórico

La prueba de Chi-cuadrado (χ^2) permite evaluar si existe una relación significativa entre variables categóricas observadas y esperadas. En esta investigación, se aplicó para determinar si la distribución de pozos en las clases de cada parámetro hidrogeológico difiere de lo que se esperaría por una distribución aleatoria.

Fórmula del estadístico Chi-cuadrado:

$$\chi^2 = \sum ((O_i - E_i)^2 / E_i)$$

Donde:

- O_i : Frecuencia observada en la clase i
- E_i : Frecuencia esperada en la clase i
- χ^2 : Estadístico de Chi-cuadrado

B. Aplicación a los parámetros del modelo

1. Litología

Tabla A.9

Prueba de Chi-cuadrado para la litología

Valor de la clase	Litología	Total de celdas	Nº de pozos (O_i)	% celdas	Esperado (E_i)	χ^2 por clase
	Granodiorita con xenolitos máficos, monzogranito;					
	Granodiorita, tonalita; Grauwaca, andesita					
5	basáltica, arenisca cuarzosa, pizarra; Grauwacas, areniscas, pizarras; Granodiorita; Monzogabro, monzodiorita; Grabos	1 253 063	0	34,02	16,67	16,67
6	Arenisca amarillenta; Limolita diatomácea	440 335	5	11,95	5,86	0,13
7	Conglomerado fluvial grueso con matriz limoarenosa y sal compactada	7 092	0	0,19	0,09	0,09
8	Conglomerados polimícticos en una matriz areno conglomerádicos; Gravas, arenas y limos	805 033	1	21,86	10,71	8,80
9	Grava redondeada que eventualmente aflora	984 643	43	26,73	13,10	68,26
10	Cauce de río, conglomerado, grava y arena gruesa; Humedales	193 220	0	5,25	2,57	2,57
	Total	3 683 386	49	100	49	$\chi^2 = 96,52$

- Grados de libertad (gl): $6 - 1 = 5$
- Valor crítico ($\alpha = 0,05$; gl = 5): 11,070
- Cálculo del valor p:

El valor p representa la probabilidad de obtener un valor de χ^2 igual o mayor al observado si la hipótesis nula fuera cierta. En este caso, con $\chi^2 = 96,52$ y 5 grados de libertad, el valor p calculado es:

$p \approx 2,85 \times 10^{-19} \rightarrow$ en Excel la fórmula es DISTR.CHICUAD.CD (96,52;5)

Interpretación del resultado:

- Si χ^2 calculado $> \chi^2$ crítico $\rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p < 0,05 \rightarrow$ también se rechaza la hipótesis nula.

Dado que $\chi^2 = 96,52$ es mucho mayor que el valor crítico de 11,070, y el valor p es considerablemente menor a 0,05, se concluye que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la distribución observada de pozos y la distribución esperada. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se confirma que la litología tiene una influencia significativa en la presencia de pozos.

2. Pendiente

Tabla A.10

Prueba de Chi-cuadrado para la pendiente

Valor de la clase	Pendiente (%)	Total de celdas	Nº de pozos (O_i)	% celdas	Esperado (E_i)	χ^2 por clase
1	Extremadamente empinada ($>75\%$)	6 076	0	6,08	2,98	2,98
2	Muy empinada (50-75%)	19 668	0	19,70	9,65	9,65
3	Empinada (25-50%)	10 616	0	10,63	5,21	5,21
7	Moderadamente empinada (15-25%)	8 729	0	8,74	4,28	4,28
9	Fuertemente inclinada (8-15%)	10 704	4	10,72	5,25	0,30
10	Moderadamente inclinada (4-8%)	44 065	45	44,13	21,62	25,27
	Total	99 858	49	100	49	$\chi^2 = 47,70$

- Grados de libertad (gl): $6 - 1 = 5$
- Valor crítico ($\alpha = 0,05$; gl = 5): 11,070

- Cálculo del valor p:

El valor p representa la probabilidad de obtener un valor de χ^2 igual o mayor al observado si la hipótesis nula fuera cierta. En este caso, con $\chi^2 = 47,70$ y 5 grados de libertad, el valor p calculado es:

$p \approx 4,09 \times 10^{-9} \rightarrow$ en Excel la fórmula es DISTR.CHICUAD.CD (47,70;5)

Interpretación del resultado:

- Si χ^2 calculado $>$ χ^2 crítico $\rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p < 0,05 \rightarrow$ también se rechaza la hipótesis nula.

Dado que $\chi^2 = 47,70$ es mucho mayor que el valor crítico de 11,070, y el valor p es considerablemente menor a 0,05, se concluye que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la distribución observada de pozos y la distribución esperada. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se confirma que la pendiente tiene una influencia significativa en la presencia de pozos.

3. Densidad de drenaje

Tabla A.11

Prueba de Chi-cuadrado para la densidad de drenaje

Valor de la clase	Densidad de drenaje (km/km ²)	Total de celdas	Nº de pozos (O _i)	% celdas	Esperado (E _i)	χ^2 por clase
1	3,60 – 4,07	93	5	0,74	0,36	59,70
2	3,15 – 3,60	408	10	3,23	1,58	44,80
3	2,70 – 3,15	564	4	4,46	2,19	1,50
4	2,25 – 2,70	781	5	6,18	3,03	1,28
5	1,80 – 2,25	1 267	13	10,02	4,91	13,32
6	1,35 – 1,80	2 308	11	18,26	8,95	0,47
7	0,90 – 1,35	3 629	1	28,71	14,07	12,14
8	0,45 – 0,90	3 014	0	23,85	11,68	11,68
9	0,00 – 0,45	575	0	4,55	2,23	2,23
Total		12 639	49	100	49	$\chi^2 = 147,13$

- Grados de libertad (gl): $9 - 1 = 8$
- Valor crítico ($\alpha = 0,05$; gl = 8): 15,507

- Cálculo del valor p:

El valor p representa la probabilidad de obtener un valor de χ^2 igual o mayor al observado si la hipótesis nula fuera cierta. En este caso, con $\chi^2 = 147,13$ y 8 grados de libertad, el valor p calculado es:

$p \approx 7,77 \times 10^{-28} \rightarrow$ en Excel la fórmula es DISTR.CHICUAD.CD (147,13;8)

Interpretación del resultado:

- Si χ^2 calculado $>$ χ^2 crítico $\rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p < 0,05 \rightarrow$ también se rechaza la hipótesis nula.

Dado que $\chi^2 = 147,13$ es mucho mayor que el valor crítico de 15,507, y el valor p es considerablemente menor a 0,05, se concluye que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la distribución observada de pozos y la distribución esperada. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se confirma que la densidad de drenaje tiene una influencia significativa en la presencia de pozos.

4. Textura de suelo

Tabla A.12

Prueba de Chi-cuadrado para la textura de suelo

Valor de la clase	Textura de suelo	Total de celdas	Nº de pozos (O_i)	% celdas	Esperado (E_i)	χ^2 por clase
5	Franco arcillo arenosa	247 201	0	6,71	3,29	3,29
7	Franco arenosa	2 723 327	39	73,89	36,21	0,22
9	Areno franco	715 170	10	19,40	9,51	0,03
	Total	3 685 698	49	100	49	$\chi^2 = 3,53$

- Grados de libertad (gl): $3 - 1 = 2$
- Valor crítico ($\alpha = 0,05$; gl = 2): 5,99
- Cálculo del valor p:

El valor p representa la probabilidad de obtener un valor de χ^2 igual o mayor al observado si la hipótesis nula fuera cierta. En este caso, con $\chi^2 = 3,53$ y 2 grados de libertad, el valor p calculado es:

$p \approx 0,171 \rightarrow$ en Excel la fórmula es DISTR.CHICUAD.CD (3,53;2)

Interpretación del resultado:

- Si χ^2 calculado $> \chi^2$ crítico $\rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p < 0,05 \rightarrow$ también se rechaza la hipótesis nula.

Dado que $\chi^2 = 3,53$ es menor que el valor crítico de 5,99, y el valor p es mayor a 0,05, no se puede rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que, estadísticamente, no hay evidencia suficiente para afirmar que la textura del suelo influye de manera significativa en la ubicación de pozos dentro del área de estudio.

5. Precipitación

Tabla A.13

Prueba de Chi-cuadrado para la precipitación

Valor de la clase	Precipitación (mm anuales)	Total de celdas	Nº de pozos (O_i)	% celdas	Esperado (E_i)	χ^2 por clase
1	0,0 – 3,8	134 689	0	2,23	1,09	1,09
2	3,8 – 7,7	2 689 378	19	44,46	21,78	0,36
3	7,7 – 11,5	2 418 166	21	39,97	19,59	0,10
4	11,5 – 13,5	807 400	9	13,35	6,54	0,93
	Total	6 049 633	49	100	49	$\chi^2 = 2,47$

- Grados de libertad (gl): $4 - 1 = 3$
- Valor crítico ($\alpha = 0,05$; gl = 3): 7,81
- Cálculo del valor p:

El valor p representa la probabilidad de obtener un valor de χ^2 igual o mayor al observado si la hipótesis nula fuera cierta. En este caso, con $\chi^2 = 2,47$ y 3 grados de libertad, el valor p calculado es:

$p \approx 0,48 \rightarrow$ en Excel la fórmula es DISTR.CHICUAD.CD (2,47;3)

Interpretación del resultado:

- Si χ^2 calculado $>$ χ^2 crítico $\rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p < 0,05 \rightarrow$ también se rechaza la hipótesis nula.

Dado que $\chi^2 = 2,47$ es menor que el valor crítico de 7,81, y el valor p es mayor a 0,05, no se puede rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que, estadísticamente, no hay evidencia suficiente para afirmar que la precipitación influye de manera significativa en la ubicación de pozos dentro del área de estudio.

6. Cobertura de suelo

Tabla A.14

Prueba de Chi-cuadrado para la cobertura de suelo

Valor de la clase	Cobertura de suelo	Total de celdas	Nº de pozos (O_i)	% celdas	Esperado (E_i)	χ^2 por clase
1	Área urbana	26 057	2	0,71	0,35	7,89
2	Desierto costero	2 274 811	4	61,76	30,26	22,79
4	Cardonal	69 901	0	1,90	0,93	0,93
7	Agricultura costera y andina	1 120 383	43	30,42	14,90	52,96
8	Humedal costero y cuerpos de agua	192 234	0	5,22	2,56	2,56
	Total	3 683 386	49	100	49	$\chi^2 = 87,13$

- Grados de libertad (gl): $5 - 1 = 4$
- Valor crítico ($\alpha = 0,05$; gl = 4): 9,49
- Cálculo del valor p:

El valor p representa la probabilidad de obtener un valor de χ^2 igual o mayor al observado si la hipótesis nula fuera cierta. En este caso, con $\chi^2 = 87,13$ y 4 grados de libertad, el valor p calculado es:

$p \approx 5,37 \times 10^{-18} \rightarrow$ en Excel la fórmula es DISTR.CHICUAD.CD (87,13;4)

Interpretación del resultado:

- Si χ^2 calculado $>$ χ^2 crítico $\rightarrow$ se rechaza la hipótesis nula.
- Si $p < 0,05 \rightarrow$ también se rechaza la hipótesis nula.

Dado que $\chi^2 = 87,13$ es mucho mayor que el valor crítico de 9,49, y el valor p es considerablemente menor a 0,05, se concluye que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la distribución observada de pozos y la distribución esperada. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se confirma que la cobertura de suelo tiene una influencia significativa en la presencia de pozos.

Anexo 18. Validación estadística de la hipótesis 3 mediante cálculo del coeficiente de correlación de Spearman

Para evaluar la validez del índice de potencial de agua subterránea (GWPI) frente a datos reales de campo, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ), el cual mide la relación monotónica entre dos variables ordinales o continuas mediante el análisis de rangos. En este caso, se analizó la relación entre los valores del GWPI y los niveles freáticos (profundidad del agua subterránea) registrados en 33 pozos georreferenciados.

La fórmula utilizada fue:

$$\rho = 1 - (6 \times \sum d^2) / n (n^2 - 1)$$

Donde:

- ρ = coeficiente de correlación de Spearman
- d = diferencia entre los rangos de cada par de datos (GWPI y nivel freático)
- n = número de observaciones
- $\sum d^2$ = suma de las diferencias al cuadrado

Tabla A.15

Cálculo del coeficiente de correlación de Spearman

A	B	C	D	E	F	G	H
1	Código Pozo (asignado)	GWPI	Nivel freático	Rango (GWPI)	Rango (Nivel freático)	Diferencia Rangos (d)	d ²
2	P1	3,58	8,5	1	26	-25	625
3	P2	3,79	2,4	2	5	-3	9
4	P3	3,96	28,84	3	33	-30	900
5	P4	4,01	4	4	20	-16	256
6	P5	5,21	3,6	5,5	15	-9,5	90,25
7	P6	5,21	3,8	5,5	17	-11,5	132,25
8	P7	5,26	11,05	8,5	27	-18,5	342,25
9	P8	5,26	12,2	8,5	28	-19,5	380,25
10	P9	5,26	15,1	8,5	29	-20,5	420,25
11	P10	5,26	15,3	8,5	30	-21,5	462,25
12	P11	5,38	4,32	11	21	-10	100
13	P12	5,42	24,73	12	32	-20	400
14	P13	5,53	3,7	13	16	-3	9
15	P14	5,54	3,95	14	19	-5	25
16	P15	5,65	2,65	15	8,5	6,5	42,25
17	P16	5,69	3,1	16,5	13	3,5	12,25
18	P17	5,69	3,4	16,5	14	2,5	6,25

A	B	C	D	E	F	G	H
19	P18	5,74	18,34	18	31	-13	169
20	P19	5,81	1,3	19	1	18	324
21	P20	5,85	3	20,5	11	9,5	90,25
22	P21	5,85	6,5	20,5	24	-3,5	12,25
23	P22	5,9	1,62	22	4	18	324
24	P23	5,96	2,7	23,5	10	13,5	182,25
25	P24	5,96	7,5	23,5	25	-1,5	2,25
26	P25	5,97	5,72	25	22	3	9
27	P26	6,01	6,45	26	23	3	9
28	P27	6,12	1,55	29,5	2	27,5	756,25
29	P28	6,12	1,6	29,5	3	26,5	702,25
30	P29	6,12	2,48	29,5	6	23,5	552,25
31	P30	6,12	2,52	29,5	7	22,5	506,25
32	P31	6,12	3,02	29,5	12	17,5	306,25
33	P32	6,12	3,9	29,5	18	11,5	132,25
34	P33	6,17	2,65	33	8,5	24,5	600,25
35						Suma d ²	8 890
36						Coefficiente de Spearman (ρ)	-0,486
37						t estudio	-3,093
38						Prueba p de correlación (α)	0,0042

→ Formula en Excel para calcular la prueba p de correlación es: =1-(6*H35/(33*(33^2-1)))

→ Formula en Excel para calcular el t-studio es: =H36/(RAIZ((1-(H36*H36))/(33-2)))

→ Formula en Excel para calcular la prueba p de correlación es: =DISTR.T(ABS(H37);33-2;2)

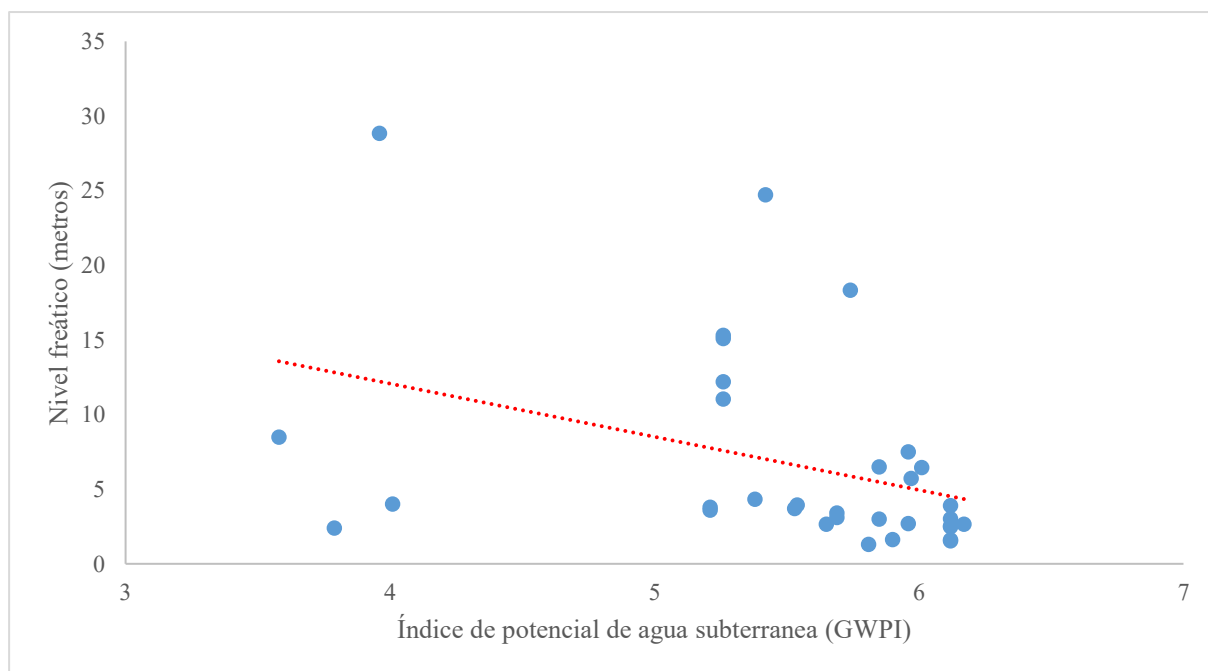
Resultado del análisis:

$\rho = -0,486$; $p = 0,0042$

Se obtuvo un coeficiente $\rho = -0,486$ con un valor $p = 0,0042$, lo cual indica una correlación inversa moderada y estadísticamente significativa entre el GWPI y el nivel freático. Esto respalda la utilidad del GWPI como herramienta para estimar el potencial de agua subterránea, y valida la hipótesis 3.

Figura A.8-1

Relación entre el índice de potencial de agua subterránea (GWPI) y el nivel freático en pozos de la cuenca baja del río Pisco



Nota. El gráfico incluye una línea de tendencia lineal que evidencia una relación inversa entre el índice de potencial de agua subterránea (GWPI) y el nivel freático. A medida que el valor del GWPI aumenta, el nivel freático tiende a ser más superficial, lo cual respalda la validez del índice.

Anexo 19. Inventario de pozos de la Autoridad Nacional del Agua

5/5/25, 0:15

Gmail - Entrega de información solicitada (CUT N° 154247-2019) - BRIAN JOSE VELARDE CAPPA



Brian Velarde <brian.velarde.cappa@gmail.com>

Entrega de información solicitada (CUT N° 154247-2019) - BRIAN JOSE VELARDE CAPPA

Acceso la Información Pública <transparencia@ana.gob.pe>
Para: "brian.velarde.cappa@gmail.com" <brian.velarde.cappa@gmail.com>

13 de agosto de 2019, 10:50 a.m.

CUT N° 154247-2019

San Isidro, 13 de agosto de 2019

Señor
Brian Jose Velarde Cappa
brian.velarde.cappa@gmail.com
Av. Las Almendras 408, Urb. Naranjal
San Martín de Porres. -

Asunto : Entrega de información solicitada

Referencia : Correo electrónico registrado el 06/08/2019

Tengo el agrado de dirigirme a usted en atención al documento de la referencia, mediante el cual solicitó información de acceso público. Al respecto, remito por éste medio, vía archivo adjunto pdf, la totalidad de la información solicitada, la cual fue proporcionada por la Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos.

Es propicia la ocasión para expresarle los sentimientos de mi consideración.

Atentamente

Ricardo Caveró Farfán
Responsable de entregar información de
Acceso Público de la Sede Central
Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública
D. : Calle Diecisiete N° 355, Urb El Palomar San Isidro
T. : 224 3298 anexo 1530 - email: transparencia@ana.gob.pe



PERÚ Ministerio
de Agricultura y Riego



CAR TEC VALLE PISCO INV 2003.pdf
1133K

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 11/05/04

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : INDEPENDENCIA

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACIÓN					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL								C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACIÓN							COORD	
			Año 19..	Tipo	Prof. Inc. (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL ls	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO		USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	PSAD56 X Y			
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.				h/d	ds	ma					
001	Semapa Independencia	220.42	1965	T	50.00	40.00	0.33	ELÉCTRICO	E	15	HIDROSTAL	CS	7/10/2003	0.00	18.34	202.08	12.00				UTILIZADO	D	5	7	12	78,840.00	389795	8486244		
002	Fortunato Rivera Ramirez	266.12	1965	T	40.00	37.60	0.40						7/10/2003	0.00	24.73	241.39				UTILIZABLE						391370	8489027			
003	Daniel Ortiz Huamán	301.55	1956	T	40.00	35.80	0.40						7/10/2003	0.00	28.84	272.71				UTILIZABLE						391563	8493270			
004	Rosa Acevedo Diaz	240.20	1967	T	30.00	0.00	0.00						7/10/2003	0.00	0.00	240.20				NO UTILIZABLE						392395	8484143			
005	C. Pobl. Independencia Bajo	197.53	1960	TA	16.00	0.00	0.00						7/10/2003	0.00	0.00	197.53				NO UTILIZABLE						388489	8486261			
006	San Juan de Condor (INIA)	179.80	1961	T	20.00	12.80	0.50						7/10/2003	0.30	1.62	178.18				UTILIZABLE						388002	8486279			
007	Pedro Portilla Blanco	240.60	1968	T	24.00	4.00	0.00						7/10/2003	0.00	0.00	240.60				NO UTILIZABLE						390013	8490339			
008	Agrícola Don Fermín S.A.C.	146.50	1963	TA	9.00	6.10	1.50	ELECTRIC	E	4	HIDROSTAL	CS	7/10/2003	0.00	2.52	143.98	3.00				UTILIZADO	D	1	7	12	3,942.00	383977	8487536		
009	Ex. Hacienda Mensia	140.03	1961	TA	6.00	4.00	1.90						7/10/2003	0.00	3.02	137.01				UTILIZABLE						383233	8487432			
010	José Montoya Arias	150.00	1964	TA	6.00	3.00	2.60						7/10/2003	0.75	2.48	147.52				UTILIZABLE						383329	8489201			
011	CAU. Inmaculada Concepción	158.05	1964	TA	6.00	0.00	0.00						7/10/2003	0.00	0.00	158.05				NO UTILIZABLE						384315	8488830			

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mixto

E = Eléctrico
D = Diesel
G = Gasolero

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 11/05/03

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : HUMAY

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL								CE mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION						COORD PSAD56	
			Año 19.	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL ls	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO		USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	X	Y	
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.				h/d	d/s	m/a				
001	Jorge Luis Garcia Pasos	312.90	1960	T	40.00	38.90	0.40						1/10/2003	0.45	11.05	301.85				UTILIZABLE							398465	8481018	
002	EMA PISCO S.A	315.13	1997	T	40.00	38.30	0.50						1/10/2003	0.40	12.20	302.93				UTILIZABLE							398951	8481113	
003	Centro Poblado Bernaldes	289.16	1960	T	25.00	15.00	0.50						1/10/2003	0.00	3.00	286.16				UTILIZABLE							395344	8480042	
004	CAU. Fortaleza	326.00	1961	T	60.00	56.00	0.00						1/10/2003	0.00	0.00	326.00				NO UTILIZABLE							398642	8480253	
005	Hacienda La Floresta	320.72	1960	T	40.00	37.70	0.50						1/10/2003	0.00	15.30	305.42				UTILIZABLE							398927	8480882	
006	Hacienda La Floresta	310.00	1938	TA	18.00	16.80	2.00						1/10/2003	0.50	15.10	294.90				UTILIZADO	D				1,752.00	397974	8480915		
007	Hacienda La Floresta	295.37	1961	TA	20.00	0.00	0.00						1/10/2003	0.00	0.00	295.37				NO UTILIZABLE							395767	8480997	
008	Pozo Comunal Fortaleza	298.60	1960	TA	9.00	12.00	2.00	ELECTRIC	E	15	HIDROSTAL	S	1/10/2003	-4.20	8.50	290.10	10.0			UTILIZADO	D	10	7	12	131,400.00	395824	8480724		
009	Centro Poblado El Palmar	287.03	1958	TA	8.00	5.00	1.30	ELECTRIC	E	4	HIDROSTAL	S	1/10/2003	0.40	4.32	282.71	5.0			UTILIZADO	D	5	7	12	32,850.00	395439	8481632		
010	Angel Bellido Aparicio	257.90	1963	TA	9.00	7.50	1.20	ELECTRIC	E	1	HIDROSTAL	S	1/10/2003	0.95	3.95	253.95	4.0			UTILIZADO	D	7	5	6	13,140.00	393648	8482272		
011	Ex. CAU. Los Paracas	285.00	1960	T	60.00	0.00	0.00						1/10/2003	0.00	0.00	285.00				NO UTILIZABLE							395997	8481743	
012	EMA PISCO S.A	300.05	1997	T	50.00	50.00	0.50						1/10/2003	0.60		300.05				UTILIZABLE							398050	8481564	
013	Centro Poblado San Pablo	231.40	1974	TA	6.00	1.20	1.30						1/10/2003	1.00	0.00	231.40				NO UTILIZABLE							390595	8482360	
014	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	224.13	1981	T	49.25	47.90	0.50						1/10/2003	0.00	5.72	218.41				UTILIZABLE							390159	8482638	
015	Miguel Orihuela	231.25	1952	TA	6.00	2.00	2.00						1/10/2003	0.50	0.00	231.25				NO UTILIZABLE							390392	8482324	
016	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	221.15	1981	T	50.00	49.10	0.50						1/10/2003	1.50	6.50	214.65				UTILIZABLE							389809	8482703	
017	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	215.00	1981	T	41.50	40.00	0.50						1/10/2003	1.50	3.70	211.30				UTILIZABLE							389920	8483160	
018	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	215.83	1981	T	60.00	58.20	0.50						1/10/2003	1.50	3.40	212.43				UTILIZABLE							389623	8483222	
019	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	210.60	1981	T	58.00	54.00	0.45						1/10/2003	1.50	3.10	207.50				UTILIZABLE							389291	8483181	
020	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	242.15	1956	T	45.00	44.00	0.50	ELECTRIC	E	15	HIDROSTAL	S	1/10/2003	0.00	2.65	239.50	14.00			UTILIZADO	D	6	7	12	110,376.00	392332	8482749		
021	Centro Poblado El Pilar	249.60	1982	TA	4.00	2.00	1.50						1/10/2003	0.00	1.30	248.30				UTILIZABLE							392328	8482043	

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mixto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 11/05/05

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : PARACAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL								EXPLOTACION						COORD	
		Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	X	Y	
							MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.			h/d	d/s	m/g				
001	Vilma Cárdenas Ventura	1999	TA	16.00	15.00	1.40						15/10/2003	0.90	7.10					UTILIZADO	D					876.00	373976	847670
002	Raúl Gabancho Torres	1999	TA	3.00	3.00	1.60						15/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							374027	847653
003	Vilma Cárdenas Ventura	1998	TA	10.00	6.00	1.40						15/10/2003	0.60	0.00					NO UTILIZABLE							373931	847676
004	Adela Linares Rojas	1997	TA	8.00	6.00	1.70						15/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							374213	847628
005	Valentín Gamanial Sáenz	1997	TA	5.00	7.00	1.50	LISTER	D	10	HIDROSTAL	TV	16/10/2003	0.00	4.80		10.0			UTILIZADO	R	4	5	12	37,548.00	375008	847530	
006	Valentín Gamanial Sáenz	1994	TA	7.00	8.00	4.00	YAMAHA	G	7	HIDROSTAL	TV	16/10/2003	0.00	7.50		4.0			UTILIZADO	R	1	6	12	4,507.20	375098	847525	
007	Ricardo Letts C. (Fdo. Alamein)	1960	T	25.00	25.00	0.40	ELECTRIC USA	E	10	AURORA	TV	16/09/2003	0.00	9.38		20.00			UTILIZADO	R	15	5	12	281,568.00	378037	846726	
008	Ricardo Letts C. (Fdo. Alamein)	1960	T	20.00	0.00	0.00						16/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377860	846759
009	Ricardo Letts C. (Fdo. Alamein)	1960	T	20.00	0.00	0.00						16/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377000	846790
010	Ricardo Letts C. (Fdo. Alamein)	1963	T	28.00	28.00	0.40	ELECTRIC USA	E	10	AURORA	TV	16/09/2003	0.00	6.60		20.00			UTILIZADO	R	5	7	12	131,400.00	377538	846815	
011	Ricardo Letts C. (Fdo. Alamein)	1964	T	28.00	28.00	0.40	ELECTRIC USA	E	10	AURORA	TV	16/09/2003	0.00	0.00		20.00	10.48		UTILIZADO	R	17	7	12	446,760.00	377835	846695	
012	Ricardo Letts C. (Fdo. Alamein)	1966	T	15.00	0.00	0.00						16/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377963	846720
013	Harol Cannon (Fdo. Cabo Blanco)	1961	T	20.00	10.40	0.40						19/09/2003	0.00	10.40					UTILIZABLE							378715	846762
014	Harol Cannon (Fdo. Cabo Blanco)	1970	T	15.00	0.00	0.00						16/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							378423	846754
015	Harol Cannon (Fdo. Cabo Blanco)	1987	T	15.00	0.00	0.00						16/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							378559	846759
016	Jorge Muñoz	1973	T	21.00	21.00	0.40	CATERPILLAR	D	45	FAIRBANKS	TV	16/09/2003	0.00						UTILIZABLE							378027	846748
017	Roberto Murguía M.	1991	T	20.00	20.00	0.40	LISTER	D	20	HOLLOSHAFT	TV	16/09/2003	0.00	5.75		25.00			UTILIZADO	R	3	4	12	56,310.00	377720	846870	
018	Angelo Canucci	1968	T	20.00	10.20	0.40						16/09/2003	-2.50	4.50					UTILIZABLE							377671	846889
019	Cristina Martini	1962	T	20.00	11.20	0.50	HOLL BACKM	E	15	PECKG LONDON	TV	17/09/2003	-2.60	6.86		25.00			UTILIZADO	R	4	7	12	131,400.00	376606	846786	
020	Cristina Martini	1963	T	20.00	12.30	0.50	RUSTON	D	16	HIDROSTAL	TV	17/09/2003	-5.20	7.75		20.00			UTILIZADO	R	6	5	12	112,632.00	376704	846767	
021	Cristina Martini	1962	T	25.00	12.40	0.40	LISTER	D	25	HIDROSTAL	TV	17/09/2003	0.00			20.00	9.80		UTILIZADO	R	8	5	12	150,168.00	377036	846809	
022	Fundo "Don Alberto"	1960	T	20.00	11.10	0.50						17/09/2003	-1.70	6.15					UTILIZABLE							376335	846732
023	Isaac Jauregui	1972	T	20.00	13.50	0.40						17/09/2003	-3.80	6.00					UTILIZABLE							376938	846857
024	Dina Maritza Zanuzzi Battifora	1965	M	15.00	14.35	1.40	LISTER	D	12	HIDROSTAL	TV	17/09/2003	-3.60	5.98		12.00			UTILIZADO	R	5	6	12	67,579.20	377128	846870	
025	Jaime Valdez Huaman	1991	T	12.00	10.00	0.50	LISTER	D	16	HIDROSTAL	TV	18/09/2003	0.00	2.50		12.00			UTILIZADO	D	2	4	12	18,014.40	379965	846925	
026	Ricardo Villa	1968	M	16.00	12.00	0.50	LISTER	D	16	SULSER	TV	18/09/2003	-4.00	5.30		12.00			UTILIZADO	R	4	7	12	63,072.00	377948	846918	
027	Ricardo Villa	1971	TA	9.00	8.00	1.30						18/09/2003	0.20	5.47					UTILIZABLE							377952	846917
028	José Luis Gagliardi	1967	T	19.00	21.00	0.50	VEAN	E	35	HIDROSTAL	TV	20/09/2003	0.00	8.02		25.00			UTILIZADO	R	10	6	11	258,115.00	378637	846994	
029	Jaime Agustín Carpio Adriaola	1969	T	16.00	15.00	0.40	DELCROSA	E	24	HIDROSTAL	CS	13/10/2003	-2.00	2.55		25.00			UTILIZADO	R	8	7	10	219,000.00	378245	846995	
030	Jaime Agustín Carpio Adriaola	1970	T	18.00	17.00	0.50	NISSAN	D	28	HIDROSTAL	TV	13/10/2003	-2.50	4.30		20.00			UTILIZADO	R	3	6	10	56,320.00	378688	847027	
031	Benjamin Ghitis	1988	TA	8.00	0.00	0.00						18/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377404	846969
032	Benjamin Ghitis	1961	T	20.00	13.70	0.50						18/09/2003	0.00	5.20					UTILIZABLE							377283	846923
033	Agrícola Ropasa	1989	T	25.00	30.00	0.50	PERKINS	D	40	HIDROSTAL	TV	18/09/2003	0.00	7.50		20.00			UTILIZADO	R	24	6	12	540,624.00	376107	846822	
034	Gaspar Fernandez Concha	1968	T	25.00	22.80	0.40	ELECTRICO	E	10	HIDROSTAL	TV	29/10/2003	0.00	7.25		25.00			UTILIZADO	R	10	6	12	281,580.00	377249	846980	
035	Víctor Canales	1997	M	8.00	0.00	0.00						16/03/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377173	847066
036	Estuardo Masías Marut	1986	T	15.00	17.00	0.52	ELECTRICO	E	10	HIDROSTAL	TV	25/10/2003	0.00	10.32		12.00			UTILIZADO	R	10	7	12	157,680.00	377274	847006	
037	Estuardo Masías Marut	1983	T	25.00	22.10	0.52	ELECTRICO	E	10	HIDROSTAL	TV	25/10/2003	-3.00	11.40		12.00			UTILIZADO	R	10	6	10	112,632.00	377238	847016	
038	Corrado Cultrera	1980	T	25.00	12.20	0.50						18/09/2003	-3.00	7.65					UTILIZABLE							378114	847053
039	Oscar Lisama	1963	T	20.00	18.00	0.48	LISTER	D	12	HIDROSTAL	TV	5/09/2003	-1.50	2.62		14.00			UTILIZADO	R	7	5	7	53,655.00	379298	847085	
040	Carlos Lizama	1963	T	20.00	19.50	0.40	LISTER	D	12	HIDROSTAL	TV	13/10/2003	-2.60	3.20		10.00			UTILIZADO	R	3	6	10	28,160.00	379412	847112	

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 11/05/05

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : PARACAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	PERFORACION				EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL								EXPLOTACION				COORD				
		Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	PSAD56	X	Y
							MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.			l/d	d/s	m/g				
041	Tiburcio Coniscia Olivera	1962	TA	8.00	7.50	2.70	LISTER	D	12	HIDROSTAL	TV	13/10/2003	-1.80	3.90		25.00			UTILIZADO	R	3	6	10	70,400.00		378925	8470673
042	Carlos Lizama	1962	T	20.00	18.50	0.40	LISTER	D	25	HIDROSTAL	TV	13/10/2003	-2.85	4.10		25.00			UTILIZADO	R	6	6	10	140,775.00		378601	8470677
043	Tiburcio Coniscia Olivera	1968	TA	9.00	8.10	2.40						13/10/2003	-1.40	2.15				UTILIZADO	D				306.60		378621	8470514	
044	Alberto Galeno	1965	M	15.00	14.00	0.45	NISSAN	D	32	HIDROSTAL	TV	16/10/2003	0.00	5.10		20.00			UTILIZADO	R	2	3	7	13,146.00		377060	8470413
045	Alberto Galeno	1957	T	17.00	16.00	0.90	NISSAN	D	32	HIDROSTAL	TV	16/10/2003	0.00	4.20		20.00			UTILIZADO	R	4	6	7	52,556.00		376780	8470162
046	Oscar Coakira Montesino	1991	M	15.00	10.50	1.50						18/09/2003	0.00	6.40				UTILIZABLE							379762	8471045	
047	Pablo Quispe Astuquillca	1986	TA	12.00	12.00	1.35	SIFANG	D	12	HIDROSTAL	TV	29/10/2003	-1.50	10.04		14.00			UTILIZADO	R	8	3	12	63,067.20		378012	8471493
048	Ambrosio Gonzáles Huamani	1983	TA	8.00	0.00	0.00						18/09/2003	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							377759	8470681	
049	Wilder Bendeñó Vera	1990	TA	10.00	10.00	1.50						15/10/2003	-4.00	7.30				UTILIZADO	D				131.40		378190	8471024	
050	Wilder Bendeñó Vera	1990	TA	10.00	8.00	1.50	LISTER	D	12	HIDROSTAL	TV	15/10/2003	-3.50	6.50		12.00			UTILIZADO	R	6	5	12	67,579.20		378229	8470893
051	Ines López Salcedo	1972	T	36.00	35.00	0.40	LISTER	D	14	FAIRBANKS	TV	13/10/2003	0.00	5.50		25.00			UTILIZADO	R	4	6	10	93,850.00		378872	8471248
052	Hugo Bulege Peralta	1989	TA	9.00	9.00	1.20	BOMBARDING	D	20	HIDROSTAL	S	13/10/2003	-1.70	3.80		12.00			UTILIZADO	R	3	6	8	27,033.60		379134	8471353
053	Alejandro Gonzáles	1985	TA	8.00	8.00	1.50						15/10/2003	-2.20	6.80				UTILIZABLE							377523	8470874	
054	Acepción Yacjoa Tigeda	1978	TA	9.00	9.00	1.20						15/10/2003	0.50	6.00				UTILIZADO	D				175.20		377464	8470966	
055	Fabian Gonzáles	1973	M	20.00	10.00	1.10	QUAN CHAI	D	97	HIDROSTAL	CS	15/10/2003	-1.70	6.80		12.00			UTILIZADO	R	4	6	12	54,057.60		377860	8471056
056	Julio Sánchez Arias	1973	T	15.00	12.00	0.40	DEUTZ	D	15	CARVER	TV	15/10/2003	-2.00	4.20		12.00			UTILIZADO	R	4	6	11	49,552.80		378163	8471116
057	Ines López Salcedo	1963	TA	20.00	18.00	1.30	SIFANG	D	15	HIDROSTAL	TV	13/10/2003	-2.00	4.40		12.00			UTILIZADO	R	4	6	12	54,057.60		378519	8471309
058	Juan Apcho López	1963	T	15.00	14.00	0.40	LISTER	D	17	COULDS	TV	13/10/2003	-2.00	5.35		20.00			UTILIZADO	R	10	4	11	137,654.00		378760	8471411
059	Luisa Escate Bautista	1989	TA	16.00	11.70	1.50	JENBACK	D	15	CARVER	TV	15/10/2003	-2.00	6.80		12.00			UTILIZADO	R	6	4	12	54,057.60		377716	8471287
060	Adriano Salazar Pardo	1990	T	10.00	7.70	0.40	SHING JUNG	D	12	HIDROSTAL	TV	18/09/2003	0.00	1.40		15.00			UTILIZADO	R	2	3	12	16,902.00		379868	8472214
061	Adriano Salazar Pardo	1990	TA	4.00	0.00	0.00						18/09/2003	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							379886	8472264	
062	Isaac Guzmán	1961	T	25.00	12.00	0.50	CHNO	D	15	HIDROSTAL	TV	16/10/2003	-3.00	4.30		12.00			UTILIZADO	R	8	6	9	81,097.20		378913	8472197
063	Isaac Guzmán	1960	T	15.00	8.00	0.40	LISTER	D	17	HIDROSTAL	TV	18/09/2003	-1.80	4.75		12.00			UTILIZADO	R	2	3	12	13,521.60		379077	8471980
064	Manuel Checa Arias	1987	T	30.00	27.70	0.40	SIEMENS	E	40	HIDROSTAL	TV	16/10/2003	0.00	6.50		12.00			UTILIZADO	R	6	5	7	39,421.20		379631	8473228
065	Manuel Checa Arias	1981	T	12.00	11.80	0.40						16/10/2003	-3.00	6.20				UTILIZABLE							379162	8472661	
066	Silvio Monroy Rebata	1983	TA	8.00	7.67	1.20	CHINO	D	10	HIDROSTAL	CS	22/10/2003	-2.60	4.30		12.00			UTILIZADO	R	2	5	12	22,521.60		377024	8471414
067	Silvio Monroy Rebata	1988	TA	7.00	0.00	0.00						22/10/2003	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							376945	8471290	
068	Fabiana Matos De Olivares	1997	TA	3.00	7.00	1.80	HONDA	G	5	HIDROSTAL	CS	16/10/2003	-3.40	5.70		5.00			UTILIZADO	R	2	4	12	7,506.00		375447	8474606
069	Albina Calagron	1995	TA	5.00	7.00	1.80	CHINO	D	5	HIDROSTAL	CS	15/10/2003	0.00	4.10		4.00			UTILIZADO	R	4	3	12	9,009.60		375518	8474490
070	Félix Roberto Cuarema Flores	1995	TA	4.00	0.00	0.00						16/10/2003	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							374633	8475604	
071	Ismael Benavides	1996	TA	23.00	23.70	0.45	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	24/10/2003	-1.90	10.30		20.00			UTILIZADO	R	10	6	12	225,264.00		378521	8473645
072	Paulina Chuquiyauri Rodriguez	1995	TA	5.00	7.00	0.90						15/10/2003	0.00	4.80				UTILIZADO	D				306.60		374063	8476468	
073	Ismael Benavides	1992	T	25.00	22.60	0.50						23/10/2003	0.00	14.20		15.00			UTILIZADO	R	10	7	12	197,100.00		378375	8473128
074	Ismael Benavides	1980	TA	6.00	7.00	0.60						15/10/2003	0.32	6.00				UTILIZADO	D				306.60		374148	8476421	
075	Ismael Benavides	1984	TA	8.00	0.00	0.00						24/10/2003	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							379290	8473885	
076	Ismael Benavides	1963	T	28.00	29.00	0.47	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	24/10/2003	0.00	9.40		25.00			UTILIZADO	R	10	6	12	281,580.00		379478	8473666
077	Ismael Benavides	1963	T	22.00	33.50	0.47	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	24/10/2003	0.00	9.80		14.00			UTILIZADO	R	12	6	12	189,218.40		379485	8473420
078	Ismael Benavides	1976	T	20.00	25.00	0.50	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	24/10/2003	0.00	12.10		25.00			UTILIZADO	R	10	6	12	281,580.00		379193	8473550
079	Ismael Benavides	1998	T	28.00	29.90	0.47	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	24/10/2003	-3.00	11.25		25.00			UTILIZADO	R	10	7	12	328,500.00		379382	8473902
080	Ismael Benavides	1998	T	28.00	28.00	0.52	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	24/10/2003	0.00	11.40		25.00			UTILIZADO	R	8	7	12	262,800.00		378953	8473909

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 11/05/05

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : PARACAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						EXPLOTACIÓN					COORD			
		Año 19.	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	X	Y
							MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.			hd	ds	m/g			
081	Drago Kisic	1997	T	20.00	20.00	0.47	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	24/10/2003	0.70	10.00		12.00			UTILIZADO	R	12	7	11	173,448.00	379041	8474248
082	Drago Kisic	1991	T	28.00	0.00	0.00						24/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						379038	8474238
083	Ismael Benavides	1962	T	19.00	22.30	0.50	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	17.80		25.00			UTILIZADO	R	10	7	12	328,500.00	378557	8472953
084	Ismael Benavides	1989	T	19.00	17.00	0.52						23/10/2003	0.00	14.00					UTILIZABLE						378451	8472697
085	Ismael Benavides	1989	T	22.00	25.00	0.50	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	12.20		20.00			UTILIZADO	R	10	7	12	262,800.00	378774	8472525
086	Drago Kisic	1985	T	25.00	21.40	0.47	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	26/10/2003	0.00	11.12		20.00			UTILIZADO	R	6	7	11	144,540.00	379306	8473155
087	Ismael Benavides	1981	T	20.00	29.00	0.45	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	12.00		18.00			UTILIZADO	R	10	7	12	236,520.00	377507	8472917
088	Ismael Benavides	1962	T	25.00	21.60	0.47	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	16.00		20.00			UTILIZADO	R	10	7	12	262,800.00	378126	8473186
089	Pablo Alfonso Carrasco H.	1999	TA	5.00	2.50	1.30						17/10/2003	-0.60	2.20					UTILIZABLE						376750	8475511
090	Conzolo Rojas Vásquez	1996	TA	2.00	2.50	1.00						16/10/2003	0.00	1.70					UTILIZADO	D				1,314.00	374292	8476075
091	Angela Turpo Castillo	1980	TA	4.00	4.00	2.10						16/10/2003	0.00	3.15					UTILIZABLE						374405	8475914
092	Celso López Pineda	1995	TA	4.00	3.75	1.00						16/10/2003	0.35	1.55					UTILIZADO	D				876.00	374285	8476070
093	Claudio Soldi Soldi	1983	TA	9.00	12.00	1.40	ELECTRICO	E	2	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	8.25		2.00			UTILIZADO	D	4	5	12	7,509.60	378374	8472647
094	Fundo Rosario De Yauca	1994	TA	6.00	5.80	1.70	CHINO	D	15	HIDROSTAL	TV	17/10/2003	0.00	4.10		12.00			UTILIZADO	R	3	6	9	30,412.80	377410	8475457
095	Aceros Arequipa	1997	T	20.00	16.00	0.45	MOTOBOMBA	D	5.5			7/10/2003	0.30	6.50		6.00			UTILIZADO	R	3	1	12	3,376.80	374229	8476427
096	Carlos Sandoval (Fdo. Carlitos)	1963	T	25.00	19.00	0.40	B. STRATTON	D	20	HIDROSTAL	TV	18/09/2003	0.00	5.50		12.00			UTILIZADO	R	5	5	12	56,318.40	376836	8469055
097	Oscar Coakira Montesinos	1983	M	15.00	13.50	1.30	LISTER	D	7	HIDROSTAL	TV	20/09/2003	0.00	5.20		12.00			UTILIZADO	R	8	7	12	126,144.00	379825	8471422
098	Celso López Pineda	1985	T	3.00	3.60	1.60	LISTER	D	10	HIDROSTAL	TV	16/10/2003	0.00	2.30		12.00			UTILIZADO	R	5	4	12	45,057.60	374713	8476041
099	Manuel Gonzales	1993	TA	10.00	10.00	1.60	CHINO	D	14	HIDROSTAL	TV	15/10/2003	0.30	6.70		12.00			UTILIZADO	R	6	6	12	81,086.40	377379	8471000
100	Banco Wiese	1978	TA	18.00	9.30	1.70	LISTER	D	10	HIDROSTAL	TV	25/10/2003	-1.60	4.60		12.00			UTILIZADO	R	5	6	10	56,316.00	379289	8474792
101	Samuel Winter Zuzunaga	1963	TA	20.00	0.00	0.00						25/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						379725	8474404
102	Ordeón Lurpo Cruz	1980	TA	3.00	2.90	2.10						16/10/2003	0.35	2.02					UTILIZABLE						374444	8475845
103	Estuardo Masias Marut	1963	T	10.00	20.00	0.47	ELECTRICO	E	70	HIDROSTAL	TV	25/10/2003	-7.00	10.00		12.00			UTILIZADO	R	12	5	11	123,895.20	377294	8469972
104	Claudio Soldi Soldi	1985	T.A	10.00	0.00	0.00						19/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						376912	8471096
105	Ministerio de la Produccion	1964	T	25.00	24.75	0.50	CATERPILLAR	D	70	HIDROSTAL	TV	21/10/2003	0.00	6.22		25.00			UTILIZADO	I	2	6	12	56,310.00	375127	8471696
106	Ministerio de la Produccion	1963	T	20.00	7.00	0.45						21/10/2003	1.10	0.00					NO UTILIZABLE						375635	8471173
107	Ministerio de la Produccion	1964	T	22.00	20.80	0.40						21/10/2003	0.00	5.60					UTILIZABLE						375226	8471291
108	Asociación Luis Negreiros	1993	TA	6.00	5.20	1.20	LISTER	D	16	HIDROSTAL	CS	17/10/2003	0.00	4.10		10.00			UTILIZADO	R	7	4	12	52,560.00	376912	8475402
109	Fundo Chaco Km. 243	1979	TA	4.00	5.50	1.60	HONDA	G	10	HIDROSTAL	CS	17/10/2003	-4.00	4.00		12.00			UTILIZADO	R	2	4	12	18,014.40	376580	8475435
110	Banco Sudamericano	1984	TA	9.00	8.20	1.70						22/10/2003	0.00	4.64					UTILIZABLE						376880	8471008
111	Banco Sudamericano	1968	T	20.00	0.00	0.00						22/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						376989	8470961
112	Banco Sudamericano	1973	TA	9.00	0.00	0.00						22/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						376498	8470840
113	Banco Sudamericano	1976	TA	9.00	8.20	1.80						21/10/2003	-1.00	7.80					UTILIZABLE						376425	8470840
114	Banco Sudamericano	1973	TA	9.00	7.70	1.85						22/10/2003	0.00	6.93					UTILIZABLE						376366	8470600
115	Banco Sudamericano	1973	TA	9.00	0.00	0.00						26/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						376590	8470599
116	Banco Sudamericano	1983	TA	4.00	3.00	0.00						26/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						376762	8470693
117	Aceros Arequipa	1995	TA	6.00	5.80	1.50	HIDROSTAL	E	5.7	HIDROSTAL	S	3/10/2003	0.50	4.80		6.00			UTILIZADO	R	3	7	12	23,652.00	373950	8476475
118	Aceros Arequipa	1998	T	15.00	8.50	0.50						3/10/2003	0.00	7.10					UTILIZABLE						373754	8476348
119	Jaime Valdéz Human	1973	T	12.00	10.00	0.50						17/09/2003	0.00	4.50					UTILIZABLE						379367	8469513
120	Aceros Arequipa	1994	TA	5.00	5.00	2.50	DELCROSA	E	12.0	HIDROSTAL	CS	3/10/2003	0.50	4.00		6.00			UTILIZADO	R	4	6	12	27,028.80	373531	8476129

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 11/05/05

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : PARACAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL								EXPLOTACION					COORD		
		Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	PSAD56	X	Y
							MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.			h/d	d/s	m/g				
121	Gaspar Fernandez Concha	1979	TA	13.00	0.00	0.00						29/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377250	8469810
122	Celso López Pineda	1990	TA	0.00	0.00	0.00						16/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							374420	8475860
123	Ambrocio Gonzales	1993	T.A	10.00	10.00	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO		20/09/2003	0.90	4.90					UTILIZABLE							377600	8470681
124	Victor Berrospi Lucero	1970	T	30.00	21.25	0.50						19/09/2003	0.30	5.92					UTILIZABLE							377870	8470532
125	Carlos Lizama	1958	T	30.00	20.00	0.42	LISTER	D	30	HIDROSTAL	TV	2/09/2003	0.50	6.68		12.00			UTILIZADO	R	8	7	12	126,144.00		378210	8470255
126	Wilder Bendeáz Vera	1965	TA	20.00	0.00	0.00						15/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377940	8470810
127	Fredy Vera Bendeáz	1990	TA	13.00	12.34	1.50	SIFANG	D	12	HIDROSTAL	TV	19/09/2003	0.00	7.15		10.00			UTILIZADO	R	3	6	12	33,792.00		377765	8470732
128	Manuel Gonzáles Escate	1993	TA	10.00	9.80	1.10	JENBACH	D	15	CARVER	TV	15/10/2003	-1.80	6.80		12.00			UTILIZADO	R	6	5	11	61,947.60		377554	8471146
129	Aceros Arequipa	1997	T	25.00	21.60	0.50	HITACHI	E	7.5	HIDROSTAL	S	3/10/2003	0.80	6.50		4.80			UTILIZADO	I	24	6	12	129,749.76		374239	8475708
130	Manuel Pardo	1973	T	18.00	5.00	0.40						20/09/2003	0.00	3.04					UTILIZABLE							379028	8471756
131	Manuel Pardo	1988	T	25.00	0.00	0.00						20/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							379220	8472840
132	Alberto Galeno	1985	T	25.00	24.10	0.50	NISSAN	D	20	HIDROSTAL	TV	16/10/2003	0.00	5.40		15.00			UTILIZADO	R	2	3	12	16,902.00		376696	8471580
133	Celso López Pineda	1975	TA	6.00	5.70	1.60	LISTER	D	10	HIDROSTAL	CS	16/10/2003	0.00	3.20		12.00			UTILIZADO	R	4	5	12	45,057.60		374567	8476014
134	Isaac Guzmán Guzman	1991	T	25.00	23.70	0.40	ELECTRICO	E	10	HIDROSTAL	CS	29/10/2003	0.00	9.70		9.00			UTILIZADO	R	10	6	10	84,474.00		379453	8472579
135	Isaac Guzmán Guzman	1990	M	20.00	20.00	0.40	ELECTRICO	E	10	HIDROSTAL	CS	29/10/2003	0.00	11.48		9.00			UTILIZADO	R	7	6	10	59,130.00		379953	8473247
136	Isaac Guzmán Guzman	1993	M	25.00	25.00	0.40	ELECTRICO	E	10	HIDROSTAL	CS	29/10/2003	0.00	11.44		9.00			UTILIZADO	R	10	6	12	101,368.80		379963	8473255
137	Aceros Arequipa	1996	TA	5.00	5.50	1.50	HIDROSTAL	E	5.7	HIDROSTAL	S	3/10/2003	0.90	3.50		6.00			UTILIZADO	R	2	7	12	15,768.00		374307	8475734
138	Aceros Arequipa	1980	T	12.00	0.00	0.00						3/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							374003	8476302
139	Aceros Arequipa	1975	T	18.00	15.00	0.50						3/10/2003	0.00	13.40					UTILIZABLE							374099	8476298
140	Aceros Arequipa	1997	T	15.00	10.10	0.50						3/10/2003	0.00	9.20					UTILIZABLE							374101	8476204
141	EDES EIRL	2000	T	25.00	25.00	0.40	DELTA	E	30	HIDROSTAL	TV	22/10/2003	0.00	4.10		25.00			UTILIZADO	R	16	7	12	525,600.00		374376	8471840
142	EDES EIRL	1999	T	25.00	25.00	0.40	IEM	E	30	HIDROSTAL	TV	22/10/2003	-3.00	4.25		12.00			UTILIZADO	R	16	7	12	252,288.00		373976	8471955
143	Ismael Benavides	1963	T	20.00	18.30	0.47						24/10/2003	0.00	9.12					UTILIZABLE							378409	8472136
144	Ismael Benavides	1992	TA	12.00	11.40	1.35						24/10/2003	0.40	9.20					UTILIZABLE							378549	8472075
145	Ismael Benavides	1983	TA	8.00	0.00	0.00						26/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377894	8471962
146	Ismael Benavides	1994	TA	12.00	0.00	0.00						26/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377895	8471780
147	EDES EIRL	2000	TA	10.00	10.00	1.25						22/10/2003	0.00	4.85					UTILIZABLE							374062	8472290
148	EDES EIRL	1999	TA	8.00	0.00	0.00						22/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							373937	8471475
149	EDES EIRL	1999	TA	8.00	0.00	0.00						22/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							374131	8471570
150	Humberto Galeno Tapia	1960	T	20.00	0.00	0.00						21/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							374297	8471569
151	Agricola Nueva California S.A.	1996	M	45.00	45.00	0.40	ELECTRIC	E	20	HIDROSTAL	S	24/09/2003	0.00	31.45		4.00			UTILIZADO	R	20	6	12	90,105.60		382131	8474079
152	Agricola Nueva California S.A.	1999	M	60.00	60.00	0.50	FORD	D	70	JHONSON	TV	24/09/2003	0.00	33.80		21.00			UTILIZADO	R	12	6	12	283,827.60		382017	8474080
153	Isaac Guzmán	1998	M	20.00	0.00	0.00						25/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							380540	8473351
154	Adriano Salazar Pardo	1989	TA	6.00	6.00	1.80	B. STRATTON	D	20	HIDROSTAL	TV	20/09/2003	-2.00	2.40		6.00			UTILIZADO	R	3	7	12	23,652.00		379761	8472227
155	Angel García Olano	1996	TA	12.00	10.00	1.30	HONDA	G	5.5	HONDA	CS	20/09/2003	0.90	6.30		5.00			UTILIZADO	R	3	3	12	8,448.00		379921	8471999
156	Martín Hipólito Molina Gutierrez	1993	TA	11.00	10.00	1.40	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO		13/10/2003	1.60	4.60		2.00			UTILIZADO	R	3	6	12	6,758.40		379236	8471164
157	Clemente Ancasi Palomino	1997	TA	8.00	8.00	1.50	DEUTZ	D	22	CARVER	TV	13/10/2003	-0.60	4.85		25.00			UTILIZADO	R	6	4	10	93,850.00		379116	8471405
158	Antonio Apcho López	1993	TA	11.00	10.00	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO		13/10/2003	0.40	5.30		2.00			UTILIZADO	R	4	6	8	6,006.40		378975	8471064
159	Marcos Sanchez López	1993	TA	12.00	11.00	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO		13/10/2003	0.00	4.80					UTILIZABLE							378804	8471263
160	Luis Tumay Flores	1993	TA	12.00	11.70	1.50	CHINO	D	14	HIDROSTAL	TV	15/10/2003	-1.50	6.20		12.00			UTILIZADO	R	5	4	12	45,057.60		378325	8471313

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 11/05/05

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : PARACAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL								EXPLOTACION					COORD		
		Año	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	PSAD56	X	Y
							MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.			h/d	d/s	m/a				
161	Patricia Caceres Aliaga De Magaña	1998	TA	9.00	9.00	1.50	LISTER	D	14	HIDROSTAL	TV	17/10/2003	-1.70	3.80		12.00			UTILIZADO	R	1	5	12	11,260.80		376026	8473873
162	Juarez Fundo "Don Pepe"	1999	TA	8.00	7.00	1.50						17/10/2003	-3.10	5.90					UTILIZABLE							375948	8474316
163	Miguel Angel Vilca Luján	1999	TA	8.00	8.00	1.30	CHINO	D	16	HIDROSTAL	CS	14/10/2003	0.00	3.70		12.00			UTILIZADO	R	7	6	12	94,608.00		378456	8476022
164	Fundo. Palmera	1996	TA	6.00	0.00	0.00						14/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377516	8476412
165	Gerardina Nieza Araujo	1994	TA	12.00	12.00	1.50	CHINO	D	16	HIDROSTAL	CS	14/10/2003	-2.10	4.90		12.00			UTILIZADO	R	7	7	12	110,376.00		378464	8475617
166	Isabel Montori Meza	1995	T	10.00	9.30	0.60						14/10/2003	0.00	2.90					UTILIZABLE							378202	8475282
167	Jorge Checa	1997	TA	0.00	0.00	0.00						17/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							376290	8473547
168	Tiburcio Paconpia Yana	1995	TA	14.00	10.00	1.30						14/10/2003	-2.70	6.10					UTILIZABLE							376607	8473610
169	Tiburcio Paconpia Yana	1999	TA	9.00	8.40	1.30	HONDA	G	9	HONDA	CS	14/10/2003	-2.70	5.40		5.00			UTILIZADO	R	1	5	12	4,692.00		376490	8473811
170	Dina De La Cruz	1999	TA	7.00	9.00	1.40	HONDA	G	10	HIDROSTAL	CS	14/10/2003	-3.50	6.60		12.00			UTILIZADO	R	4	4	12	36,043.20		376882	8473880
171	Tomás Bonilla	1997	T	13.00	12.80	0.50						13/10/2003	0.00	7.20					UTILIZABLE							376673	8473553
172	Tomás Bonilla	1999	TA	10.00	5.00	1.80						13/10/2003	-2.00	0.00					NO UTILIZABLE							376744	8473587
173	Eliseo Galindo Saucedo	1992	TA	10.00	9.00	1.80	CHINO	D	16	HIDROSTAL	CS	13/10/2003	-1.00	7.30		12.00			UTILIZADO	R	5	4	12	45,057.60		376997	8473652
174	Jorge Muñoz	1992	TA	12.00	0.00	0.00						14/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							376932	8473002
175	Fernando Quevedo Navarro	1999	T	25.00	24.10	0.50	CHINO	D	15	HIDROSTAL	CS	13/10/2003	0.00	6.15		12.00			UTILIZADO	R	12	7	12	189,216.00		376353	8472580
176	Fundo "San Ambrosio"	1990	T	17.00	16.00	0.40						13/10/2003	-1.00	4.40					UTILIZABLE							376113	8472997
177	Fundo "El Rescate"	1998	TA	3.50	2.00	1.50						13/10/2003	0.40	0.00					NO UTILIZABLE							376040	8472930
178	Moises Romero	1999	TA	5.00	4.80	1.50						13/10/2003	0.00	4.50					UTILIZABLE							375658	8473568
179	Arcedio Salazar Olemente	1998	TA	7.00	6.70	1.50	HONDA	G	10	HONDA	CS	13/10/2003	-5.00	5.45		12.00			UTILIZADO	R	4	5	12	45,057.60		376149	8472777
180	César Quevedo	1997	TA	10.00	9.40	1.30	CHINO	D	15	HIDROSTAL	CS	13/10/2003	-5.00	6.20		12.00			UTILIZADO	R	2	7	12	31,536.00		376200	8472604
181	Portan Mesa Cusipuma	1995	T	22.00	21.30	0.50	CHINO	D	15	HIDROSTAL	CS	13/10/2003	-3.00	4.40		15.00			UTILIZADO	R	5	5	12	70,398.00		376443	8472056
182	Erick Castillo Torres	1996	T	25.00	24.60	0.50						13/10/2003	0.00	10.03					UTILIZABLE							377717	8473483
183	Adolfo Valle	1994	T	12.00	11.00	0.50						13/10/2003	-2.65	7.65					UTILIZABLE							377962	8473760
184	Adolfo Valle	1991	T	24.00	23.00	0.50						13/10/2003	0.00	7.89					UTILIZABLE							377840	8473863
185	Ismael Benavides	1978	T	20.00	24.00	0.50	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	24/10/2003	0.00	9.10					UTILIZABLE							378390	8474245
186	Ismael Benavides	1976	T	20.00	21.00	0.47	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	24/10/2003	-2.00	8.40		25.00			UTILIZADO	R	10	6	12	281,580.00		378610	8474254
187	Estuardo Masias Marut	1994	T	18.00	17.12	0.52						25/10/2003	-6.10	6.10					UTILIZABLE							376694	8469852
188	Estuardo Masias Marut	1995	T	15.00	14.10	0.52	ELECTRICO	E	10	HIDROSTAL	CD	25/10/2003	-5.80	6.00		12.00			UTILIZADO	R	10	7	10	131,400.00		377031	8469821
189	Estuardo Masias Marut	1996	TA	15.00	0.00	0.00						25/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							377288	8470047
190	Luisa Flores De Cornejo	1999	TA	6.00	5.80	1.30						14/10/2003	1.30	5.30					UTILIZABLE							375072	8474583
191	Luisa Flores De Cornejo	1998	TA	14.00	14.00	1.50	HONDA	G	10	HIDROSTAL	CS	14/10/2003	-4.00	6.80		12.00			UTILIZADO	R	3	5	12	33,782.40		374904	8474731
192	Santiago Huaracaya Wincho	1997	TA	7.00	0.00	0.00						17/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							376830	8471200
193	Centro Poblado "Las Palmeras"	1999	TA	6.50	0.00	0.00						17/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE							376890	8471198
194	Ismael Benavides	1994	T	25.00	25.00	0.45	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	11.90		25.00			UTILIZADO	R	10	6	12	281,580.00		377672	8471940
195	Ismael Benavides	1994	T	25.00	24.80	0.45	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	12.33		20.00			UTILIZADO	R	10	7	12	262,800.00		377393	8472457
196	Ismael Benavides	1994	T	25.00	25.00	0.52	ELECTRICO	E	30.0	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	13.00		20.00			UTILIZADO	R	10	6	12	225,264.00		377847	8472471
197	Ismael Benavides	1997	T	25.00	25.00	0.50	ELECTRICO	E	30.0	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	9.20		25.00			UTILIZADO	R	10	7	12	328,500.00		377965	8472900
198	Ismael Benavides	1997	T	25.00	22.70	0.45	ELECTRICO	E	30.0	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	12.30		20.00			UTILIZADO	R	10	7	12	262,800.00		377888	8473296
199	Ismael Benavides	1997	T	25.00	25.00	0.47	ELECTRICO	E	30.0	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	-2.50	7.60		5.00			UTILIZADO	R	4	6	12	22,524.00		378837	8473679
200	Victor Berrospi Lucero	1990	TA	10.00	8.20	1.60	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	19/09/2003	1.00	5.75					UTILIZADO	D				262.80		377316	8470275

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuário

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 11/05/05

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : PARACAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL								EXPLOTACION					COORD	
		Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	X	Y
							MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.			h/d	d/s	m/g			
201	Ambrosio Gonzales Huamani	1980	TA	13.00	11.65	1.50	SIFANG	D	12	HIDROSTAL	TV	19/09/2003	-5.20	7.90		12.00			UTILIZADO	R	3	6	12	40,550.40	377460	8470554
202	Yuri Gonzáles Obregón	1970	T	18.00	0.00	0.00						20/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						379019	8471757
203	Manuel Pardo	1970	T	18.00	0.00	0.00						20/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						379019	8471757
204	Acepción Yacjoa Tigeda	1997	TA	10.00	9.00	1.40	CHINO	D	18	CARVER	TV	15/10/2003	-2.20	6.40		12.00			UTILIZADO	R	4	6	12	54,057.60	377968	8470871
205	Claudio Jibaja James	1996	TA	9.00	8.87	1.30						22/10/2003	-1.50	6.80					UTILIZABLE						377431	8471365
206	Silvio Monroy Rebata	1993	TA	12.00	12.00	1.30	HONDA	G	5	HIDROSTAL	CS	22/10/2003	-1.80	9.50		12.00			UTILIZADO	R	3	6	12	40,550.40	377440	8471555
207	EMAPA Paracas	1992	T	20.00	19.30	0.42	ELECTRICO	E	20	HIDROSTAL	TV	22/10/2003	0.00	8.40					UTILIZADO	D				35,040.00	377682	8471580
208	Ricardo Villa	1993	TA	13.00	12.00	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	13/09/2003	0.90	6.50					UTILIZABLE						378104	8468936
209	Jaime Agustín Carpio Adriansola	1968	T	20.00	0.00	0.00						13/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						378211	8470126
210	José Luis Gagliardi	1994	TA	12.00	0.00	0.00						20/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						379948	8470795
211	Lucia Santiago (Fdo. Juanita)	1996	TA	17.00	13.15	1.50	LISTER	D	8	HIDROSTAL	TV	17/09/2003	-2.30	5.78		12.0			UTILIZADO	R	3	5	12	33,782.40	377297	8468545
212	Ismael Benavides	1999	T	30.00	30.30	0.52	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	11.70		25.0			UTILIZADO	R	8	6	12	225,270.00	377651	8472211
213	Alberto Galeno	1997	T	20.00	19.10	0.50						17/10/2003	0.00	6.00					UTILIZABLE						376204	8470418
214	Pascual Yauricasa Tornero	1996	TA	13.00	10.50	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	17/09/2003	0.90	6.28					UTILIZADO	D				175.20	376220	8470215
215	Teodilo Ceencho Huamani	1999	TA	5.00	4.80	1.50	HONDA	G	8	HIDROSTAL	CS	14/10/2003	0.00	4.60		12.0			UTILIZADO	R	3	4	12	27,028.80	374887	8474129
216	María Ramos Peña	1997	TA	5.00	0.00	0.00						16/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						377065	8470603
217	Dionicio G. Prado Antonio	1997	TA	6.00	5.70	1.70						21/10/2003	0.00	3.00					UTILIZADO	D				525.60	373101	8471008
218	Dionicio G. Prado Antonio	1994	TA	5.00	3.30	1.00						21/10/2003	0.00	3.05					UTILIZADO	D				175.20	373107	8471028
219	Guido Ramirez Arroyo	1999	T	15.00	14.10	0.50						21/10/2003	-1.50	2.80					UTILIZABLE						373067	8470430
220	Guido Ramirez Arroyo	1999	TA	12.00	3.10	1.05						21/10/2003	0.00	2.98					UTILIZABLE						373036	8470893
221	Jaime Valdez Huaman	1993	TA	16.00	0.00	0.00						13/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						378673	8469098
222	Jorge Muñoz	1973	TA	22.00	0.00	0.00						13/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						378323	8466984
223	Ana María Campos Hernández	1960	TA	20.00	6.50	0.40						13/09/2003	0.00	2.50					UTILIZABLE						384242	8463244
224	Ana María Campos Hernández	1960	TA	10.00	8.60	1.80						13/09/2003	0.40	5.30					UTILIZADO	D				175.20	384287	8463381
225	Pedro Félix Tasayco	1960	TA	3.00	3.45	1.37						13/09/2003	0.40	1.54					UTILIZADO	D				1,314.00	384374	8463454
226	Avicola Santa Elena	1995	TA	13.00	11.75	1.50	ELECTRIC. USA	E	20	ELECTRIC	TV	19/09/2003	0.80	7.40		16.00			UTILIZADO	P	5	6	12	90,105.60	381063	8463683
227	Avicola Santa Elena	1995	TA	9.00	9.00	1.60						19/09/2003	1.00						UTILIZABLE						380855	8463481
228	Avicola Santa Elena	1996	TA	12.00	10.00	1.50						19/09/2003	1.40						UTILIZABLE						380772	8463587
229	Avicola Santa Elena	1990	TA	21.00	19.00	1.60	ELECTRIC. USA	E	20	ELECTRIC	TV	19/09/2003	0.60	8.93		16.00			UTILIZADO	P	6	7	12	126,144.00	382648	8463785
230	Guillermo Medina Flores	1994	TA	11.00	9.90	1.20	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	13/09/2003	0.50	5.68		5.00			UTILIZADO	R	3	3	12	8,448.00	379913	8464628
231	FUNSUR	2001	TA	7.50	7.50	5.00	ELECTRIC	E	8	HIDROSTAL	CS	7/10/2003	-2.00	6.00		10.00			UTILIZADO	I	6	6	10	56,310.00	372910	8477478
232	FUNSUR	1995	TA	6.20	6.00	7.00	ELECTRIC	E	8	HIDROSTAL	CS	7/10/2003	-2.00	4.60		10.00			UTILIZADO	I	8	6	10	75,090.00	373092	8477023
233	FUNSUR	1996	TA	7.00	7.00	7.00	ELECTRIC	E	8	HIDROSTAL	CS	7/10/2003	-3.00	5.50		14.00			UTILIZADO	I	6	6	10	78,834.00	373377	8477214
234	FUNSUR	1998	TA	6.00	6.00	5.00	ELECTRIC	E	8	HIDROSTAL	CS	7/10/2003	-3.00	4.20		10.00			UTILIZADO	I	6	6	10	56,310.00	372937	8476255
235	FUNSUR	1996	TA	5.00	4.00	7.00	PERKINS	D		HIDROSTAL	TV	7/10/2003	-2.00	2.70		10.00			UTILIZADO	I	6	6	10	56,310.00	372762	8475889
236	FUNSUR	1997	TA	6.00	6.00	7.00	ELECTRIC. USA	E	8	HIDROSTAL	CS	7/10/2003	-2.50	4.50		12.00			UTILIZADO	I	7	7	10	91,980.00	373405	8476595
237	INTRADEVCO	1984	TA	4.00	2.30	1.00						16/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						374426	8475834
238	Martín García	1994	TA	12.00	11.77	1.35	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	13/09/2003	0.90	4.70					UTILIZABLE						380504	8463676
239	Aceros Arequipa	1978	TA	15.00	14.50	0.50	HITACHI	E	5	HIDROSTAL	S	3/10/2003	0.00	5.25		4.00			UTILIZADO	I	20	7	12	105,120.00	374246	8475872
240	Ismael Benavides	1996	T	24.00	26.00	0.50	ELECTRIC	E	30	HIDROSTAL	TV	24/10/2003	0.00	9.50		12.00			UTILIZADO	R	10	6	12	135,158.40	378175	8472094

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 11/05/05

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : PARACAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL								EXPLOTACIÓN							COORD	
		Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	X	Y		
							MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.			h/d	d/s	m/d					
241	FUNSUR	2003	TA	8.00	8.00	7.00	ELECTRIC. USA	E	11	HIDROSTAL	CS	7/10/2003	-3.00	6.00		4.00			UTILIZADO	I	8	7	10	35,040.00	372766	847769		
242	Nelly Quispe Seperían	1998	TA	7.00	7.00	1.60	CHINO	D	10	HIDROSTAL	CS	14/10/2003	-4.00	4.80		5.00			UTILIZADO	R	2	5	12	9,384.00	374681	847447		
243	Nelly Quispe Seperían	1998	TA	8.00	0.00	0.00						14/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						377620	847462		
244	Señor Parian	1996	TA	8.00	8.00	1.30						14/10/2003	-2.00	6.00					UTILIZABLE						374901	847490		
245	Cruz Cordova	1997	TA	6.00	0.00	0.00						26/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						376525	847053		
246	Eladio Duran Cerna	1997	TA	10.00	9.85	1.20	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	13/09/2003	0.60	4.86		5.00			UTILIZADO	R	3	3	12	8,448.00	380058	846455		
247	Miguel Silva Montes	1994	TA	13.00	9.70	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	13/09/2003	0.80	4.95		5.00			UTILIZADO	R	2	3	12	5,634.00	380150	846447		
248	Asoc. Agropecuaria Orogai	1994	TA	12.00	9.80	1.35	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	13/09/2003	0.60	3.74					UTILIZABLE						380040	846419		
249	Juan Alcadio Obregón	1964	TA	12.00	7.60	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	13/09/2003	0.80	4.62		5.00			UTILIZADO	R	3	3	12	8,448.00	380443	846428		
250	Faustino Mendoza Ayala	1994	TA	10.00	10.10	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	13/09/2003	0.80	5.15		5.00			UTILIZADO	R	3	2	12	5,634.00	380780	846408		
251	Luis Ojeda Quispe	1996	TA	12.00	8.40	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	13/09/2003	1.20	4.85		5.00			UTILIZADO	R	3	2	12	5,634.00	380611	846395		
252	Severo Choque Aguilar	1994	TA	12.00	9.35	1.35						13/09/2003	0.80	3.70					UTILIZABLE						380436	846395		
253	Lucía Sulca Tito	1994	TA	11.00	10.00	1.30						13/09/2003	0.50	3.52					UTILIZABLE						380307	846374		
254	José Luis Gagliardi	1999	T	23.00	23.00	0.40	NISSAN	D	75	HIDROSTAL	TV	20/09/2003	0.00	5.42		25.00			UTILIZADO	R	10	6	12	281,580.00	379460	847045		
255	José Luis Gagliardi	1994	TA	5.00	0.00	0.00						20/09/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						379696	847042		
256	Agraria Santa Aldina S.R.L.	1998	TA	15.00	12.60	1.40	ELECTRIC	E	16	HIDROSTAL	TV	19/09/2003	0.90	6.90		13.00			UTILIZADO	R	3	4	12	29,281.20	377519	847017		
257	José Luis Gagliardi	1998	T	18.00	17.70	0.40						20/09/2003	0.00	5.80					UTILIZABLE						378846	846989		
258	Galeño Tapia	1960	T	20.00	0.00	0.00						21/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						374531	847108		
259	Asoc. de Agricultores Antillas	1998	TA	5.00	4.30	2.00						17/10/2003	1.30	0.60					UTILIZABLE						371477	847112		
260	Asoc. de Agricultores Antillas	1998	TA	5.00	0.00	0.00						17/10/2003	0.00	0.00					NO UTILIZABLE						371996	847101		
261	Luis Yovera Rojas	2000	TA	5.00	4.50	2.00						17/10/2003	0.00	2.70					UTILIZADO	D				306.00	372152	847112		
262	Aceros Arequipa	1997	TA	6.00	5.50	1.20	HIDROSTAL	E	5.7	HIDROSTAL	S	3/10/2003	0.00	3.80		6.00			UTILIZADO	R	2	7	12	15,768.00	374220	847568		
263	Aceros Arequipa	1997	T	10.00	7.80	0.50						3/10/2003	0.00	6.90					UTILIZABLE						374517	847512		
264	Aceros Arequipa	1995	T	30.00	30.00	0.50	HITACHI	E	15	HIDROSTAL	S	3/10/2003	0.00	6.60		3.90			UTILIZADO	I	24	6	12	105,421.68	373792	847470		
265	Aceros Arequipa	1992	T	30.00	30.00	0.50	HITACHI	E	15	HIDROSTAL	S	3/10/2003	0.00	6.90		12.00			UTILIZADO	I	20	6	12	270,316.80	374155	847456		
266	Aceros Arequipa	1997	TA	10.00	7.50	1.20	HIDROSTAL	E	5.7	HIDROSTAL	S	3/10/2003	0.00	5.10		4.00			UTILIZADO	D	3	7	2	2,628.00	373727	847655		
267	Aceros Arequipa	1999	TA	8.00	6.00	1.50	HIDROSTAL	E	2	HIDROSTAL	S	3/10/2003	0.00	5.00		7.00			UTILIZADO	R	2	7	12	18,396.00	374704	847486		
268	FUNSUR	1997	TA	6.00	4.50	7.00	ELECTRIC. USA	E	8	HIDROSTAL	CS	7/10/2003	-2.00	3.80		4.00			UTILIZADO	R	4	6	10	15,016.00	373655	847728		
269	FUNSUR	197	TA	6.00	6.00	5.00	ELECTRIC. USA	E	8	HIDROSTAL	CS	7/10/2003	0.00	4.00		10.00			UTILIZADO	I	7	7	10	76,650.00	373367	847666		
270	Enapu Perú S.A.	1970	T	20.00	18.00	0.40	LISTER	D	20	HIDROSTAL	TV	20/09/2003	-1.20	4.10		20.00			UTILIZADO	I	8	7	12	210,240.00	367814	846846		
271	Enapu Perú S.A.	1970	T	25.00	22.00	0.50						20/09/2003	-1.30	3.70					UTILIZABLE						367931	846860		
272	Enapu Perú S.A.	1970	T	20.00	18.00	0.50						20/09/2003	-1.20	4.00					UTILIZABLE						367553	846859		
273	Enapu Perú S.A.	1970	T	20.00	18.00	0.50						20/09/2003	-1.30	3.40					UTILIZABLE						367234	846828		
274	Ricardo Letts C. (Fdo. Alamein)	2003	T	25.00	25.00	0.40						16/09/2003	0.00	6.78					UTILIZABLE						377631	846807		
275	Ministerio de Pesquería	1970	T	37.00	37.00	0.50	LINCOL	D	20	RANDOLPH	TV	20/09/2003	0.50	2.80		25.00			UTILIZADO	I	10	3	12	140,790.00	367864	846898		
276	Carlos Chipana	2003	M	25.00	25.00	0.40						20/09/2003	0.00	22.90					UTILIZABLE						380599	847211		

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLUMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 11/05/05

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : PARACAS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL								EXPLOTACION					COORD PSAD56		
		Año 19..	Tipo	Prof. Inc (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)			
							MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.			h/d	d/a	m/a				
277	Gral. Del Ejercito	2002	TA	5.10	5.10	1.70						19/09/2003	1.00	0.00					UTILIZABLE							378368	8466868
278	FUNSUR	2001	TA	5.50	5.50	7.00	ELECTRIC	E	20	HIDROSTAL	TV	7/10/2003	-2.00	4.00		4.00			UTILIZADO	I	6	6	10	22,524.00	373221	8476481	
279	Rafael Aguilar Arce	2002	T	67.00	67.00	0.50	PERKINS	D	40	HIDROSTAL	TV	7/10/2003	0.00	5.00		60.00			UTILIZADO	R	12	6	12	810,936.00	378782	8475595	
280	Rafael Aguilar Arce	2002	T	62.00	62.00	0.60	PERKINS	D	40	HIDROSTAL	TV	7/10/2003	0.00	5.00		60.00			UTILIZADO	R	12	6	12	810,936.00	378904	8475876	
281	Hugo Bulege Peralta	2003	TA	10.00	10.00	1.30	YANMAR L-9	D	10	HIDROSTAL	CS	13/10/2003	-2.80	5.30		12.00			UTILIZADO	R	4	5	10	37,548.00	379178	8471272	
282	Venancio Sanchez Cabeza	1990	TA	8.00	7.90	1.50						14/10/2003	-2.00	4.00				UTILIZABLE							378374	8476026	
283	Quispe Bendezu Celso	2003	T	20.00	20.00	0.50						17/10/2003	-1.50	3.80				UTILIZABLE							375439	8473741	
284	Carmen M. Porras Santisteban	2003	M	25.00	25.00	0.50	HONDA	G	10.5	HIDROSTAL	CS	16/10/2003	-1.80	5.40		12.00			UTILIZADO	R	3	6	6	20,275.20	377623	8471415	
285	INTRADEVCO S.A.	2003	T	30.00	30.00	0.40	DELCROSA	E	12	HIDROSTAL	CS	17/10/2003	0.00	7.38		25.00			UTILIZADO	R	4	6	12	112,620.00	374813	8475884	
286	Marcelino Contreras	1999	TA	7.00	6.20	1.40						21/10/2003	0.00	2.60				UTILIZABLE							372987	8471098	
287	America Piera Tapia	1997	TA	6.00	4.26	3.40							0.00	3.40				UTILIZABLE							373096	8471057	
288	Ismael Benavides	2003	T	30.00	30.00	0.50	ELECTRICO	E	30	HIDROSTAL	TV	23/10/2003	0.00	12.75		25.00			UTILIZADO	R	6	6	12	168,930.00	378293	8472786	
289	Ismael Benavides	2003	T	25.40	25.40	0.48						24/10/2003	0.00	12.50				UTILIZABLE							378137	8472250	
290	Ismael Benavides	2003	TA	12.00	12.00	1.50	HONDA	G	10	HIDROSTAL	CS	24/10/2003	-1.20	8.50		12.00			UTILIZADO	R	4	5	12	45,057.60	378437	8474316	
291	Agricola Santa Ines SAC	1998	T	30.00	20.00	0.47	PERKINS	D	30	HIDROSTAL	TV	25/10/2003	0.00	3.50		16.00			UTILIZADO	R	10	7	11	192,720.00	379776	8474028	
292	Hostal Paracas	1998	T	23.00	23.00	0.50	LISTER	D	10	BJ	TV	30/10/2003	0.00	2.85		10.00			UTILIZADO	D	4	7	12	52,560.00	367099	8469016	
293	Hostal Paracas	1998	T	23.00	23.00	0.50	LISTER	D	10	BJ	TV	30/10/2003	0.00	2.80		10.00			UTILIZADO	D	4	7	12	52,560.00	366702	8469083	
294	Municipalidad de Paracas	1998	T	25.00	25.00	0.25						30/10/2003	0.00	3.50				UTILIZABLE							367502	8469089	
295	Municipalidad de Paracas	1998	TA	12.00	12.00	1.80	ELECTRIC	E		HIDROSTAL	CS	30/10/2003	0.00	3.47		9.00			UTILIZADO	D	8	7	12	94,608.00	367614	8468840	
296	Municipalidad de Paracas	1998	T	25.00	25.00	0.50	PARTNER	D		HIDROSTAL	S	30/10/2003	0.45	3.60		9.00			UTILIZADO	D	8	7	12	94,608.00	367374	8468706	
297	Municipalidad de Paracas	1998	T	25.00	25.00	0.50	ELECTRIC	E		HIDROSTAL	S	30/10/2003	0.60	3.60		6.00			UTILIZADO	D	8	7	12	63,072.00	367408	8468844	
298	Municipalidad de Paracas	1998	T	25.00	25.00	0.50						30/10/2003	0.00	0.00				UTILIZABLE							367493	8468951	
299	Hostal El Mirador	1980	TA	12.00	12.00	2.20	HIDROSTAL	E	1	HIDROSTAL	CS	30/10/2003	0.00	7.47		4.00			UTILIZADO	D	6	7	12	31,536.00	365912	8471157	
300	Hostal El Mirador	2002	TA	18.00	18.00	1.80	HIDROSTAL	E	1	HIDROSTAL	CS	30/10/2003	0.30	12.80		3.00			UTILIZADO	D	2	6	8	4,504.80	365833	8471357	
301	PLUSPETROL	2003	T	60.00	60.00	0.40	ELECTRIC	E	2	HIDROSTAL	TV	30/10/2003	0.00	5.70		2.20			UTILIZADO	I	5	6	12	12,389.52	367333	8477170	
302	Agropecuaria Los Algarrobos SRL	2008	TA		30.00											3.00			UTILIZADO	A	2	7	12	7,784.00	380924	8463048	
303	Agropecuaria Los Algarrobos SRL	2008	TA		30.00											2.50			UTILIZADO	A	2	7	12	6,570.00	380954	8462930	
304	Agropecuaria Los Algarrobos SRL	2008	TA		30.00											5.00			UTILIZADO	A	2	7	12	13,140.00	380596	8463322	
305	Agropecuaria Los Algarrobos SRL	2008	T		40.00											9.00			UTILIZADO	A	4	7	12	47,304.00	380646	8463066	

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 11/05/01

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : PISCO

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION						COORD PSAD56			
			Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL ls	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USC	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	X	Y		
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	m.s.n.m.			h	d/s	m/a					
001	Instituto Tecnol. de Pisco	8.22	1992	TA	4.00	0.00	0.00							10/10/2003	0.00	0.00	8.22					NO UTILIZABLE						36889	848370
002	Estadio Municipal de Pisco	13.15	1961	TA	8.00	5.00	2.20							9/10/2003	0.00	2.42	10.73					UTILIZABLE						36959	848403
003	Parque Zonal Pisco	10.35	1994	TA	2.00	0.00	0.00							10/10/2003	0.00	0.0	10.35					NO UTILIZABLE						36942	848476
004	Alberto Pérez Benavides	7.60	1963	TA	9.00	0.00	0.00							10/10/2003	0.00	0.0	7.60					NO UTILIZABLE						36913	848485
005	Centro Poblado Fundo Figueroa	23.65	1954	TA	12.00	10.00	1.50	HIDROSTAL	E	10	HIDROSTAL	CS	9/10/2003	0.60	3.60	20.05	12.0				UTILIZADO	D	7	6	12	94,608.00	37190	848635	
006	Enrique Cabrera Rocha	18.90	1943	TA	9.00	6.80	1.50							9/10/2003	0.00	3.80	15.10					UTILIZABLE						37106	848645
007	Luis Salhuana Fuentes	29.87	1988	TA	10.00	7.00	1.50	HIDROSTAL	E	1	HIDROSTAL	CS	9/10/2003	0.60	0.55	29.32	1.0				UTILIZADO	D	2	5	12	1,876.80	37241	848499	
008	Centro Poblado El Molino	29.62	1963	TA	9.00	7.70	1.50							9/10/2003	0.00	4.90	24.72					UTILIZADO	D			10,950.00	37203	848490	
009	CAP. Santa Fé	46.57	1963	TA	9.00	0.00	0.00							9/10/2003	0.00	0.0	46.57					NO UTILIZABLE						37363	848499
010	José Abancine Pineda	49.25	1964	TA	6.00	0.00	0.00							9/10/2003	0.00	0.0	49.25					NO UTILIZABLE						37452	848626
011	Isaac Guzmán Guzmán	59.60	1983	TA	8.00	8.00	1.30							10/10/2003	0.70	6.10	53.50					UTILIZADO	D			306.60	37459	848504	
012	Asunción Arosti Piyaca	43.62	1990	TA	4.00	3.75	1.80							9/10/2003	0.00	2.10	41.52					UTILIZABLE						37316	848452
013	AGRO HYDRA S.A.	19.67	1998	TA	12.00	0.00	0.00							9/10/2003	0.00	0.00	19.67					NO UTILIZABLE						37115	848600
014	AGRO HYDRA S.A.	20.40	1998	TA	8.00	6.00	1.50							9/10/2003	-1.30	1.90	18.50					UTILIZABLE						37133	848597
015	AGRO HYDRA S.A.	22.40	1998	TA	6.00	0.00	0.00							9/10/2003	0.00	0.00	22.40					NO UTILIZABLE						37162	848647
016	AGRO HYDRA S.A.	23.20	1998	TA	8.00	0.00	0.00							9/10/2003	0.00	0.00	23.20					NO UTILIZABLE						37163	848648
017	Valeriano Suaña Coyla	49.25	1985	TA	7.00	6.40	2.00	ELECTRIC	E	8	HIDROSTAL	CS	10/10/2003	0.30	1.90	47.35	6.00				UTILIZADO	R	6	5	12	33,789.60	37380	848421	
018	Francisco Suaña Coyla	49.27	1995	TA	5.00	4.75	1.10	ELECTRIC	E	8	HIDROSTAL	CS	10/10/2003	-1.00	2.70	46.57	12.0				UTILIZADO	R	7	7	12	110,376.00	37398	848426	
019	Félix Umpiri Coyla	49.33	1985	TA	6.00	5.40	1.20							10/10/2003	0.00	2.70	46.63					UTILIZABLE						37403	848431
020	Lorenzo Villagaray Yupanqui	50.03	1985	TA	7.00	6.80	1.80	ELECTRIC	E	8	HIDROSTAL	CS	10/10/2003	-1.40	3.20	46.83	8.0				UTILIZADO	R	8	7	12	72,086.40	37426	848444	
021	Asent. Humano "El Amauta"	67.40	1994	TA	7.00	5.00	1.20							10/10/2003	0.40	0.50	66.90					UTILIZABLE						37551	848414

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mixto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrífuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 11/05/06

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : SAN ANDRÉS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION					COORD PSAD56 X Y		
			Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL ls	N. DINÁMICO PROF. (m)		ESTADO DEL POZO	USC	RÉGIMEN					VOLUMEN (m³/año)
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.						h/d	d/s	m/s			
001	José Peña Cajo	62.40	1960	TA	12.00	12.00	1.45							11/09/2003	0.00	1.30	61.10			UTILIZADO	D				1,314.00	37515	848284
002	Colegio Pampa de Oca N° 22479	62.30	1989	TA	10.00	10.00	1.30							11/09/2003	0.50	1.73	60.57			UTILIZABLE						37515	848283
003	Felipe Jiménez Castro	60.05	1995	TA	8.00	8.00	1.35							11/09/2003	-0.95	2.97	57.08			UTILIZADO	D				525.60	37499	848219
004	Maurto Félix Herrera Velazco	61.13	1970	TA	6.00	6.00	2.20							11/09/2003	1.30	0.70	60.43			UTILIZABLE						37483	848189
005	Jorge Rocca León	46.20	1992	TA	5.00	4.15	1.50							12/09/2003	0.00	2.36	43.84			UTILIZABLE						37277	848223
006	Gelasco Mayori Suárez	55.07	1995	TA	5.00	5.00	1.34	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	12/09/2003	0.00	1.40	53.67			UTILIZABLE							37336	848156
007	Augusto Córdova	52.40	1976	TA	5.00	3.85	1.75							12/09/2003	0.35	2.50	49.90			UTILIZABLE						37337	848209
008	César Córdova Barrutia	53.72	1995	TA	8.00	6.85	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	12/09/2003	0.90	1.83	51.89			UTILIZABLE							37350	848211
009	Augusto Córdova Barrutia	55.62	1993	TA	5.50	5.00	1.50	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	11/09/2003	0.00	1.50	54.12			UTILIZABLE							37369	848190
010	Félix Conilla Pérez	56.60	1996	M	12.00	11.00	0.40	LISTER	D	10	HIDROSTAL	TV	11/09/2003	-0.80	1.72	54.88	2.00		UTILIZADO	R	2	6	6	2,252.40	37394	848203	
011	Julio Wawua Manuel	58.67	1992	TA	5.00	5.00	1.60							11/09/2003	0.00	1.88	56.79			UTILIZADO	D				219.00	37427	848182
012	Martha Olivares Hernández	58.66	1997	TA	7.20	3.70	1.80							29/09/2003	0.00	1.70	56.96			UTILIZABLE						37452	848213
013	Delia Córdova De Tinoco	61.65	1983	TA	7.00	5.25	2.10	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	12/09/2003	0.40	1.10	60.55			UTILIZABLE							37471	848180
014	Luis Calderón	62.50	1994	TA	5.00	4.18	1.30							12/09/2003	1.10	0.58	61.92			UTILIZABLE						37482	848163
015	Dora Merrel De Barriento	62.75	1985	TA	5.00	4.30	1.40	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	12/09/2003	0.35	0.72	62.03			UTILIZABLE							37477	848139
016	Basilia Taco Vega	65.00	1993	TA	5.00	4.20	1.40							29/09/2003	0.00	1.60	63.40			UTILIZADO	D				335.80	37479	848129
017	Roberto Ambrosio Rojas Morón	62.75	1985	TA	3.00	2.10	1.40							29/09/2003	-1.10	1.60	61.15			UTILIZADO	D				219.00	37440	848125
018	Luis Kong Cosapo		1975	TA	4.00	4.00	1.40	SIFANG	D	12	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	0.90	2.00	-2.00	14.0		UTILIZADO	R	10	7	12	157,684.8	37438	847927	
019	Mauro Manteri Gutierrez	61.02	1972	TA	4.50	7.00	1.50							12/09/2003	-1.30	1.45	59.57			UTILIZABLE						37442	848147
020	Marcos Herrera Pariona	60.30	1993	TA	6.00	4.92	1.60	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	12/09/2003	0.00	0.95	59.35			UTILIZABLE							37418	848158
021	Oscar Jiménez Arias	58.57	1991	TA	8.40	8.40	1.25	HONDA	G	16	HIDROSTAL	S	12/09/2003	0.43	1.15	57.42	12.00		UTILIZADO	R	3	5	12	33,782.40	37381	848151	
022	Eduardo Chacaliza Barrientos	57.50	1993	TA	7.50	6.40	0.80	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	12/09/2003	0.00	0.90	56.60			UTILIZABLE							37377	848166
023	Javier Sairitupa Manchego	56.12	1996	TA	7.00	6.50	1.30	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	12/09/2003	1.10	1.54	54.58			UTILIZABLE							37367	848177
024	Cenon Guerrero Munaylla	66.10	1980	TA	5.00	4.05	1.50							12/09/2003	0.00	0.77	65.33			UTILIZADO	D				175.20	37400	848169
025	Ruben López Ponce de Leon	65.00	1996	TA	8.00	8.00	1.50	CENTAURO	E	8	HIDROSTAL	S	13/09/2003	-0.50	1.27	63.73	12.00		UTILIZADO	R	10	7	12	157,680.00	37475	848115	
026	Pablo Marcos Cuziatado	59.62	1995	TA	8.00	7.34	1.30							25/09/2003	0.70	2.50	57.12			UTILIZADO	D				306.60	37509	848401
027	Humberto Rotondo Morales	65.64	1980	TA	8.00	7.50	1.30	PENTAX	E	6	HIDROSTAL	S	13/09/2003	0.00	1.10	64.54	2.00		UTILIZADO	D	2	2	12	1,502.40	37466	848087	
028	Jorge Torres Hernández	63.70	1982	T	10.00	10.00	0.50	DEUTS	D	15	HIDROSTAL	TV	13/09/2003	-0.70	1.07	62.63	15.0		UTILIZADO	R	10	5	12	140,778.00	37449	848099	
029	Jorge Torres Hernández	63.60	1982	TA	9.00	7.54	1.20							13/09/2003	-1.00	1.40	62.20			UTILIZABLE						37450	848113
030	Humberto Castillo Rotondo	62.70	1999	TA	5.00	5.00	1.60	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	13/09/2003	0.00	1.85	60.85			UTILIZABLE							37431	848108
031	Elizabeth Castillo Velasquez	62.70	1993	TA	6.00	5.70	1.60	HIDROSTAL	E	6	HIDROSTAL	S	13/09/2003	0.00	1.85	60.85	14.0		UTILIZADO	R	4	7	12	73,584.00	37432	848110	
032	Reynaldo Yupanqui	61.00	1995	TA	7.00	9.00	2.15	DELTROSA	E	8	HIDROSTAL	S	13/09/2003	-1.25	2.25	58.75	10.00		UTILIZADO	R	10	4	12	75,084.00	37398	848100	
033	Oscar Coaguira Montesinos	58.50	1999	TA	7.00	10.00	1.20	DELTROSA	E	8	HIDROSTAL	S	13/09/2003	0.00	1.60	56.90	8.00		UTILIZADO	R	10	5	12	75,081.60	37365	848120	
034	Cirila Naventa Aybar	59.05	1992	TA	8.00	7.18	1.40							13/09/2003	-1.30	1.83	57.22			UTILIZABLE						37361	848114
035	Simcon Vasquez Ramos	60.53	1996	TA	5.00	2.60	2.20							15/09/2003	0.50	0.00	60.53			NO UTILIZABLE						37491	848120
036	Luis Torres Hernandez	63.40	1990	TA	8.00	8.00	1.80							13/09/2003	2.00	1.70	61.70			UTILIZABLE						37428	848091
037	Aagel Corbera Goñaz	66.10	1972	TA	7.50	6.00	1.40	PENTAX	D	10	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	0.00	1.60	64.50	12.00		UTILIZADO	R	10	7	12	157,680.00	37457	848061	
038	Elvira De La Cruz Ludeña	64.60	1990	TA	6.00	6.00	1.30	LISTER	D	10	HIDROSTAL	TV	13/09/2003	-0.50	1.90	62.70	14.00		UTILIZADO	R	10	7	12	183,960.00	37442	848067	
039	Brigida Palacios Vda. De Quispe	63.25	1987	TA	5.00	3.40	1.70							13/09/2003	1.00	0.90	62.35			UTILIZABLE						37423	848073
040	Luis Yáñez Artega	65.30	1996	TA	6.00	6.00	1.50							13/09/2003	0.00	2.50	62.80			UTILIZABLE						37441	848057

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 11/05/06

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : SAN ANDRÉS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C/E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION							COORD PSAD56		
			Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL ls	N. DINÁMICO PROF. (m)		ESTADO DEL POZO	USC	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	X	Y		
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.													
041	Luis Yañez Arteaga	64.50	1996	TA	7.00	7.00	1.50	SHANDONG	E	16	HIDROSTAL	CS	13/09/2003	-3.00	4.00	60.50	12.0			UTILIZADO	R	4	7	12	63,072.00	374364	8480423		
042	Edgar Rojas Cartagena	61.00	1985	TA	8.00	7.80	1.10	ELÉCTRIC	E	14	HIDROSTAL	CS	15/09/2003	0.00	1.50	59.50	15.00			UTILIZADO	R	15	7	12	295,650.00	37383	848076		
043	Julio Camrona Aparcana	63.04	1994	TA	5.00	3.30	2.20					13/09/2003	0.00	2.00	61.04				UTILIZABLE							37408	848057		
044	Julio Camrona Aparcana	62.92	1980	T	12.00	7.00	0.45					13/09/2003	0.00	1.55	61.37				UTILIZABLE								37396	848056	
045	Jorge Agosto Villacorta Pérez	58.20	1980	TA	6.00	5.80	1.60					15/09/2003	-0.60	1.85	56.35				UTILIZABLE								37319	848061	
046	Carmen Zenovia Sigus Hernández	53.60	1992	TA	7.00	6.40	1.20	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	15/09/2003	0.90	1.70	51.90				UTILIZABLE								37280	848110
047	Hugo Juan Carlos Sanches	58.85	1999	TA	5.00	4.50	1.50					15/09/2003	0.00	2.00	56.85				UTILIZABLE								37325	848034	
048	Guillermo Baygorria Chavez	59.67	1997	TA	6.00	6.50	1.30	ELÉCTRIC	E	2	HIDROSTAL	CS	15/09/2003	-1.50	2.90	56.77	4.00			UTILIZADO	D	2	7	12	10,512.00	37355	848056		
049	Augusto Pelagio Vásquez Villacorta	59.98	1999	TA	6.00	5.10	1.30					15/09/2003	0.30	2.00	57.98				UTILIZABLE								37350	848029	
050	Félix Manuel Choccio Palomino	60.60	1994	TA	5.00	5.00	1.20					15/09/2003	-0.60	2.30	58.30				UTILIZABLE								37361	848030	
051	Bías Cáceres Vásquez	62.10	1996	TA	5.00	5.00	1.20					15/09/2003	-0.80	2.30	59.80				UTILIZABLE								37393	848043	
052	Pelagio Vásquez Ramos	63.40	1980	TA	7.00	6.40	1.55	ELÉCTRIC	E	2	HIDROSTAL	CS	15/09/2003	0.00	2.00	61.40	14.00			UTILIZADO	R	10	7	12	183,960.00	37404	848025		
053	Simón Vásquez Ramos	62.80	1995	TA	7.00	6.00	1.20	ELÉCTRIC	E	1.5	HIDROSTAL	CS	15/09/2003	0.40	2.60	60.20	12.00			UTILIZADO	R	10	7	12	157,680.00	37408	848035		
054	Andrés Soria Marcos (Fdo. Virgen del Chapi)	54.60	1997	TA	7.00	6.50	1.20	PEDROLLO	E	2	PEDROLLO	CS	15/09/2003	0.30	1.60	53.00	10.00			UTILIZADO	R	10	7	12	131,400.00	37425	848028		
055	Paulina Yañes Sanchez		1999	TA	4.00	5.00	1.30	HONDA	G	15	HIDROSTAL	TV	17/09/2003	0.00	2.60	-2.60	10.00			UTILIZABLE	R	10	7	12	131,400.00	37380	847990		
056	Ernesto Espinoza Sandoval	55.60	1996	TA	4.00	2.00	1.40					17/09/2003	0.90	0.00	55.60				NO UTILIZABLE								37282	848004	
057	Ernesto Espinoza Sandoval	52.70	1999	TA	7.00	7.00	1.40					17/09/2003	-1.50	3.10	49.60				UTILIZABLE								37280	848023	
058	Sara Bautista	51.40	1998	TA	7.50	6.40	1.80	HONDA	G	15	HIDROSTAL	TV	17/09/2003	0.50	1.30	50.10	14.00			UTILIZADO	R	5	7	12	91,980.00	37249	848038		
059	Julia E. Tenorio Vda. De Guevara	51.12	1988	TA	7.50	4.00	1.30					17/09/2003	0.00	2.00	49.12				UTILIZABLE								37241	848001	
060	Julia E. Tenorio Vda. De Guevara	51.20	1975	TA	4.00	3.70	1.30	B. STRATTON	D	12	HIDROSTAL	TV	17/09/2003	0.00	2.00	49.20	10.00			UTILIZADO	R	4	7	12	52,560.00	37252	847998		
061	Julia E. Tenorio Vda. De Guevara	51.90	1966	TA	4.00	3.50	1.30					17/09/2003	0.00	1.90	50.00				UTILIZABLE								37241	848016	
062	Javier Chacaliza Loza	48.80	1999	TA	4.00	4.00	1.40					17/09/2003	0.10	1.60	47.20				UTILIZADO					175.20		37227	848039		
063	Alcjandro Flores	48.76	1990	TA	4.50	4.50	1.40					17/09/2003	1.60	1.10	47.66				UTILIZABLE								37235	848066	
064	Javier Sigus Apolaya	46.00	1998	TA	2.00	2.00	1.40					17/09/2003	0.00	1.60	44.40				UTILIZABLE								37224	848096	
065	Javier Sigus Apolaya	48.60	1980	TA	5.00	0.00	0.00					17/09/2003	0.00	0.00	48.60				NO UTILIZABLE								37240	848085	
066	Cristobal Limaya	46.20	1987	TA	12.00	12.00	1.80					17/09/2003	-0.90	1.90	44.30				UTILIZABLE								37239	848124	
067	German Diaz Tomero	43.55	1999	TA	5.00	5.00	1.60					17/09/2003	0.00	0.80	42.75				UTILIZABLE								37225	848128	
068	Roberto Marchan		1980	T	10.00	4.00	0.40					17/09/2003	0.00	1.75	-1.75				UTILIZABLE								37424	847989	
069	Victor Aramburú	64.95	1984	TA	4.00	4.00	1.35					24/09/2003	0.00	1.28	63.67				UTILIZABLE								37496	848120	
070	Juan Antonio Cita		1975	TA	10.00	10.00	1.50	B. STRATTON	E	10	HIDROSTAL	TV	17/09/2003	-0.20	1.00	-1.00	1.00			UTILIZADO	D	2	6	12	2,252.40	37434	847973		
071	Feliciano Ancharito Vilches		1999	TA	5.00	5.00	1.40					17/09/2003	-1.50	2.50	-2.50				UTILIZADO	D				438.00		37408	847938		
072	Juan Cueto Tello		1995	TA	7.00	6.30	1.40					18/09/2003	0.40	3.20	-3.20				UTILIZABLE								37298	847956	
073	Crispingo Mari		1993	TA	6.00	1.80	1.40					18/09/2003	-0.80	0.00	0.00				NO UTILIZABLE								37290	847952	
074	Pedro Wong Martínez		1994	TA	6.00	6.00	1.30					18/09/2003	0.00	1.80	-1.80				UTILIZABLE								37321	847938	
075	Pedro Wong Martínez		1993	TA	7.00	3.00	1.80					18/09/2003	0.00	2.60	-2.60				UTILIZABLE								37321	847914	
076	Raúl Camacho Camacho		1998	TA	6.00	6.00	1.30					18/09/2003	1.20	2.10	-2.10				UTILIZABLE								37296	847893	
077	Germán Orbelo Suárez		1980	TA	14.00	13.00	1.60	B. STRATTON	D	12	HIDROSTAL	TV	29/09/2003	0.70	1.45	-1.45	9.00			UTILIZADO	R	12	7	12	141,912.00	37261	847824		
078	Germán Orbelo Suárez		1992	TA	6.00	6.00	1.50	HONDA	G	15	HIDROSTAL	TV	18/09/2003	-2.00	3.00	-3.00	10.00			UTILIZADO	R	4	7	12	52,560.00	37235	847869		
079	Germán Orbelo Suárez		1988	TA	5.00	5.00	1.45	B. STRATTON	G	7	HIDROSTAL	TV	29/09/2003	0.00	2.10	-2.10	14.00			UTILIZADO	R	10	7	12	183,960.00	37236	847867		
080	Germán Orbelo Suárez		1982	TA	4.50	4.50	1.45	PERKINS	D	12	HIDROSTAL	TV	29/09/2003	0.00	2.50	-2.50	25.00			UTILIZADO	R	10	7	12	328,500.00	37212	847868		

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 11/05/06

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : SAN ANDRÉS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION							COORD PSAD56	
			Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO PROF. (m)		ESTADO DEL POZO	USC	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	X	Y	
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.												
081	Germán Orbezo Suárez		1980	TA	8.00	7.60	1.60						29/09/2003	0.00	1.50	-1.50				UTILIZABLE							37264	8478643
082	Richard Daweng Jhon		1999	TA	8.00	7.50	1.40						19/09/2003	0.70	2.55	-2.55				UTILIZABLE							37317	8478322
083	Heraclio Inca Sajatoma		1995	TA	8.00	7.70	1.50						20/09/2003	1.50	2.10	-2.10				UTILIZABLE							37338	8478217
084	Gerardo Wong		1980	TA	5.00	4.20	1.50						18/09/2003	0.40	1.50	-1.50				UTILIZABLE							37385	8478792
085	Leonor Callahua Huancaluari		1982	TA	7.00	7.00	1.30						17/09/2003	0.00	2.60	-2.60				UTILIZABLE							37410	8478583
086	Ángel Medrano	41.00	1993	T.A	6.00	5.50	1.60						18/09/2003	0.50	2.00	39.00				UTILIZABLE							37159	8480123
087	Alberto Mesa Arana		1992	TA	7.00	7.00	1.30	LISTER	D	15	HIDROSTAL	TV	18/09/2003	-1.30	3.00	-3.00	14.00			UTILIZADO	R	3	7	12	55.188.00	37126	8479687	
088	César Díaz Barrera		1987	T	20.00	12.00	0.45	JANG CHENG	D	20	HIDROSTAL	CS	18/09/2003	-1.00	3.47	-3.47	10.00			UTILIZADO	R	10	7	12	131.400.00	37219	8479050	
089	Félix Mere Suárez		1995	TA	4.00	4.00	2.10						20/09/2003	0.00	2.10	-2.10				UTILIZADO	D					87.60	37152	8478434
090	Benito Buleje Louza		1998	TA	4.00	3.60	1.70						20/09/2003	-1.00	2.35	-2.35				UTILIZABLE							37143	8478844
091	Cristina Quispe Jayo		1996	TA	4.00	3.00	1.50						18/09/2003	0.00	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							37240	8479320
092	Cristina Quispe Jayo		1995	TA	8.00	8.00	1.50	HONDA	G	14	HIDROSTAL	TV	18/09/2003	-2.00	2.90	-2.90	2.00			UTILIZADO	R	8	7	12	21.024.00	37354	8478697	
093	Teresa Morales De Falcón		1994	TA	6.00	2.80	1.10						19/09/2003	-0.45	2.58	-2.58				UTILIZABLE							37348	8478510
094	Mercedes Solier Sevinch		2002	TA	4.00	40.00	1.00						29/09/2003	0.40	3.10	-3.10				UTILIZADO	D					306.60	37353	8478210
095	Julio Bustamante		1995	TA	8.00	7.20	1.65						19/09/2003	-1.00	2.10	-2.10				UTILIZABLE							37400	8478477
096	Agustberto Calderón Tito		1996	TA	6.00	6.00	1.30	ASIA KIA	D	70	HIDROSTAL	TV	19/09/2003	0.00	2.30	-2.30	5.00			UTILIZADO	D	2	7	12	13.140.00	37398	8478237	
097	Mercedes Solier Sevinch		1988	TA	5.00	3.50	2.00						19/09/2003	0.00	2.20	-2.20				UTILIZABLE							37358	8478252
098	Mercedes Solier Sevinch		1998	TA	5.50	4.00	1.40						19/09/2003	0.70	2.50	-2.50				UTILIZABLE							37374	8478272
099	Angelina Santín Alfageme		1997	TA	4.00	4.00	1.40	NISSAN	D	20	HIDROSTAL	TV	19/09/2003	0.80	3.30	-3.30	4.00			UTILIZADO	R	12	7	12	10.512.00	37342	8478413	
100	Augusto Grados		1999	TA	10.00	0.00	0.00						29/09/2003	0.00	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							37300	8478682
101	Augusto Grados		1998	TA	8.45	0.00	0.00						29/09/2003	0.00	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							37308	8478562
102	Augusto Grados		1980	T	8.00	7.00	0.50						19/09/2003	0.00	1.76	-1.76				UTILIZABLE							37316	8478913
103	Augusto Grados		1982	TA	3.00	2.00	1.40						18/09/2003	0.00	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							37311	8478922
104	Augusto Grados		1994	TA	4.00	4.00	1.40						18/09/2003	-1.00	2.95	-2.95				UTILIZABLE							37332	8478797
105	Augusto Grados		1992	TA	3.00	1.80	1.30						18/09/2003	-1.00	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							37330	8478702
106	Augusto Grados		1998	TA	4.00	1.80	1.40						18/09/2003	0.60	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							37320	8478709
107	Victor Rabines Alfaro y otros		1985	T	15.00	14.16	0.50						20/09/2003	0.40	2.79	-2.79				UTILIZABLE							37315	8478067
108	Marcos Gereda		1992	TA	3.00	0.00	0.00						29/09/2003	0.00	0.00	0.00				NO UTILIZABLE							37272	8477930
109	Moisés Coscatedo Quischa		1994	TA	5.00	5.00	1.50						20/09/2003	-1.00	3.23	-3.23				UTILIZABLE							37259	8477766
110	Lorenzo Huacayo Fernández		1994	TA	6.50	6.50	1.35	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	20/09/2003	0.40	3.30	-3.30	5.00			UTILIZADO	R	2	7	12	13.140.00	37328	8477712	
111	Julio Antonio Conorio Mendizabal		1994	TA	6.00	9.00	1.30						20/09/2003	1.00	6.00	-6.00				UTILIZABLE							37319	8477466
112	Armando Chávez Herencia		1980	M	8.00	8.00	0.40	DELCROSA	E	8	HIDROSTAL	TV	19/09/2003	0.00	1.30	-1.30	20.00			UTILIZADO	R	10	5	12	187.704.00	37393	8478110	
113	Armando Chávez Herencia		1997	TA	6.00	5.40	2.00						19/09/2003	-1.80	2.93	-2.93				UTILIZABLE							37392	8478000
114	Raúl Calle Pedrosa		1999	TA	3.00	3.00	1.34	ELECTRIC	E	10	HIDROSTAL	TV	20/09/2003	-1.30	2.25	-2.25	1.00			UTILIZADO	R	1	7	12	1.314.00	37425	8478552	
115	Rosa Fernández Contreras		1978	TA	5.00	5.00	1.30	NISSAN	D	20	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	0.30	2.00	-2.00	12.00			UTILIZADO	R	10	7	12	157.680.00	37466	8478400	
116	Rosa Fernández Contreras		1994	TA	6.00	6.00	1.40						23/09/2003	1.20	2.10	-2.10				UTILIZABLE							37471	8479800
117	Ramón Ramirez Vásquez	72.15	1994	TA	6.00	6.00	1.40						23/09/2003	0.00	1.50	70.65				UTILIZABLE							37492	8479783
118	Esperanza Salas Vda. De Basaldua	66.90	1978	TA	5.00	4.50	1.40						23/09/2003	0.00	1.70	65.20				UTILIZABLE							37474	8480298
119	Raúl Barrios Fernández Concha	70.20	1994	TA	7.50	7.00	1.40	ELECTRIC	E	12	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	0.30	1.90	68.30	12.00			UTILIZADO	R	12	7	12	189.216.00	37454	8479960	
120	Ángel Corbera	67.83	1996	TA	6.00	6.00	1.40	NISSAN	D	20	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	0.00	1.90	65.93	14.00			UTILIZADO	R	3	7	12	55.188.00	37476	8480574	

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 11/05/06

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : SAN ANDRÉS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL							C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION					COORD PSAD56 X Y			
			Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL ls	N. DINÁMICO			ESTADO DEL POZO	USC	RÉGIMEN					VOLUMEN (m³/año)	
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)	h/d				d/s	m/s					
121	Balete Barreto	66.40	1992	TA	6.00	4.00	1.45						23/09/2003	0.70	1.30	65.10				UTILIZABLE								37484	848097
122	Alberto Meza Arana		1999	TA	9.00	9.00	1.50	B. STRATTON	G	14	HIDROSTAL	TV	18/09/2003	0.00	2.10	-2.10	10.0			UTILIZADO	R	2	7	12	26,288.00	37120	847932		
123	Orlando García	69.52	1960	TA	5.00	5.00	1.40	ELÉCTRIC	E	14	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	0.00	1.23	68.29	12.00			UTILIZADO	R	2	7	12	31,536.00	37513	848059		
124	Alberto Meza Arana		2002	T	25.00	25.00	0.40	NISSAN	D	45	WINTROATH	TV	18/09/2003	0.00	2.60	-2.60	12.0			UTILIZADO	R	7	5	12	78,840.00	37121	847939		
125	Walter Quinteros Amado		2001	TA	7.00	7.00	1.75	SIFANG	D	15	HIDROSTAL	TV	20/09/2003	-1.00	3.80	-3.80	12.0			UTILIZADO	R	8	7	12	126,144.00	37254	847817		
126	Raul Calle Pedrosa		2000	TA	5.30	5.30	1.35	ELECTRIC	E	20	HIDROSTAL	TV	20/09/2003	0.70	1.10	-1.10	2.0			UTILIZADO	D	1	6	12	2,253.60	37425	847865		
127	Daniel Collantes Rosales		2002	TA	5.00	5.00	1.40	B. STRATTON	G	12	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	0.20	2.90	-2.90	1.0			UTILIZADO	D	2	4	12	1,501.20	37472	847846		
128	Rosa Fernandez Contreras		1999	TA	4.00	4.00	1.40						23/09/2003	-0.40	1.70	-1.70			UTILIZABLE							37445	847973		
129	Esperanza Salas Vda. B.	63.00	1994	TA	4.00	4.00	1.40	ELECTRIC	E	20	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	-1.20	2.20	60.80	1.0			UTILIZADO	D	2	7	12	2628.00	37478	848020		
130	Esperanza Salas Vda. B.	62.13	1994	TA	5.00	3.90	1.40						23/09/2003	0.70	2.10	60.03			UTILIZABLE							37475	848043		
131	Isaías D. La Rosa Palomino	63.43	2001	TA	6.30	6.30	1.50	B. STRATTON	G	14	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	0.00	1.10	62.33	12.0			UTILIZADO	R	2	5	12	22,521.00	37509	848071		
132	Antonio Guerrero Ramos	57.96	1985	TA	8.00	7.00	1.50						30/09/2003	0.00	0.50	57.46			UTILIZADO	D				438.00	37400	848168			
133	Alejandro Mantari Laura		2002	TA	4.00	4.00	1.60						19/09/2003	0.00	1.78	-1.78			UTILIZABLE							37302	847867		
134	Juan Luis Huaman Loya		2003	TA	4.00	4.00	1.40	SIFANG	D	15	HIDROSTAL	TV	19/09/2003	-1.70	3.22	-3.22	12.00			UTILIZADO	R	1	7	12	15,768.00	37323	847859		
135	Walter Giraldo	66.40	2002	M	15.00	15.00	0.50	SIFANG	D	15	HIDROSTAL	TV	24/09/2003	0.70	1.35	65.05	12.0			UTILIZADO	R	10	5	12	112,622.40	37522	848129		
136	Alejandro Benderzú Guevara	20.35	1970	T	12.00	0.00	0.00						21/09/2003	0.00	0.00	20.35			NO UTILIZABLE							37023	848239		
137	Alejandro Benderzú Guevar	20.16	1970	TA	5.00	2.00	2.30						21/09/2003	0.00	1.86	18.30			UTILIZADO	D				438.00	37008	848232			
138	Haydee Ascona Plaza	65.00	1994	TA	10.00	9.20	1.30						25/09/2003	0.30	2.30	62.70			UTILIZADO	D				876.00	37567	848252			
139	Zoila Vacilio Atuncar	64.92	2002	TA	5.80	5.50	1.40						25/09/2003	-1.00	2.70	62.22			UTILIZADO	D				1,095.00	37547	848276			
140	Eva Pozo Cordova	57.52	2003	TA	9.00	9.00	1.70	BUCK	D	15	HIDROSTAL	CS	29/09/2003	0.00	1.70	55.82	12.0			UTILIZADO	R	8	4	12	72,086.40	37465	848240		
141	Pedro Pablo Sánchez Soca	19.65	1991	TA	4.00	3.20	1.70						21/09/2003	0.00	1.20	18.45			UTILIZABLE							37008	848199		
142	Juan Pedemonte	25.60	1992	TA	4.00	1.20	1.60						21/09/2003	0.00	0.00	25.60			NO UTILIZABLE							37075	848173		
143	Juan Pedemonte	26.30	1992	TA	7.50	7.00	1.30						21/09/2003	0.60	2.10	24.20			UTILIZABLE							37082	848181		
144	Eugenio Pimentel Jiménez	26.86	1982	TA	4.00	3.18	1.60						26/09/2003	0.00	1.36	25.50			UTILIZADO	D				175.20	37087	848172			
145	Elvira Pusacila de Cahuana	24.85	1989	TA	4.50	2.80	1.40						26/09/2003	0.00	1.70	#VALOR!			UTILIZABLE							37074	848167		
146	Edgar Aybar Guzmán	23.8	1990	TA	4.50	4.00	1.60	B. STRATTON	G	12	HIDROSTAL	CS	21/09/2003	0.30	1.10	22.70	400			UTILIZADO	D	2	7	12	10,512.00	37056	848173		
147	Malaquias Tenorio Enriquez	23.2	1992	TA	8.00	6.30	1.50						30/09/2003	0.00	1.00	22.20			UTILIZABLE							37057	848146		
148	Alejandro Salazar Ventura	19.72	1987	TA	4.00	3.00	1.50						26/09/2003	0.90	0.90	18.82			UTILIZABLE							36993	848129		
149	Pelagio Cuba Alanya	22.66	1982	TA	7.00	6.00	1.40						27/09/2003	0.00	1.40	21.26			UTILIZABLE							37042	848129		
150	Enrique Malaquias Tenorio	31.4	1974	TA	10.00	7.90	2.00	B. STRATTON	G	12	HIDROSTAL	CS	27/09/2003	0.00	2.10	29.30	16.00			UTILIZADO	R	7	5	12	10,512.00	37108	848072		
151	Juan Huaman Contreras	34.42	1956	TA	8.00	6.40	2.10						27/09/2003	0.00	3.10	31.32			UTILIZABLE							37150	848079		
152	Porfirio Osorio Teller	26.76	1985	TA	10.00	0.00	0.00						26/09/2003	0.00	0.00	26.76			NO UTILIZABLE							37081	848113		
153	Ernesto Vilca Arias	32.40	1960	TA	9.00	8.35	1.40	LISTER	D	10	HIDROSTAL	CS	26/09/2003	-1.50	1.50	30.90	12.00			UTILIZADO	R	5	7	12	78,840.00	37092	848036		
154	Enrique Vendezú Guevara	26.45	1960	TA	9.00	8.00	1.40	LISTER	D	10	HIDROSTAL	CS	26/09/2003	0.30	2.30	24.15	10.00			UTILIZADO	R	2	4	7	8,757.00	37065	848092		
155	Victor Ponce Hernández	23.60	1985	TA	7.00	2.60	1.80						26/09/2003	-0.90	2.50	21.10			UTILIZADO	D				175.20	37018	848055			
156	Amanda Rojas Coti	28.40	1985	TA	10.00	6.50	1.70						26/09/2003	-1.00	2.50	25.90			UTILIZABLE							37074	848070		
157	Luis G. Ventura Quispe	25.10	1994	TA	7.00	6.00	1.20						26/09/2003	-1.50	2.50	22.60			UTILIZABLE							37053	848113		
158	Luis Suárez Valdiva	26.50	1987	TA	9.00	9.00	1.80	B. STRATTON	G	12	HIDROSTAL	CS	26/09/2003	-1.60	2.30	24.20	12.00			UTILIZADO	R	4	7	7	36,792.00	37067	848103		
159	Mauro Puma Cahuana	27.25	1985	TA	9.00	8.00	1.80	LISTER	D	10	HIDROSTAL	CS	30/09/2003	-1.00	1.30	25.95	15.00			UTILIZADO	R	5	5	12	58,665.00	37052	848018		
160	Angel Villavicencio Cotrina	31.20	1994	TA	4.00	3.30	1.40						30/09/2003	0.00	2.00	29.20			UTILIZADO	D				438.00	37132	848178			

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 11/05/06

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : SAN ANDRÉS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	Año 19..	Tipo	PERFORACION			EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL							C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION						COORD PSAD56 X Y	
					Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL ls	N. DINÁMICO PROF. (m)	ESTADO DEL POZO		USC	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)			
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.						hid	ds	mv				
161	José Rosas Dueñas	20.30	1998	TA	12.00	10.80	1.20	ELECTRIC	E	15	HIDROSTAL	TV	26/09/2003	0.00	1.60	18.70	1.00		UTILIZADO	R	5	7	12	6,570.00		370280	8482241	
162	Juan Tipliano Carlos	29.72	1984	TA	4.00	3.70	1.90						14/09/2003	0.00	1.30	28.42			UTILIZABLE							371383	8481649	
163	Ángel Villavicencio	31.30	1991	TA	6.50	3.80	1.50						14/09/2003	0.00	1.60	29.70			UTILIZABLE							371410	8481819	
164	Alejandro Zoria Luyo	34.66	1963	TA	7.00	6.00	2.00						14/09/2003	0.30	0.60	34.06			UTILIZABLE							371827	8481580	
165	Ángel Hualpa Yanahuaya	34.30	1990	TA	4.00	3.50	1.60						14/09/2003	-1.00	1.90	32.40			UTILIZABLE							371737	8481924	
166	Ramon Taco Barriga	27.00	1985	TA	7.00	6.80	1.60						30/09/2003	-1.75	2.70	24.30			UTILIZABLE							370477	8480455	
167	Julia Benigna Tenorio Sosa	26.40	1999	TA	4.00	3.00	1.70						27/09/2003	0.00	1.40	25.00			UTILIZABLE							370997	8481413	
168	Pelagio Cuba Alanya	21.60	1999	TA	3.00	2.80	0.45						26/09/2003	-0.90	1.90	19.70			UTILIZADO	D				175.20		370208	8481282	
169	Damiana Tenorio De Herrera	22.33	1995	TA	5.00	4.20	1.40						27/09/2003	0.00	1.10	21.23			UTILIZABLE							370420	8481614	
170	Victor Ponce Hernández	26.50	1985	TA	8.00	7.40	1.80						26/09/2003	-1.60	2.90	23.60			UTILIZABLE							370434	8480587	
171	Modesta Huamani Kias	19.90	1999	TA	5.00	4.00	1.70						21/09/2003	0.00	1.40	18.50			UTILIZADO	D				175.20		370113	8481849	
172	Pedro Pablo Sánchez Soca	19.60	1999	TA	3.00	2.30	1.10						21/09/2003	0.30	0.80	18.80			UTILIZADO	D				219.00		370070	8482050	
173	Teodoro Lorenzo Huaraca Ramos	19.70	1999	TA	5.00	5.00	1.60						21/09/2003	0.00	1.50	18.20			UTILIZADO	D				262.80		370085	8481930	
174	Sociedad Nancopac Garcia	37.00	1980	TA	5.00	4.00	1.70						20/09/2003	0.00	1.87	35.13			UTILIZABLE							371270	8480355	
175	Alejandro Bendezu Guevara	37.92	1998	TA	11.00	7.50	1.50	LISTER	D	15	HIDROSTAL	CS	27/09/2003	0.00	3.30	34.62	12.00		UTILIZADO	R	10	7	12	157,680.00		371388	8480493	
176	Ángel Villavicencio Cotrina	32.40	1999	TA	7.00	5.60	1.40						30/09/2003	0.00	1.20	31.20			UTILIZABLE							371488	8481772	
177	Ezequiel Alfaro Sosa	32.80	1983	TA	4.00	2.00	1.30						14/09/2003	0.00	1.85	30.95			UTILIZABLE							371677	8481711	
178	Fernando Reyes Zuhiga	40.00	1963	TA	8.00	4.00	1.60						30/09/2003	0.00	1.00	39.00			UTILIZABLE							372247	8482043	
179	Gabriel Perez Bellido	42.10	1963	TA	6.00	0.00	0.00						30/09/2003	0.00	0.00	42.10			NO UTILIZABLE							372320	8482343	
180	Tedfilo Ortiz Mejía	41.30	99	TA	10.00	8.80	1.40						14/09/2003	-1.20	5.95	35.35			UTILIZABLE							372230	8482560	
181	Pedro Luis Grigoletto Donaire	66.72	1997	TA	12.00	6.00	1.40	YAMAHA	G	14	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	0.00	2.60	64.12	14.00		UTILIZADO	R	10	5	12	131,392.8		374907	8480852	
182	Bollete Barreto	70.00	1964	TA	12.00	6.00	1.30	SIFANG	D	15	HIDROSTAL	TV	23/09/2003	0.00	1.80	68.20	12.0		UTILIZADO	R	10	7	12	157,680.00		375225	8480947	
183	Evaristo Angules Lagos	62.50	1975	TA	4.00	3.57	1.60						12/09/2003	-1.50	1.50	61.00			UTILIZABLE							374389	8481399	
184	Damiana Tenorio De Herrera	22.60	1982	TA	7.00	6.40	1.60						26/09/2003	-0.70	1.55	21.05			UTILIZADO	D				175.20		370277	8481079	
185	Adriano Flores Quispe	61.20	1992	TA	4.00	4.00	1.60	HIDROSTAL	D	10	HIDROSTAL	TV	15/09/2003	-1.20	2.00	59.20	10.0		UTILIZADO	R	10	7	12	131,400.00		373711	8480403	
186	Camal Municipal de San Andres	17.20	1940	TA	8.00	2.40	1.85	ELECTRIC	E	4	HIDROSTAL	CS	29/09/2003	0.45	1.30	15.90	4.00		UTILIZADO	I	3	5	12	11,260.80		370088	8483322	
187	Andrés Guerrero Carvallo	20.65	1982	TA	6.00	5.40	2.60						26/09/2003	0.00	1.80	18.85			UTILIZABLE							370334	8482734	
188	Francisco Aguayo Gonzáles	22.50	1982	TA	5.00	5.00	1.30						21/09/2003	0.60	2.10	20.40			UTILIZABLE							370644	8482641	
189	Carlos Tizón Pacheco	26.10	1971	T	18.00	3.00	0.40						21/09/2003	-2.40	3.00	23.10			NO UTILIZABLE							370855	8482349	
190	Enrique Silva Santisteban	17.40	1982	TA	6.00	2.50	1.15						26/09/2003	0.40	1.00	16.40			UTILIZABLE							369950	8482603	
191	Polisaco S.A.	21.10	1982	TA	5.00	4.90	1.35	HIDROSTAL	E	2	HIDROSTAL	TV	26/09/2003	0.25	1.80	19.30	2.00		UTILIZADO	I	12	6	12	27,031.20		370370	8482283	
192	Septisa	47.40	1965	T	40.00	38.90	0.50						30/09/2003	0.30	12.00	35.40			UTILIZABLE							373166	8484501	
193	Juan Pablo Crusatado	56.98	1993	TA	6.00	3.00	1.30						25/09/2003	0.40	1.00	55.98			UTILIZABLE							374920	8483983	
194	Juan Pablo Crusatado	56.83	1977	TA	3.50	3.00	1.15						25/09/2003	0.00	2.30	54.53			UTILIZADO	D				131.40		374999	8483955	
195	Sebastian Anchuli Diaz	39.20	1983	TA	9.00	4.00	1.30						29/09/2003	-0.70	3.70	35.50			UTILIZABLE							372544	8483730	
196	Pedro Salguero Moron	39.20	1982	TA	4.50	4.00	2.10						29/09/2003	0.00	2.25	36.95			UTILIZABLE							372538	8483664	
197	Vilma Zavala Hernandez	45.70	1997	TA	8.00	6.40	1.40						27/09/2003	0.00	1.70	44.00			UTILIZABLE							373277	8483388	
198	Crisanto Chirre Aquije	44.50	1994	TA	7.00	6.20	1.40						27/09/2003	0.00	1.00	43.50			UTILIZABLE							372963	8483107	
199	Andres Quispe Mozzo	16.75	1999	TA	3.00	0.00	0.00						27/09/2003	0.00	0.00	16.75			NO UTILIZABLE							369897	8482660	
200	Pablo Gavilán Diaz	16.92	1980	TA	6.00	4.00	4.80						26/09/2003	0.00	1.50	15.42			UTILIZABLE							369938	8482834	
201	Gregorio Valderama Nario	16.10	1980	TA	6.00	5.10	1.30	ELECTRIC	E	20	HIDROSTAL	TV	26/09/2003	-1.20	1.20	14.90	4.0		UTILIZADO	R	5	4	12	15,019.20		369892	8482763	

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sunergible

D = Doméstico
R = Riego

P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO: 11/05/06

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : SAN ANDRÉS

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACION				EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						CE mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION					COORD PSAD56 X Y		
			Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL ls		N. DINÁMICO PROF. (m)	ESTADO DEL POZO	USC	RÉGIMEN				VOLUMEN (m³/año)
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		b/d				d/s	m/s			
202	Ignacio Conisia Quispe	56.13	2001	TA	7.00	3.25	1.30	HIDROSTAL	D	14	HIDROSTAL	TV	12/09/2003	0.00	1.23	54.90	10.00		UTILIZADO	R	8	3	12	67,572.00	37354	848156
203	Walter Tacco	55.62	2003	TA	6.00	6.00	1.10						15/09/2003	0.00	2.25	53.37			UTILIZABLE						37299	848091
204	Edgar Rojas Coitogana	59.36	1999	M	8.50	9.50	0.50	ELECTRIC	E	8	HIDROSTAL	TV	15/09/2003	-1.00	2.00	57.36	14.0		UTILIZADO	R	10	5	12	275,940.00	37369	848084
205	Víctor Vazquez Yaupicasa	69.85	2000	TA	5.50	5.50	0.90	ELECTRIC	E	20	HIDROSTAL	TV	15/09/2003	0.00	1.50	68.35	12.0		UTILIZADO	R	10	5	12	112,622.40	37429	848009
206	Felix Manuel Checcillo Palomino	66.23	2003	TA	7.00	7.00	1.40						15/09/2003	0.00	2.00	64.23			UTILIZABLE						37363	848033
207	Asociacion Fundo Las Brujas De Ocas		2002	TA	10.00	10.00	1.40	B. STRATTON	G	14	HIDROSTAL	TV	17/09/2003	0.90	1.90	-1.90	14.0		UTILIZADO	R	8	5	12	105,117.60	37326	847987
208	Arturo Bellido		2003	TA	10.00	10.00	1.40	LAUNTOP	D	12	HIDROSTAL	TV	17/09/2003	0.90	2.06	-2.06	14.0		UTILIZADO	R	8	5	12	105,117.60	37302	847998
209	Avicola Carlos Meza	63.17	2003	T	6.00	6.00	0.40						17/09/2003	0.00	1.10	62.07			UTILIZABLE						37304	848015
210	Alejandro Flores	50.23	2003	TA	10.00	10.00	1.30						17/09/2003	0.00	1.80	48.43			UTILIZADO	D				262.80	37452	848051
211	Feliciano Anchante Vilchez		2003	TA	10.00	10.00	1.30						17/09/2003	0.00	2.05	-2.05			UTILIZADO	D				219.00	37413	847905
212	Crispingo Huaman		2002	TA	3.50	3.50	2.00						18/09/2003	0.50	2.10	-2.10			UTILIZABLE						37285	847933

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mixto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrifuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

CÓDIGO : 11/05/07

Aguas Subterráneas
DEPARTAMENTO : ICA

PROVINCIA : PISCO

DISTRITO : SAN CLEMENTE

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						C.E mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION						COORD PSAD56			
			Año 19..	Tipo	Prof. Inic. (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL ls	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	X	Y		
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)				m.s.n.m.	h/d	d/s				m/s	
001	Pesca Perú	2.14	1976	TA	6.00	0.00	0.00						8/10/2003	0.00	0.00	2.14				NO UTILIZABLE							369381	848886	
002	Centro Poblado Camacho	8.67	1970	TA	5.00	0.00	0.00						8/10/2003	0.00	0.00	8.67											372153	849116	
003	Delfín Cortez León	18.00	1963	TA	4.00	0.00	0.00						8/10/2003	0.00	0.00	18.00				NO UTILIZABLE							372667	848967	
004	CAU. Nuevo Perú	24.10	1976	TA	9.00	0.00	0.00						8/10/2003	0.00	0.00	24.10				NO UTILIZABLE							372859	848912	
005	Semapa San Clemente	58.30	1965	T	20.00	17.00	0.50	ELECTRIC	E	20	HIDROSTAL	CS	8/10/2003	0.00	2.40	55.90	20.00			UTILIZADO	D	10	7	12	262,800.00	375570	848710	375570	848710
006	Jaime Guzmán Roca	15.70	1968	TA	7.00	0.00	0.00						8/10/2003	0.00	0.00	15.70				NO UTILIZABLE							372349	848978	
007	Ferrero Acosta	113.02	1963	TA	9.00	5.00	2.40						8/10/2003	0.00	2.70	110.32			UTILIZABLE								380203	848745	
008	Pablo Cassinelli Uriategui	117.71	1965	TA	9.00	5.70	2.30	ELECTRIC	E	1	HIDROSTAL	CS	8/10/2003	0.80	1.60	116.11	4.00			UTILIZADO	R	2	5	12	7,507.00	380763	848760	380763	848760
009	AGRIPSA	116.23	1986	TA	4.00	3.00	1.65						8/10/2003	0.40	1.55	114.68			UTILIZABLE								380688	848743	
010	Ex Hacienda Caveno	116.43	1956	TA	13.00	9.20	2.30						8/10/2003	0.00	7.50	108.93			UTILIZABLE								380617	848688	

T = Tubular
T.A = Tajo Abierto
M = Mixto

P = Piston
MV = Molinos de Viento

TV = Turbina Vertical
S = Sumergible
CS = Centrifuga de Succión

D = Doméstico
R = Riego
I = Industrial
P = Pecuario

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, MEDICIONES Y VOLÚMENES DE EXPLOTACIÓN DE POZOS

Aguas Subterráneas

DEPARTAMENTO :

ICA

PROVINCIA : PISCO

IRHS	NOMBRE DEL POZO	COTA TERRENO m.s.n.m.	PERFORACION					EQUIPO DE BOMBEO					NIVELES DEL AGUA Y CAUDAL						CE mmhos/cm 25 °C	EXPLOTACION						COORD PSAD56			
			Año 19..	Tipo	Prof. Inic (m)	Prof. Act. (m)	Diámetro (m)	MOTOR			BOMBA		FECHA	P.R. SUELO (m)	N. ESTÁTICO		CAUDAL l/s	N. DINÁMICO		ESTADO DEL POZO	USO	RÉGIMEN			VOLUMEN (m³/año)	X	Y		
								MARCA	TIPO	HP	MARCA	TIPO			PROF. (m)	m.s.n.m.		PROF. (m)				m.s.n.m.	h/d	d/s				m/a	
001	Villa Tupac Amaru	93.40	1973	TA	20.00	17.20	1.70						1/10/2003	0.00	2.65	90.75					UTILIZABLE							377825	8484255
002	Rosa Huarcalla	83.70	1964	TA	6.00	0.00	0.00						1/10/2003	0.00	0.00	83.70					NO UTILIZABLE							376990	8484886
003	Victor Cabezas Palomino	91.38	1964	TA	9.00	7.60	1.90						1/10/2003	0.25	6.45	84.93					UTILIZADO	D				673.40		378533	8485087
004	Orlando Samalvidas Diaz	90.00	1950	TA	7.00	5.40	1.50						1/10/2003	0.00	3.90	86.10					UTILIZADO	D				613.20		378836	8485579
005	Luis De La Matta	98.60	1990	TA	4.00	0.00	0.00						1/10/2003	0.00	0.00	98.60					NO UTILIZABLE							378762	8484649
006	Ex. Hacienda Chongo	113.60	1962	TA	4.00	0.00	0.00						1/10/2003	0.00	0.00	113.60					NO UTILIZABLE							380873	8485126
007	Pecuaría Pisco S.A.	125.2	1987	TA	12.00	8.30	1.00						1/10/2003	0.50	4.00	121.20					UTILIZABLE							382638	8485380
008	Juan Carlos Arango	64.72	1999	TA	3.00	3.00	1.40						24/09/2003	0.00	1.50	63.22					UTILIZABLE							375063	8481248
009	Claudio Arango Melgar	68.90	1982	TA	3.00	3.00	1.40						24/09/2003	0.00	1.02	67.88					UTILIZABLE							375414	8481158
010	Leonor Macedonia Jimenez Herrera	64.40	1999	TA	6.00	6.00	1.40	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	24/09/2003	0.00	1.25	63.15					UTILIZABLE							375125	8481794
011	Leonor Macedonia Jimenez Herrera	64.30	1976	TA	3.00	3.00	1.40						24/09/2003	0.00	1.20	63.10					UTILIZABLE							375119	8481786
012	Javier Herencia Aguirre	62.40	1996	TA	4.00	3.75	1.30	PEDROLLO	E	2	PEDROLLO	CS	25/09/2003	0.00	2.20	60.20	1.00				UTILIZADO	D	1	3	12	562.80		375057	8481964
013	Carlos Castillo Romero	63.98	1996	TA	3.00	2.80	1.30						25/09/2003	0.50	1.45	62.53					UTILIZABLE							375167	8481946
014	Victoria Ávalos	67.12	1994	TA	7.50	7.30	1.30						25/09/2003	0.35	3.30	63.82					UTILIZABLE							375575	8482036
015	Alejandro Nuñez Palomino	66.40	1996	TA	6.00	5.70	1.50						25/09/2003	0.00	1.05	65.35					UTILIZABLE							375627	8482199
016	Alejandro Nuñez Palomino	65.58	1994	TA	7.50	7.20	1.30						25/09/2003	0.85	1.40	64.18					UTILIZABLE							375574	8482299
017	Walter Peña Huaman	64.37	1976	TA	5.00	4.50	1.30	DEUTZ	D	15	HIDROSTAL	TV	24/03/2003	-1.00	2.20	62.17	14.00				UTILIZADO	R	10	7	12	183,960.00		375029	8481379
018	Walter Giraldo	65.30	1999	TA	7.00	6.00	1.30						24/03/2003	1.00	1.40	63.90					UTILIZABLE							375198	8481307
019	Maximina Sairitupa Sanchez	70.20	1990	TA	7.00	6.10	1.40	SIFANG	D	15	HIDROSTAL	TV	25/09/2003	1.00	2.40	67.80	12.00				UTILIZADO	R	8	2	12	36,043.00		375792	8482922
020	Victoria Mozo Gala	73.6	1994	TA	6.00	5.78	1.40	M. DE VIENTO			M. DE VIENTO	MV	25/09/2003	1.00	3.60	70.00					UTILIZABLE							376324	8483011
021	Luis Medrano Vasquez	76.4	1982	T	18.00	14.00	0.50						25/09/2003	0.75	8.25	68.15					UTILIZABLE							376112	8483453
022	Magno Olivares Marca	63.7	1998	TA	2.00	1.20	0.40						25/09/2003	0.00	0.70	63.00					UTILIZABLE							375602	8483592

T.A = Tajo Abierto

M = Mixto

MV = Molinos de Viento

S = Sumergible

CS = Centrífuga de Succión

R = Riego

I = Industrial

Anexo 20. Inventario de pozos de la Autoridad Nacional del Agua en el área de estudio

Tabla A.16

Inventario de pozos de la Autoridad Nacional del Agua en el área de estudio

N° pozo	Nombre del Pozo	Código Pozo (asignado)	Cota terreno (m.s.n.m)	Perforación					Niveles del agua y caudal			Explotación	Proyección UTM 18 S - Datum WGS84	
				Año	Tipo	Profundidad Inicial (metros)	Profundidad Actual (metros)	Diámetro (metros)	Fecha	Nivel Estático Profundidad (metros)	m.s.n.m	Estado del Pozo	Este	Norte
1	Pozo Comunal Fortaleza	P1	298,6	1960	TA	9	12	2	1/10/2003	8,5	290,1	UTILIZADO	395 580	8 480 370
2	Semapa San Clemente	P2	58,3	1965	T	20	17	0,5	8/10/2003	2,4	55,9	UTILIZADO	375 570	8 487 103
3	Daniel Ortiz Huamán	P3	301,55	1956	T	40	35,8	0,4	7/10/2003	28,84	272,71	UTILIZABLE	391 563	8 493 270
4	Pecuaría Pisco S.A.	P4	125,2	1987	TA	12	8,3	1	1/10/2003	4	121,2	UTILIZABLE	382 434	8 485 015
5	Centro Poblado Fundo Figueroa	P5	23,65	1954	TA	12	10	1,5	9/10/2003	3,6	20,05	UTILIZADO	371 680	8 485 988
6	Enrique Cabrera Rocha	P6	18,9	1943	TA	9	6,8	1,5	9/10/2003	3,8	15,1	UTILIZABLE	370 840	8 486 088
7	Jorge Luis Garcia Pasos	P7	312,9	1960	T	40	38,9	0,4	1/10/2003	11,05	301,85	UTILIZABLE	398 232	8 480 661
8	EMA PISCO S.A	P8	315,13	1997	T	40	38,3	0,5	1/10/2003	12,2	302,93	UTILIZABLE	398 718	8 480 751
9	Hacienda La Floresta	P9	310	1938	TA	18	16,8	2	1/10/2003	15,1	294,9	UTILIZADO	397 747	8 480 555
10	Hacienda La Floresta	P10	320,72	1960	T	40	37,7	0,5	1/10/2003	15,3	305,42	UTILIZABLE	398 697	8 480 521

N° pozo	Nombre del Pozo	Código Pozo (asignado)	Cota terreno (m.s.n.m)	Perforación					Niveles del agua y caudal			Explotación	Proyección UTM 18 S - Datum WGS84	
				Año	Tipo	Profundidad	Profundidad	Diámetro (metros)	Fecha	Nivel Estático Profundidad (metros)	m.s.n.m	Estado del Pozo	Este	Norte
						Inicial (metros)	Actual (metros)							
11	Centro Poblado El Palmar	P11	287,03	1958	TA	8	5	1,3	1/10/2003	4,32	282,71	UTILIZADO	395 203	8 481 282
12	Fortunato Rivera Ramirez	P12	266,12	1965	T	40	37,6	0,4	7/10/2003	24,73	241,39	UTILIZABLE	391 370	8 489 027
13	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P13	215	1981	T	41,5	40	0,5	1/10/2003	3,7	211,3	UTILIZABLE	389 684	8 482 794
14	Angel Bellido Aparicio	P14	257,9	1963	TA	9	7,5	1,2	1/10/2003	3,95	253,95	UTILIZADO	393 414	8 481 909
15	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P15	242,15	1956	T	45	44	0,5	1/10/2003	2,65	239,5	UTILIZADO	392 098	8 482 392
16	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P16	210,6	1981	T	58	54	0,45	1/10/2003	3,1	207,5	UTILIZABLE	389 051	8 482 828
17	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P17	215,83	1981	T	60	58,2	0,5	1/10/2003	3,4	212,43	UTILIZABLE	389 384	8 482 872
18	Semapa Independencia	P18	220,42	1965	T	50	40	0,33	7/10/2003	18,34	202,08	UTILIZADO	389 795	8 486 244
19	Centro Poblado El Pilar	P19	249,6	1982	TA	4	2	1,5	1/10/2003	1,3	248,3	UTILIZABLE	392 112	8 481 676
20	Centro Poblado Bernaldes	P20	289,16	1960	T	25	15	0,5	1/10/2003	3	286,16	UTILIZABLE	395 112	8 479 682
21	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P21	221,15	1981	T	50	49,1	0,5	1/10/2003	6,5	214,65	UTILIZABLE	389 573	8 482 335
22	San Juan de Condor (INIA)	P22	179,8	1961	T	20	12,8	0,5	7/10/2003	1,62	178,18	UTILIZABLE	388 002	8 486 279
23	Ferrero Acosta	P23	113,02	1963	TA	9	5	2,4	8/10/2003	2,7	110,32	UTILIZABLE	380 203	8 487 450

N° pozo	Nombre del Pozo	Código Pozo (asignado)	Cota terreno (m.s.n.m)	Perforación					Niveles del agua y caudal			Explotación	Proyección UTM 18 S - Datum WGS84	
				Año	Tipo	Profundidad	Profundidad	Diámetro (metros)	Fecha	Nivel Estático Profundidad (metros)	m.s.n.m	Estado del Pozo	Este	Norte
						Inicial (metros)	Actual (metros)							
24	Ex Hacienda Cavero	P24	116,43	1956	TA	13	9,2	2,3	8/10/2003	7,5	108,93	UTILIZABLE	380 617	8 486 880
25	Emapa Pisco Pozo N° 4 S.A.	P25	224,13	1981	T	49,25	47,9	0,5	1/10/2003	5,72	218,41	UTILIZABLE	389 924	8 482 268
26	Victor Cabezas Palomino	P26	91,38	1964	TA	9	7,6	1,9	1/10/2003	6,45	84,93	UTILIZADO	378 311	8 484 721
27	AGRIPSA	P27	116,23	1986	TA	4	3	1,65	8/10/2003	1,55	114,68	UTILIZABLE	380 688	8 487 433
28	Pablo Cassinelli Uriategui	P28	117,71	1965	TA	9	5,7	2,3	8/10/2003	1,6	116,11	UTILIZADO	380 763	8 487 602
29	José Montoya Arias	P29	150	1964	TA	6	3	2,6	7/10/2003	2,48	147,52	UTILIZABLE	383 329	8 489 201
30	Agrícola Don Fermín S.A.C.	P30	146,5	1963	TA	9	6,1	1,5	7/10/2003	2,52	143,98	UTILIZADO	383 977	8 487 536
31	Ex. Hacienda Mensia	P31	140,03	1961	TA	6	4	1,9	7/10/2003	3,02	137,01	UTILIZABLE	383 231	8 487 432
32	Orlando Samalvidas Díaz	P32	90	1950	TA	7	5,4	1,5	1/10/2003	3,9	86,1	UTILIZADO	378 608	8 485 208
33	Villa Tupac Amaru	P33	93,4	1973	TA	20	17,2	1,7	1/10/2003	2,65	90,75	UTILIZABLE	377 603	8 483 889
34	AGRO HYDRA S.A.	P34	22,4	1998	TA	6	0	0	9/10/2003	0	22,4	NO UTILIZABLE	371 406	8 486 113
35	AGRO HYDRA S.A.	P35	23,2	1998	TA	8	0	0	9/10/2003	0	23,2	NO UTILIZABLE	371 409	8 486 115
36	Hacienda La Floresta	P36	295,37	1961	TA	20	0	0	1/10/2003	0	295,37	NO UTILIZABLE	395 545	8 480 631

N° pozo	Nombre del Pozo	Código Pozo (asignado)	Cota terreno (m.s.n.m)	Perforación					Niveles del agua y caudal			Explotación	Proyección UTM 18 S - Datum WGS84	
				Año	Tipo	Profundidad	Profundidad	Diámetro (metros)	Fecha	Nivel Estático Profundidad (metros)	m.s.n.m	Estado del Pozo	Este	Norte
						Inicial (metros)	Actual (metros)							
37	EMA PISCO S.A	P37	300,05	1997	T	50	50	0,5	1/10/2003	0	300,05	UTILIZABLE	397 818	8 481 205
38	Rosa Acevedo Díaz	P38	240,2	1967	T	30	0	0	7/10/2003	0	240,2	NO UTILIZABLE	392 395	8 484 143
39	José Abancine Pineda	P39	49,25	1964	TA	6	0	0	9/10/2003	0	49,25	NO UTILIZABLE	374 306	8 485 906
40	Ex. CAU. Los Paracas	P40	285	1960	T	60	0	0	1/10/2003	0	285	NO UTILIZABLE	395 775	8 481 377
41	CAU. Fortaleza	P41	326	1961	T	60	56	0	1/10/2003	0	326	NO UTILIZABLE	398 409	8 479 880
42	Pedro Portilla Blanco	P42	240,6	1968	T	24	4	0	7/10/2003	0	240,6	NO UTILIZABLE	390 013	8 490 339
43	Rosa Huarcalla	P43	83,7	1964	TA	6	0	0	1/10/2003	0	83,7	NO UTILIZABLE	376 768	8 484 520
44	C. Pobl. Independencia Bajo	P44	197,53	1960	TA	16	0	0	7/10/2003	0	197,53	NO UTILIZABLE	388 489	8 486 261
45	Miguel Orihuela	P45	231,25	1952	TA	6	2	2	1/10/2003	0	231,25	NO UTILIZABLE	390 161	8 481 963
46	Centro Poblado San Pablo	P46	231,4	1974	TA	6	1,2	1,3	1/10/2003	0	231,4	NO UTILIZABLE	390 362	8 481 997
47	Luis De La Matta	P47	98,6	1990	TA	4	0	0	1/10/2003	0	98,6	NO UTILIZABLE	378 540	8 484 283
48	Ex. Hacienda Chongo	P48	113,6	1962	TA	4	0	0	1/10/2003	0	113,6	NO UTILIZABLE	380 651	8 484 760
49	CAU. Inmaculada Concepción	P49	158,05	1964	TA	6	0	0	7/10/2003	0	158,05	NO UTILIZABLE	384 315	8 488 830