



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“UBICACIÓN DE ZONAS DE RECARGA HÍDRICA USANDO IMÁGENES LANDSAT 8 MEDIANTE EL MÉTODO DE ÁRBOL DE DECISIONES EN LA CUENCA DEL RÍO CHAMÁN, CAJAMARCA Y LA LIBERTAD-PERÚ”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Georgina Deysi Cusquisiban Quispe

Asesor:

M.Cs. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios, por cuidarme en mi formación profesional, a mis padres: Santiago y María, quienes inspiraron en mi confianza y superación para un futuro mejor, a mi apreciada hermana Miriam y hermano Roberto, quienes, gracias a su esfuerzo, apoyo y comprensión, hicieron posible la culminación de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la universidad Privada del Norte, por sus enseñanzas y orientación en mi formación profesional

Así mismo expreso mi sincera gratitud al Ingeniero Juan Carlos Flores Cerna asesor del presente trabajo, por su orientación y valioso apoyo

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron para la culminación del presente estudio.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.1.1. Descripción del problema de investigación.....	11
1.1.2. Antecedentes.....	12
1.1.3. Definiciones conceptuales	14
1.2. Formulación del problema.....	47
1.3. Objetivos.....	47
1.3.1. Objetivo general.	47
1.3.2. Objetivos específicos.....	48
1.4. Hipótesis	48
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	50
2.1. Tipo de investigación.....	50
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	50
2.2.1. Población	50
2.2.2. Muestra	50
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	50
2.3.1. Técnicas	50
2.3.2. Instrumentos	50

2.4. Procedimiento	51
2.4.1. Aspectos generales	51
2.4.1.1. Ubicación geográfica.....	51
2.4.1.2. Demarcación hidrográfica.	51
2.4.1.3. Demarcación política.....	52
2.4.1.4. Clima, temperatura, vegetación, unidades hidrográficas.....	53
2.4.2. Descarga de imágenes satelitales.....	58
2.4.3. Mosaico y recorte de la zona de estudio.....	62
2.4.4. Corrección atmosférica y radiométrica.....	64
2.4.5. Calculo de parámetros	65
CAPÍTULO III. RESULTADOS	81
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	90
4.1 Discusión.....	90
4.2 Conclusiones.....	95
REFERENCIAS	97
ANEXOS	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características del sensor VISRR-METEOSAT	24
Tabla 2 Especificaciones de Productos LDCM a Nivel 1	30
Tabla 3 Características de las imágenes LANDSAT 8.....	31
Tabla 4 Grado de infiltración en función de la pendiente.	45
Tabla 5 Coordenadas de referencia UTM.....	51
Tabla 6 Zonas de vida y vegetación característica de la cuenca del rio Chamán.....	57
Tabla 7 Ficha de adquisición de imagen 9/65.	60
Tabla 8 Ficha de adquisición de imagen 10/65.	61
Tabla 9 Rango de temperatura según la cubierta superficial de la zona de estudio.	73
Tabla 10 Grado de infiltración en función de la pendiente.	78
Tabla 11 Codificación en el árbol de decisiones.	81
Tabla 12 Recarga hídrica favorable 1.....	82
Tabla 13 Recarga hídrica favorable 2.....	82
Tabla 14 Recarga hídrica favorable 3.....	83
Tabla 15 Recarga hídrica moderada 1	83
Tabla 16 Recarga hídrica moderada 2	83
Tabla 17 Recarga hídrica moderada 3	84
Tabla 18 Depósito cuaternario 1.....	84
Tabla 19 Depósito cuaternario 2.....	84
Tabla 20 Depósito cuaternario 3.....	85
Tabla 21 Depósito cuaternario 4.....	85
Tabla 22 Depósito cuaternario 5.....	85
Tabla 23 Depósito cuaternario 6.....	86
Tabla 24 Afloramiento rocoso 1.....	86

Tabla 25 Afloramiento rocoso 2.....	86
Tabla 26 Afloramiento rocoso 3.....	87
Tabla 27 Afloramiento rocoso 4.....	87
Tabla 28 Cubiertas de agua	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. (i) reflexión, (ii) Emisión y (iii) emisión-reflexión. (Chuvieco, 2002).....	15
Figura 2. Signaturas espectrales de las distintas cubiertas. (Chuvieco, 2002).	18
Figura 3. Espectro electromagnético. (Modificado de Pinilla, 1995).....	19
Figura 4. Satélites de órbita polar y satélites geoestacionarios. (Montesinos, 1990).....	23
Figura 5. Ancho de banda para los sensores OLI y TIRS en Landsat 8 y ETM+ en Landsat 7	29
Figura 6. Respuesta espectral relativa LDCM (USGS,2013).....	32
Figura 7. Demarcación Hidrográfica.	52
Figura 8. Demarcación Política.	54
Figura 9. Página interactiva de pedidos de imágenes LANDSAT 8 USGS. (www.usgs.com).....	59
Figura 10. Imágenes satelitales 9/65 y 10/65 correspondientes a la zona de estudio.....	62
Figura 11. Aplicación de la técnica mosaico en imágenes satelitales 9/65 y 10/65.....	63
Figura 12. Recorte de la cuenca del río Chamán.....	63
Figura 13. Corrección atmosférica y radiométrica de la zona de estudio.	65
Figura 14. Obtención del índice de vegetación de diferencia normalizada.....	67
Figura 15. Clasificación espectral del índice de vegetación de diferencia normalizada.	70
Figura 16. Obtención de del componente principal del agua.	71
Figura 17. Obtención de del componente principal del agua.	74
Figura 18. Obtención de la temperatura superficial de la zona de estudio.....	75
Figura 19. Temperatura superficial de la zona de estudio.....	76
Figura 20. Obtención de pendientes de la zona de estudio a partir del modelo GDEM.....	79
Figura 21. Caracterización espectral de la pendiente en la zona de estudio.....	80

Figura 22. Árbol de decisiones para la ubicación de zonas de recarga hídrica en la cuenca del río Chamán.	81
Figura 23. Ubicación de las zonas de recarga hídrica en la cuenca del río Chamán.	89
Figura 24. Corroboración de zonas de recarga hídrica en la cuenca del río Chamán.	91
Figura 25. Elevaciones de la cuenca del río Chamán.	93
Figura 26. Zonas de recarga hídrica Vs orden de los drenajes.	94

RESUMEN

Las técnicas satelitales representan una nueva oportunidad de técnicas limpias para la solución sostenible y sustentable del agua, pues permite el monitoreo de los cambios de acumulación de manera detallada y en tiempo real, es por ello que el presente estudio tuvo como objetivo ubicar las zonas de recarga hídrica usando imágenes LANDSAT 8 mediante el método de árbol de decisiones en una población de estudio de 1.569 km² correspondiente a la cuenca Chamán, con un diseño de investigación del tipo no experimental, transversal, causal, usando técnicas espectrales para discriminar diferentes tipos de materiales apoyada en instrumentos de recolección de datos como el satélite Áster, el software ArcGIS 10.5 y software Envi 5.4 para el análisis espectral, obteniéndose como principal resultado la identificación de las zonas de recarga hídrica; el resultado muestra que de los 1 021 pozos de agua subterránea registrados por INGEMMET (2015), 805 representan la clase recarga hídrica favorable, con lo cual brinda da una certeza de 78.8 % en la identificación de zonas de recarga hídrica subterránea. Concluyéndose así que la certeza de este estudio en función de los pozos subterráneos mapeados en campo por INGEMMET es elevada y permitirá un mejor aprovechamiento de este recurso hídrico, así como su protección, además que abrirá las puertas al uso de teledetección como herramienta complementaria a estudios en todas las ramas del conocimiento.

Palabras clave: Recarga hídrica, Imágenes Landsat 8, Teledetección, Multiespectral

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1. Descripción del problema de investigación

El recurso hídrico es un bien escaso y poco administrado, una necesidad cada vez más creciente y en los últimos años constituye un problema silencioso que va afectando cada vez más a distintas regiones del país.

Las técnicas satelitales representan una nueva oportunidad de técnicas limpias para la solución sostenible y sustentable del agua, pues permite el monitoreo de los cambios de acumulación de manera detallada y en tiempo real, eliminando limitaciones espacio temporales que existen hoy en día, permitiendo obtener medidas completas y confiables en grandes regiones geográficas.

Las protecciones de zonas de infiltración permitirán el abastecimiento de agua subterránea obteniendo así el máximo provecho de un recurso que potencialmente es valioso en nuestro país.

Este recurso subterráneo tiene características favorables frente al grado actual de contaminación mundial pues es un recurso que entre sus ventajas tiene la cualidad de uniformidad en la calidad, mejor distribución espacial y un menor grado de contaminación con respecto a las aguas superficiales.

Es por ello que la presente tesis plantea métodos satelitales de técnicas limpias para la solución sostenible y sustentable del agua mediante el uso de las imágenes satelital de tipo LANDSAT 8, utilizando el método de árbol de decisiones, en la cuenca Chamán para ubicar las zonas de recarga hídrica subterránea a partir del uso de parámetros como: El índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), análisis de componente principal de agua

superficial (CPA), pendiente y temperatura. Esta investigación pretende reflejar una metodología para la generación de información que permita preservar las zonas de enriquecimiento hídrico subterráneo, y permitir el manejo sostenible de este recurso indispensable y escaso.

1.1.2. Antecedentes

1.1.2.1. Internacional

Bueso Campos, M. (2010). Identificación y caracterización de las zonas con mayor potencial de recarga hídrica en las subcuencas de los ríos Tacó y Shusho, municipio de Chiquimula-Guatemala.

El presente estudio tiene como propósito fundamental, determinar las zonas potenciales de recarga hídrica en dos subcuencas hidrográficas, las cuales incluyen a los ríos Tacó, Shusho y Sasmó en el municipio de Chiquimula; para lo cual se aplicó un modelo metodológico para la determinación del potencial de recarga hídrica; basado en las variables: pendiente, geología, velocidad de infiltración, textura del suelo, uso del suelo y cobertura vegetal. Cada una de estas variables, fue analizada con el propósito de describir la forma en que éstas determinan la recarga hídrica del área geográfica.

Como resultado, fue generado el mapa “Zonas potenciales de recarga hídrica, en las subcuencas de los ríos Tacó, Shusho y Sasmó”; el cual clasifica el área de estudio en cinco categorías, según el potencial de recarga hídrica: muy alto (1.15 %), alto (18.30 %), moderado (64.80 %), bajo (14.68 %) y muy bajo (1.07 %).

1.1.2.2. Nacional

Peña Laureano, F; Carpio Fernández, J; Vargas Rodríguez, V. (2015). INGEMMET, Boletín Serie H: Hidrogeología N°4: Hidrogeología de la cuenca de los ríos Jequetepeque y Chamán, Regiones Cajamarca, La Libertad y Lambayeque.

El boletín «Hidrogeología de la cuenca de los ríos Jequetepeque (13774) y Chamán (137752)» es el resultado de estudios hidrogeológicos regionales tomando como unidad de análisis las cuencas hidrográficas del territorio peruano. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú – Ingemmet, continúa con el levantamiento de la Carta Hidrogeológica del territorio peruano.

1.1.2.3. Local

Vásquez Peralta, C. (2011). Estudio hidrológico de la región de Cajamarca.

El presente estudio hidrológico a nivel exploratorio del departamento de Cajamarca, contiene el análisis básico del potencial de recursos hídricos que se produce en nuestras cuencas hidrográficas y sus limitaciones para atender la demanda de agua de miles de hectáreas que cuentan con aptitud para el riego; elaborado en base a la poca información hidrometeorológica con que se cuenta, sobre todo por la carencia de registros históricos de descargas de ríos, ya que no se cuenta con una red de estaciones hidrométricas que cubran la información histórica de toda la región. No obstante, los métodos hidrológicos

convencionales nos permiten estimar las descargas de los ríos a partir de datos de precipitación con un registro no menor de 20 años.

Barboza Colorado, Y. y Cortez Valera, R. (2018). Análisis multiespectral mediante parámetros superficiales con la plataforma LANSAT 8 para identificar agua subterránea en la cuenca del Río Mashcón – Cajamarca.

El presente estudio tuvo como objetivo identificar agua subterránea usando la plataforma LANDSAT 8, mediante el uso de parámetros superficiales en la cuenca del río Mashcón, en una población de estudio de 307.49 Km² correspondiente a la cuenca Mashcón, con el diseño de investigación del tipo No experimental, transversal; el resultado de la investigación muestra que de los 96 pozos de agua subterránea registrados por ANA (2018), 76 representan la clase, agua subterránea, con lo cual brinda una confiabilidad de 79% en la identificación de zonas de agua subterránea.

1.1.3. Definiciones conceptuales

1.1.3.1. Fundamentos de la teledetección.

La palabra teledetección, proviene de la traducción dada por los franceses télédétection en 1967 al término anglosajón Remote Sensing y puede definirse como la adquisición de información sobre un objeto a distancia, es decir, sin que hay contacto material entre el objeto o sistema observado y el observador (López y Caselles, 1991).

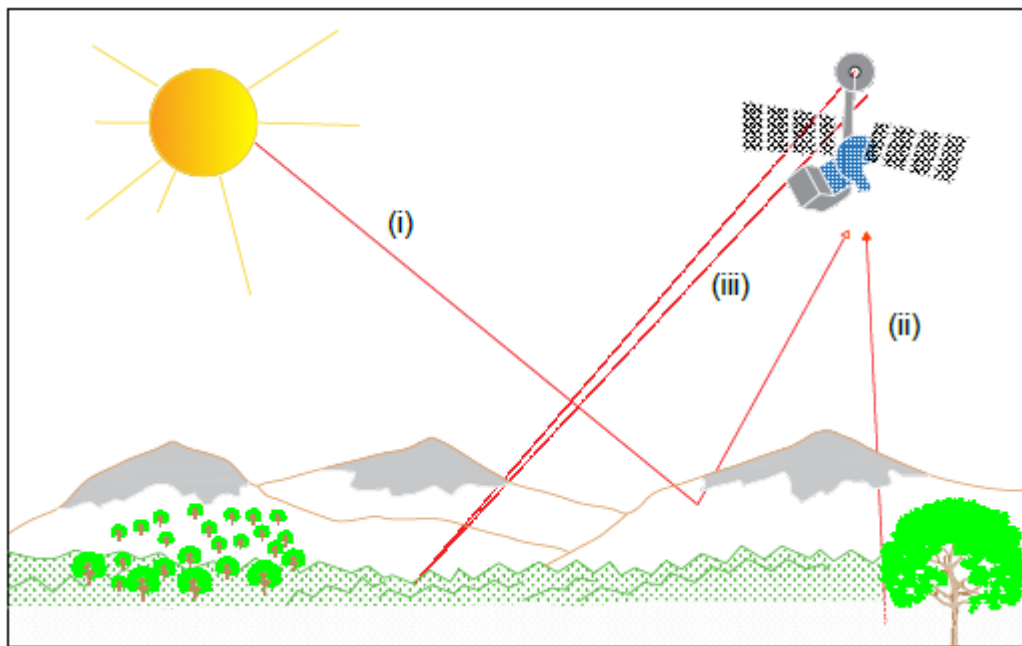


Figura 1. (i) reflexión, (ii) Emisión y (iii) emisión-reflexión. (Chuvieco, 2002).

Es una técnica que presenta numerosas ventajas con respecto a los métodos tradicionales, de las cuales podemos destacar tres (Chuvieco, 2002).:

1. Se realiza una cobertura periódica de la superficie, lo que permite estudios de evolución temporal.
2. Permite una visión global de grandes espacios (una imagen Landsat abarca 34000 km²), lo que homogeneiza la toma de datos.
3. Permite obtener información sobre regiones no visibles del espectro electromagnético, registrado datos inaccesibles al ojo humano.

Algunos autores, especialmente los franceses, incluyen la fotografía aérea dentro de los sistemas de teledetección, aunque admiten que no son una representación cuantitativa de la energía recibida, ya que la restitución de las densidades de colores depende de muy diversos

parámetros, de orden natural o técnico, que no siempre son dominados en el momento de su adquisición (Chuvienco, 2002).

Desde el punto de vista de su aplicación, la teledetección tiene como objetivo el reconocimiento de las características de la superficie terrestre y de los fenómenos que en ella se producen a partir de los datos registrados por el sensor, basándose en que los materiales de la superficie terrestre tienen una respuesta espectral propia, a partir de la cual podemos identificarlos, apoyándonos en una serie de las leyes y principios físicos básicos que pueden resumirse en los siguientes puntos (Chuvienco, 2002):

- La radiación electromagnética como fuente de energía,
- La interacción de la energía electromagnética con la atmósfera,
- La interacción de la energía electromagnética con los objetos de la superficie terrestre,
- La recogida de la información mediante sensores.

Para que la observación desde satélite sea posible y de acuerdo con la definición de teledetección y las citadas leyes y principios, es necesario que exista algún tipo de interacción entre los objetos y el sensor. Es por ello que los tres elementos principales en todo sistema de teledetección son el sensor, el objeto observado y el flujo energético que permite poner a ambos en relación. Este flujo energético es el que pone en contacto superficie y sensor y por ello gran número de los principios de la teledetección están directamente relacionados con las propiedades de esta radiación, ya que es la fuente de información que utiliza el sensor, (Chuvienco, 2002).

Cualquier objeto cuya temperatura este por encima del 0 absoluto (-273°C) emite energía, y la intensidad de esta emisión es función de la temperatura. Se define como emisor perfecto a aquel objeto (teórico) que absorbe y emite toda energía que recibe. También se habla de cuerpos blancos o reflectores perfectos cuando no absorben nada de la energía incidente, sino que la reflejan por completo, (Chuvienco, 2002).

La reflexión se deriva directamente de la luz solar, principal fuente de energía en nuestro planeta y constituye por lo tanto la forma más importante de teledetección. El sol ilumina la superficie terrestre, la cual refleja esa energía en función del tipo de cubierta presente sobre ella. El sensor recoge ese flujo reflejado, transmitiéndolo posteriormente a las estaciones receptoras. La atmósfera es un elemento que se interpone entre la superficie y el sensor, dispersando y absorbiendo parte de la señal original. Los cuerpos más frecuentes en la naturaleza son los radiadores selectivos, es decir, aquellos que absorben o reflejan la energía incidente en función de su longitud de onda, (Chuvienco, 2002).

1.1.3.2. La radiación electromagnética.

Cualquier objeto, como consecuencia de su interacción con las fuentes de energía propias o externas, emitirá y/o reflejará una radiación electromagnética. Cada objeto o sistema posee una respuesta espectral propia, en términos de energía reflejada y energía emitida, y que se conoce como signatura espectral (Fig. 2). El objeto de la teledetección es la identificación de los materiales y los fenómenos que tienen lugar

en la superficie terrestre a través de su signatura espectral. La radiación electromagnética más fácil de entender para nosotros es aquella para la que el ser humano está dotado naturalmente de sensores, es decir, la luz visible. El ojo humano es capaz de apreciar un reducido intervalo de longitudes de onda que va de los 0.4 a 0.78 μm aproximadamente ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$), lo que es el conocido como espectro visible, es decir, la secuencia de colores del rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta, que no representa más que una minúscula parte del espectro electromagnético. (Chuvieco, 2002).

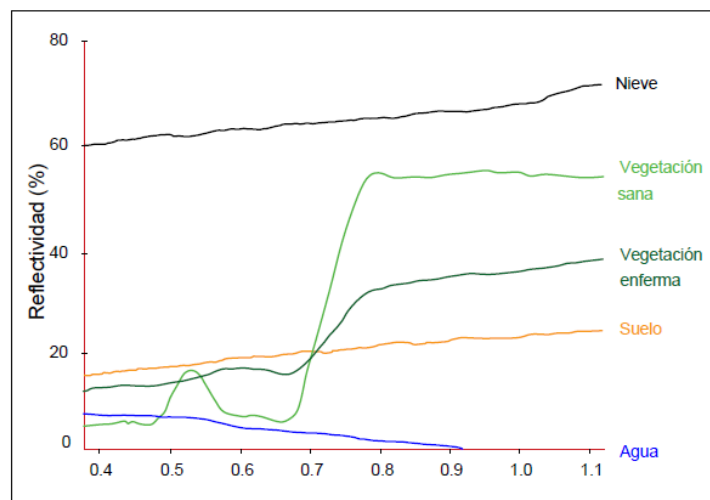


Figura 2. Signaturas espectrales de las distintas cubiertas. (Chuvieco, 2002).

Los rayos X se encuentran en unas longitudes de onda comprendidas entre 0.3 y 300 Å ($1 \text{ Å} (1 \text{ Amstrong}) = 10^{-10} \text{ m}$); el ultravioleta se sitúa entre 13-400 μm ; el infrarrojo entre 0.78-15 μm ; las microondas entre 1mm-10 cm y en las ondas hertzianas comienzan a los 10 cm hasta 1km. Dentro de estas últimas, se utiliza para el radar las longitudes comprendidas entre 1 cm y 1 m. De esta gama de longitudes de onda

(Fig. 2), la teledetección utiliza esencialmente la parte que va desde el visible a las microondas, (López y Caselles, 1991).

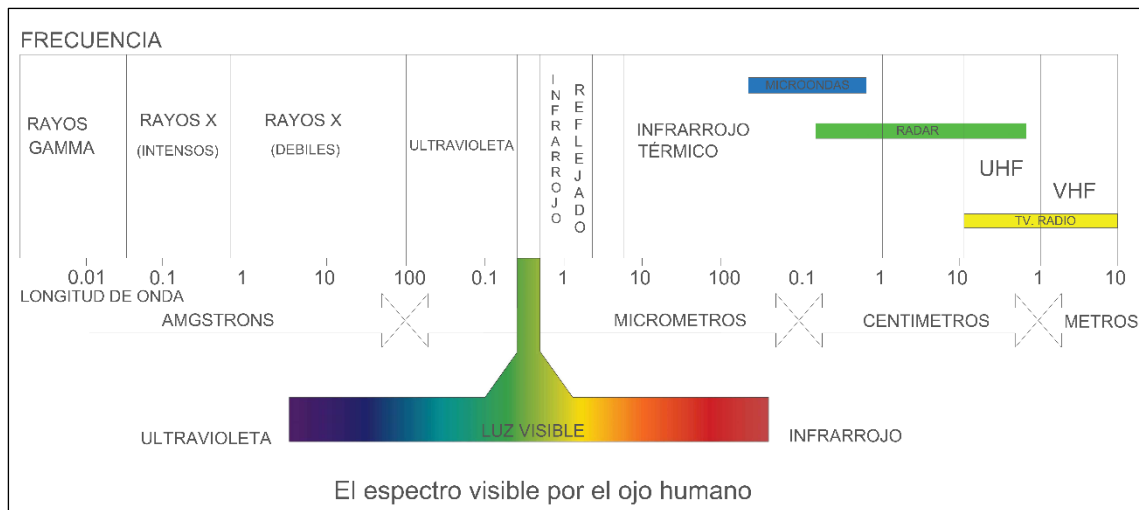


Figura 3. Espectro electromagnético. (Modificado de Pinilla, 1995).

1.1.3.3. Técnicas de teledetección.

Las técnicas de teledetección, según el origen de la señal utilizada, se pueden agrupar en dos categorías (López y Caselles, 1991):

1. **Métodos pasivos:** Están basados en la detección de las características radiactivas o reflectantes del sistema observado. La fuente energética es el sol o la tierra y la misión del sensor es únicamente la de captar la señal que le llega. Existen dos tipos de sensores de estas características: electro-ópticos y de microondas.
2. **Métodos activos:** En este caso, el sensor tiene una doble función: por un lado, actúa activamente produciendo una señal de características conocidas que será recogida después de interactuar con el sistema observado. La información se obtiene de la comparación entre la señal emitida y la reflejada. El más conocido

es el radar, radiómetro activo de microondas que barre entre 0.1 y 100 cm.

1.1.3.4. Características de los sensores.

Para que la teledetección pueda llevarse a cabo, es necesario contar con instrumentos capaces de registrar la radiación procedente de la tierra (sensores) y de transformarla en una señal susceptible de ser manejada de forma análoga (productos fotográficos) o de forma digital (cintas magnéticas compatibles con ordenador, CCTs, CD Rom, etc.) (Meijering, 2007).

Los sensores pueden definirse como instrumentos susceptibles de detectar la señal electromagnética (radiación reflejada o emitida) que les llega de la tierra y la atmósfera, en un determinado intervalo de longitud de onda, y convertirla en una magnitud física que pueda ser tratada y grabada (señal analógica o digital) (Meijering, 2007).

Las características espaciales del sensor hacen referencia a la porción de la superficie terrestre de la cual obtiene información y se determinan por magnitudes tales como (López y Caselles, 1991):

- **Campo de visión instantánea (IFOV)**, que depende de la apertura del dispositivo óptico del sensor y determina las dimensiones máximas de la superficie terrestre que puede observarse en cada instante desde el sensor. Se expresa en radianes, aunque se suele usar la longitud que sobre la superficie terrestre corresponde a ese ángulo, lo que coincide con las menciones de píxel.

- **Campo total de observación:** se define para los sensores de barrido y depende del ángulo de oscilación o de rotación de espejo y de la duración de la pasada. En función de la altitud del satélite, se obtiene la longitud de la línea de barrido, que se expresa en m o km.
- **Píxel** (contracción del término anglosajón picture element): Determina el tamaño de la muestra. La señal de salida del detector sufre un muestreo a una frecuencia que depende del sistema de adquisición de los datos, esto es, de la velocidad de barrido.

Entre las cualidades de un sistema de sensor, hay que destacar la resolución, que es una medida de capacidad de un sistema óptico para distinguir señales que están espacialmente cercanas o que son espectralmente similares, (Chuvieco, 2002).

Las dimensiones del píxel definen la aptitud de un sensor para distinguir los objetos en el plano espacial, y es lo que nos da la resolución espacial del sensor. Sin embargo, esta resolución no depende exclusivamente del tamaño del píxel, sino que puede estar influida por el contenido de la imagen y por otros factores como geometría y contraste del objeto, resolución radiométrica, iluminación, claridad de la atmósfera o el efecto de los píxeles vecinos, (Chuvieco, 2002).

Las características espectrales del sensor hacen referencia a su capacidad para registrar la radiación electromagnética, y determinan resolución espectral, magnitud que expresa su aptitud para separar señales de longitudes de ondas diferentes. Depende del dispositivo de

filtro óptico que separa la radiación incidente en bandas espectrales más o menos amplias, (Chuvienco, 2002).

Las características radiométricas del sensor definen la resolución radiométrica, que expresa su capacidad en una banda espectral considerada, para distinguir señales electromagnéticas de energía diferente. La resolución radiométrica está condicionada por los intervalos de digitalización de la señal. En el dominio del infrarrojo térmico, esta resolución se traduce en medidas de temperatura diferente (NEdT), mientras que, en el visible, determina los valores reflectividad, (Chuvienco, 2002).

Finalmente, si nos referimos a la periodicidad en la adquisición de las imágenes, definimos la resolución temporal que alude a la frecuencia de cobertura proporcionada por el sensor. El ciclo de cobertura está en función de las características orbitales del satélite, así como de las cualidades del sensor (ángulo de observación y de abertura) (Meijering, 2007).

Los sensores pueden ser instalados en distintas plataformas o medios de observación, teniendo cada uno de ellos características propias. Ordenando aquellos más importantes de menor a mayor distancia a la tierra, tenemos: el propio suelo, globos, aviones, cohetes y satélites artificiales, (Chuvienco, 2002).

Para la obtención de una visión global de regiones de gran extensión, las plataformas más adecuadas son los satélites artificiales. Se trata de máquinas que giran en el espacio alrededor de la tierra, siguiendo una

órbita específica, y diferenciándose de los cohetes en que pueden permanecer en órbita, facilitando una visión constante del planeta, (Chuvieco, 2002).

1.1.3.5. Los satélites de observación de la tierra.

Desde los años 70 se han desarrollado diversos tipos de sensores y plataformas receptoras, aumentando su resolución radiométrica, espacial y temporal a medida que las tecnologías han ido avanzando. En la actualidad se dispone de una amplia variedad de sensores diseñados para tareas específicas, que van desde la exploración del cosmos a los estudios climatológicos, oceánicos o medioambientales. Los satélites artificiales son la mejor plataforma de observación sobre la que instalar los sensores que captan la energía reflejada o emitida por la tierra. Estos satélites se clasifican en tres grandes grupos en función de sus características orbitales (Figura 4), (Chuvieco, 2002).

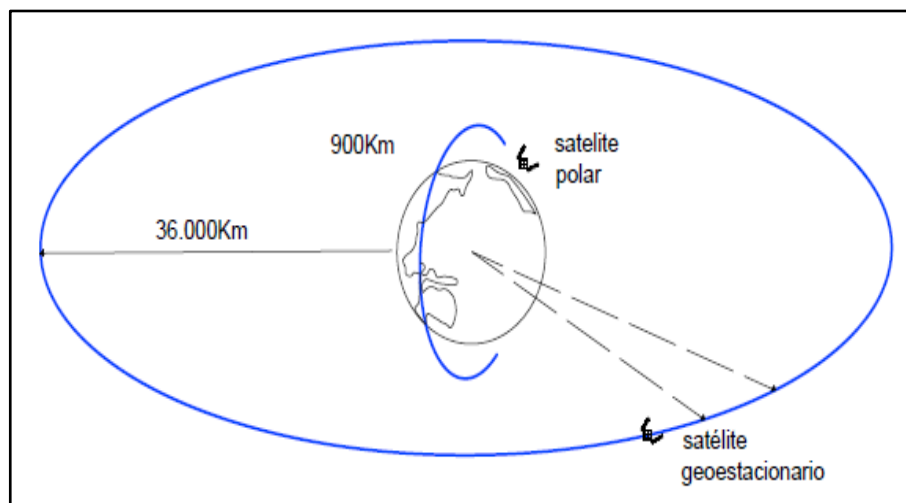


Figura 4. Satélites de órbita polar y satélites geoestacionarios. (Montesinos, 1 990).

A. Satélites geoestacionarios (o geosincrónicos).

En ellos, el período orbital, es decir, el tiempo que tarda en completar una órbita alrededor del planeta, es igual a la velocidad de rotación de la tierra, por lo que aparecen como inmóviles, siempre en la misma posición respecto a un punto fijo de la superficie terrestre. La altura orbital de estos satelitales es de unas 5 o 6 veces el radio terrestre y sus sensores se caracterizan por su baja resolución espacial y la alta repetitividad de sus observaciones (varias veces al día). Como ejemplo de satélites geoestacionarios podemos citar el programa norteamericano GOES (Geostationary Operational Environmental Satellites) y el europeo METEOSAT, que realiza una observación de la tierra cada 30 minutos. Su principal sensor es un radiómetro multiespectral que trabaja en regiones del visible y del infrarrojo. Sus características quedan reflejadas en la tabla 1, (USGS, 2015).

Tabla 1

Características del sensor VISRR-METEOSAT.

METEOSTAT SENSOR VISSR		
Canal	$\lambda(\mu\text{m})$	Resolución espacial
Visible (VIS)	(0.50-0.90)	2,5 km
Vapor de agua (WV)	(5.70-7.10)	5 km
IR térmico (IRt)	(10.50-12.50)	5 km
IFOV	$\lambda(\mu\text{m})$	Resolución espacial

Fuente: USGS, 2015.

B. Satélites de órbita polar (o heliosincrónicos).

Estos satélites no permanecen sobre un mismo punto de la superficie terrestre, sino que describen órbitas circulares o ligeramente excéntricas, con dirección Norte-Sur, mientras la tierra gira bajo ellos en sentido Oeste-Este. Suelen tener una altura orbital menos a 1 000 km (Meijering, 2007).

La relación angular entre el sol y el plano orbital del satélite se mantiene constante, por lo que el satélite sobre el mismo punto de la tierra a la misma hora solar. (Widger; Petrie, 1970).

La zona de la superficie terrestre que puede ser captada por el satélite viene limitada por su inclinación orbital, es decir, para que un satélite de órbita polar pudiera sobrevolar la totalidad de la superficie terrestre, debería tener una inclinación orbital de 90°. Como ejemplos de satélites de órbita polar tenemos los programas ASTER, SPOT, NOAA Y LANDSAT. (USGS, 2015).

1.1.3.6. LANDSAT 8

A. Satélite LANDSAT

Antes de 1972, la idea de utilizar datos de satélite para la vigilancia terrestre, la cartografía o la exploración era un concepto visionario. Hecho que da origen al Programa Landsat, el cual se constituye en una serie de misiones de observación de la tierra por satélite gestionadas conjuntamente por la NASA y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). El programa Landsat ha revolucionado la forma de ver y estudiar nuestro planeta. Esta serie de datos, que se

inició en 1972, es la más larga de la historia y continúa registrando los cambios en la superficie terrestre desde el espacio. Landsat ha sido el único sistema de satélite diseñado y operado para observar repetidas veces la cubierta de la tierra con una resolución moderada; de manera general cada pixel en su imagen tiene un tamaño con el que se podría cubrir un campo de béisbol (USGS, 2013).

En la actualidad el programa se encuentra en su octava versión denominada: “Landsat Data Continuity Mission” (LDCM) es el octavo satélite de observación de la serie Landsat y continuará el legado de archivo de los anteriores satélites, convirtiéndose de esta manera en el futuro de los satélites de observación de la tierra de mediana resolución con más historia. Este programa amplía, mejora y avanza en el registro de imágenes multiespectrales, mantenimiento la misma calidad de sus siete predecesores (USGS, 2013).

Tras el lanzamiento, el satélite LDCM será rebautizado como Landsat 8. Este sistema está compuesto de dos grandes segmentos (USGS, 2013):

- El observatorio; el cual consta de una plataforma con capacidad de carga de dos de sensores de observación terrestre, el primero de ellos denominado Operational Land Imager (OLI) y el sensor térmico infrarrojo Thermal Infrared Sensor (TIRS). OLI y TIRS recogerán los datos de forma conjunta para proporcionar imágenes coincidentes de la superficie terrestre, incluyendo las regiones costeras, hielo polar, las islas y las zonas continentales.

El OLI es un instrumento construido por la empresa Ball Aerospace & Technologies Corporation en Boulder, Colorado y el TIRS es un instrumento que fue construido por la NASA en el centro de vuelo espacial Goddard en Greenbelt, Md. Además, el LDCM seguirá la misma secuencia de trayectoria (también conocida como “paths” o rutas de acceso) como sus antecesores Landsat 4, Landsat 5 y Landsat 7. Esto permitirá que todos los datos del LDCM son referenciados al mismo sistema de coordenadas, continuando con el registro de datos desde hace décadas.

El satélite almacena los datos del sensor OLI y TIRS en una grabadora de estado sólido incluida a bordo y transmite los datos a estaciones receptoras terrestres.

- El segundo segmento es el sistema terrestre, el cual proporciona la capacidad necesaria para la planificación y programación de las operaciones del LDCM y todas aquellas necesarias para administrar y distribuir los datos.

La plataforma LDCM, fue construida por la empresa Orbital Sciences Corporation en Gilbert, Arizona, tiene una vida útil de 5 años, pero lleva suficiente combustible para 10 años de operaciones. La nave orbitará de norte a al sur durante el día, cruzando el ecuador a las 10 a.m., hora local, con una órbita aproximada de unas 438 millas (705 kilómetros) por encima de la Tierra (USGS. 2013).

B. Diferencias y semejanzas de Landsat 8

El satélite Landsat 8 incorpora dos instrumentos de barrido: Operational Land Imager (OLI), y un sensor térmico infrarrojo llamado Thermal Infrared Sensor (TIRS) (USGS, 2013).

Las bandas espectrales del sensor OLI, aunque similares al sensor Landsat 7 ETM +, proporcionan una mejora de los instrumentos de las misiones Landsat anteriores, debido a la incorporación de dos nuevas bandas espectrales: un canal profundo en el azul visible (banda 1), diseñado específicamente para los recursos hídricos e investigación en zonas costeras, y un nuevo canal infrarrojo (banda 9) para la detección de nubes cirrus. Adicionalmente una nueva banda de control de calidad se incluye con cada producto de datos generado. Esto proporciona información más detallada sobre la presencia de características tales como las nubes, agua y nieve. Por otra parte, el sensor TIRS recoge dos bandas espectrales en longitudes de onda incluidas por la misma banda en los anteriores sensores TM y ETM+ (Figura 5) (USGS, 2013).

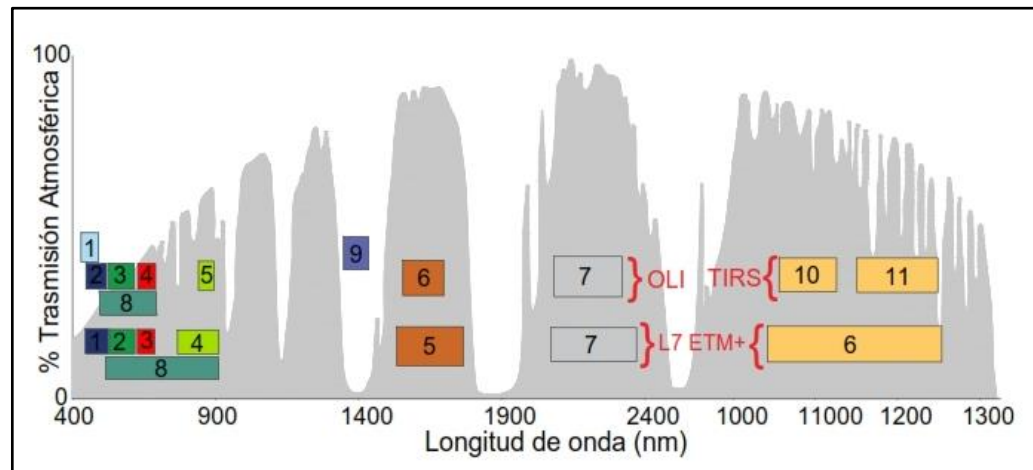


Figura 5. Ancho de banda para los sensores OLI y TIRS en Landsat 8 y ETM+ en Landsat 7 (USGS. 2013).

La calidad de los datos (relación de la señal en función del ruido) y la resolución radiométrica (12 bits) del OLI y TIRS es más alta que los anteriores instrumentos Landsat (8 bits para TM y ETM+), proporcionando una mejora significativa en la capacidad de detectar cambios en la superficie terrestre. Aproximadamente se recogen 400 escenas al día, las cuales son cargadas en el servidor de Servicio Geológico de los Estados Unidos con el fin de que se encuentren disponibles para su descarga 24 horas después de la adquisición (USGS, 2013).

Los datos de productos Landsat 8 son totalmente compatibles con todos los datos de los productos estándar a nivel 1 (ortorectificado) creados usando Landsat 1 al Landsat 7; a continuación, se describen algunas de sus especificaciones generales (Tabla. 2), (USGS, 2013):

Tabla 2

Especificaciones de Productos LDCM a Nivel 1.

Procesamiento	Nivel 1 T-Corrección geométrica
Tamaño de pixel	Bandas OLI multiespectral 1-7,9: 30 metros Banda OLI pancromática 8: 15 metros Banda TIRS 10-11: tomadas 100 metros, pero remuestreada a 30 metros para que coincida con las bandas multiespectrales de OLI. Formatos de datos Geo TIFF Remuestreo por convolución cúbica (CC) Norte arriba (MAP) de orientación
Características de los datos:	Proyección cartográfica: Universal Transversal Mercator (UTM) Datum al Sistema Geodésico Mundial (WGS) 84 12 metros de error circular, 90% de confianza exactitud global para OLI 41 metros de error circular, 90% de confianza exactitud global para TIRS Los valores de pixel en 16 bits
Entregas de datos	Archivo comprimido. Tar.gz y de descarga a través de HTTP
Tamaño de archivo	Aproximadamente 1GB (comprimido), aproximadamente 2GB (sin comprimir)

Fuente: (USGS, 2013)

Las imágenes Landsat 8 obtenidas por el sensor (OLI) y (TIRS) constan de nueve bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros para las bandas de 1 a 7 y 9. Una banda nueva 1 (azul-profundo) es útil para estudios costeros y aerosoles. La nueva banda 9 es útil para la detección de cirrus. La resolución para la banda 8 (pancromática) es de 15 metros. Dos bandas térmicas 10 y 11 son útiles para proporcionar temperaturas más precisas de la superficie y se toman a 100 metros de resolución (Tabla. 3). El tamaño aproximado de la escena es de 170 km de norte-sur por 183 kilómetros de este a oeste (106 km por 114 km), (USGS, 2013).

Tabla 3

Características de las imágenes LANDSAT 8.

Banda	Nombre	Ancho de banda (nm)	Resolución espacial (m)
1	Costal aerosol	435 – 451	30
2	Azul	452 – 512	30
3	Verde	533 – 590	30
4	Rojo	636 – 673	30
5	Infrarrojo cercano (NIR)	851 – 879	30
6	Infrarrojo de onda corta 1 (SWIR 1)	1 556 – 1 651	30
7	Infrarrojo de onda corta 2 (SWIR 2)	2 107 – 2 294	30
8	Pancromática	503 – 676	15
9	Cirrus	1363 - 1384	30
10	Infrarrojo Térmico 1 (TIR 1)	10 100 – 11 190	100
11	Infrarrojo Térmico 2 (TIR 2)	11 500 – 12 510	100

Fuente: (USGS, 2013)

La resolución espacial (o nivel de detalle) es a menudo el aspecto más interesante de una imagen de satélite, pero menos apreciado y valorado es cómo se utilizan los cambios en la energía por irradiación reflejada por los materiales de superficie con el fin de lograr identificar las características de interés. Estos aspectos pueden identificarse gracias a la respuesta espectral relativa (RSR) de cada banda. (Figura 6), (USGS, 2013).

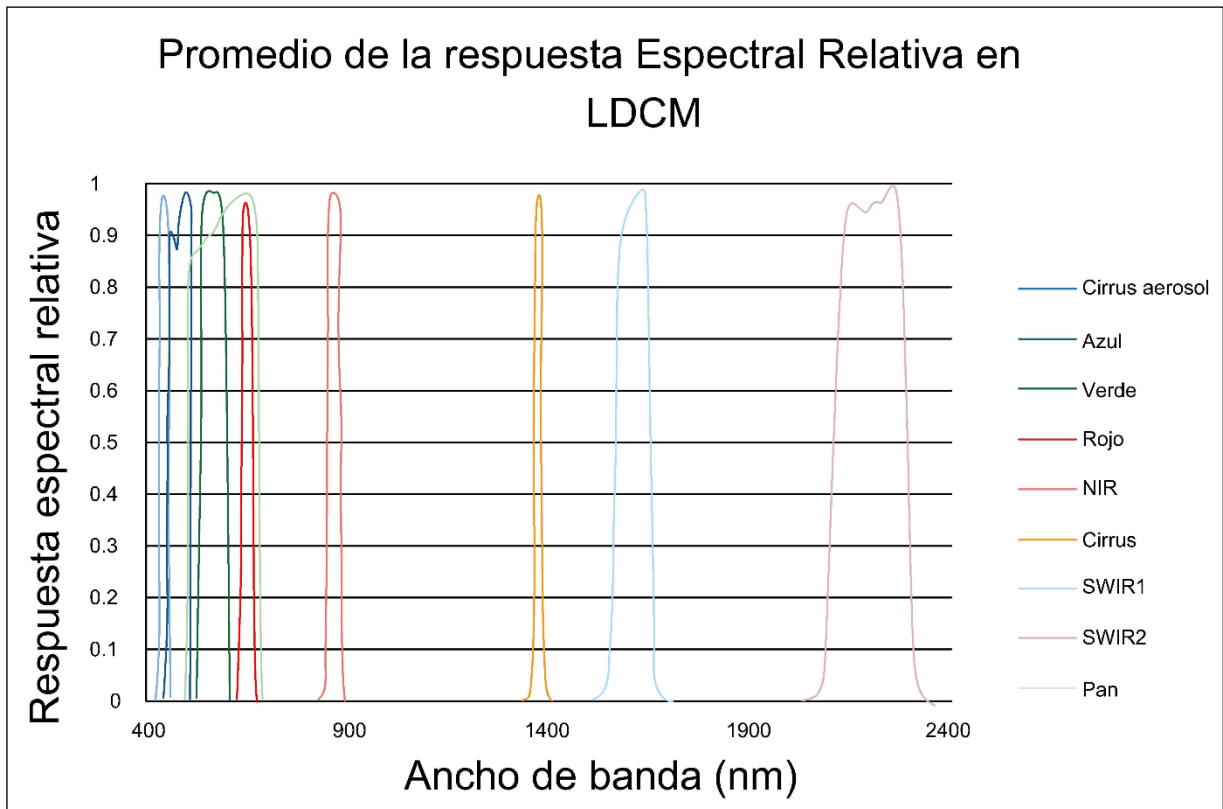


Figura 6. Respuesta espectral relativa LDCM (USGS,2013).

1.1.3.7. Cuenca Hidrográfica

El término de cuenca se define como una depresión geográfica, la cual ocasiona la pérdida de altura del territorio en medida del mar. Esta facción de territorio, drena sus aguas a través de un sistema de drenaje natural en ríos o lagos endorreicos. (INGEMMET, 2015)

Las cuencas hidrográficas son aquellos territorios geográficos, donde cuyas aguas son procedentes de diversas reservas naturales, las cuáles ocasionan el descenso del agua que proviene de las montañas o del deshielo, por la depresión hasta desembocar en el mar. Cuando las cuencas se ubican dentro de un valle encerrado por montañas, no pueden alcanzar el nivel de mar para su drenaje, dando lugar a la

formación de diversos acuíferos tales como lagos y lagunas. (INGEMMET, 2015)

La diferencia entre una cuenca hidrológica a una cuenca hidrográfica, se basan en los tipos de aguas que abarcan cada una, debido a que la primera se refiere únicamente a las aguas superficiales, mientras que la segunda contempla a las aguas subterráneas o acuíferos (INGEMMET, 2015).

1.1.3.8. Partes de una cuenca hidrográfica.

A. Cuenca alta

Es aquella área donde se suscita el nacimiento de agua, el cual se desplazará sobre una superficie de grandes proporciones. En esta área es poseedora de una gran capacidad para generar erosión.

Esta área se ubica en las áreas montañosas como también en las cabeceras de los cerros. (Ramírez, 2015).

B. Cuenca media

En esta área se genera un equilibrio entre el material sólido, el cuál es atraído por la fuerza de la corriente y el material que sale. La erosión y sedimentos realizan labores de manera simultánea pero no en el mismo lugar ni durante el mismo tiempo. (Ramírez, 2015).

C. Cuenca baja

Es el área de la cuenca, donde se deposita el material extraído de las zonas altas. Tal proceso de almacenamiento es ejecuta dentro del denominado cono de deyección o en las llanuras aluviales. (Ramírez, 2015).

1.1.3.9. Ordenes de los drenajes

Es un valor asignado en base al número de ramificaciones que presenta la red hidrográfica, si esta llega a tener un número de orden mayor que otra cuenca de área similar, indica que la cuenca estudiada es mayor el potencial erosivo, el transporte de sedimentos y el escurrimiento directo (Gaspari, et. al., 2010).

Para determinar el número de orden de drenaje de una cuenca, se puede recurrir a los criterios de Schumn y Horton (Burbano, 1989). Schumn asigna el primer orden 1 a todos los cauces que no tienen tributarios y, en general la unión de dos cauces de igual orden origina un orden inmediatamente superior y la unión de dos de diferente orden dan origen a otro conservando el orden mayor entre los dos, así se repite el proceso hasta determinar el orden de la cuenca, que es el orden que obtendrá el cauce principal (Beltrán et. Al., 2010). Horton en cambio asigna el orden 1 a uno de los tributarios simples confluyentes, siendo el otro inmediatamente de orden superior, sucesivamente se repite el proceso hasta llegar al número de orden de la cuenca (Gaspari, et. al., 2010).

1.1.3.10. Zonas de recarga hídrica

A. Conceptos necesarios

Escorrentía.

La escorrentía es la cantidad del agua de lluvia, riego o deshielo que excede la capacidad de infiltración del suelo. Cuando ese exceso de agua supera la capacidad de almacenamiento del suelo, esta fluye en

sentido longitudinal a la pendiente (aguas abajo), hacia los arroyos, quebradas, ríos, lagos, embalses y océanos, (Bardales, 2010).

Infiltración.

Es el movimiento del agua desde la superficie hacia el interior del suelo por efecto de la gravedad. El agua se acumula en los poros del suelo y así puede ser utilizada por las plantas, o puede desplazarse a capas más profundas del suelo, donde alimenta a los mantos acuíferos. La capacidad de infiltración es la cantidad de agua que el suelo es capaz de absorber por unidad de tiempo (mm/h, cm/min o cm/h); este valor es variable en función de la humedad, la composición y la compactación del suelo, (Bardales, 2010).

Recarga y zonas de recarga

En términos generales, se denomina recarga al proceso por el cual se incorpora a un acuífero el agua procedente de fuera del contorno que lo limita. Son varias las procedencias de esa recarga, desde la infiltración de la lluvia (en general, la más importante) y de las aguas superficiales (importante en climas poco lluviosos), hasta la transferencia del agua desde otro acuífero (Custodio, 1998).

Los acuíferos se recargan principalmente a través de la precipitación en “suelos de alta capacidad de infiltración” o rocas superficiales permeables. Las áreas de recarga de los acuíferos pueden o no estar a grandes distancias de donde son utilizados (Losilla, 1986).

Es importante identificar las zonas que, por sus características, facilitan la infiltración; esto es, aquellas que ofrecen los mayores aportes de recarga hídrica y, dentro de estas, aquellas que por sus

particularidades específicas sean susceptibles de disminuir su potencial de recarga al ser sometidas a un manejo diferente a su capacidad. A estas áreas se les denomina zonas críticas recarga hídrica, (Bardales, 2010).

B. Factores que afectan la recarga hídrica.

La recarga hídrica depende del régimen de precipitación, de la escorrentía superficial y del caudal de los ríos, así como de la permeabilidad de los suelos, de su contenido de humedad, de la duración e intensidad de la lluvia y del patrón de drenaje de la cuenca. También la pendiente de la superficie constituye un factor importante, puesto que los terrenos muy inclinados favorecen la escorrentía superficial; por el contrario, los terrenos con poca pendiente retienen por más tiempo el agua, lo que favorece la infiltración (Bardales, 2010).

Según Bardales (2010), los factores que afectan la recarga hídrica son:

El clima

Dentro de este, los factores que más afectan la recarga hídrica son la cantidad de lluvias y de evapotranspiración, debido a la pérdida de agua por la transpiración de las plantas y la evaporación del agua.

El suelo

Los suelos impermeables y compactados impiden o dificultan la infiltración, mientras que los suelos permeables facilitan la recarga.

Las características del suelo que influyen en la recarga son la textura,

la densidad aparente, el grado de saturación (contenido de humedad) y la capacidad de infiltración.

La topografía

Determina el tiempo de contacto entre el agua y la superficie; las pendientes fuertes favorecen la escorrentía superficial, disminuyen el tiempo de contacto y reducen la infiltración del agua.

Los estratos geológicos

La disposición de los diferentes materiales geológicos en los distintos estratos o capas del suelo hasta llegar a la zona saturada (agua subterránea) pueden afectar grandemente la cantidad de recarga hídrica.

La cobertura vegetal

Está disminuyendo la escorrentía superficial, ya que permite un mayor tiempo de contacto del agua con la superficie y facilita el proceso de infiltración; además, un porcentaje importante de la lluvia es interceptada por la cobertura vegetal. En este factor es necesario considerar la profundidad y densidad de las raíces y la capacidad de retención del dosel vegetal.

C. Recarga hídrica y la actividad antrópica

Las zonas de recarga hídrica son una parte importante del sistema hidrológico de una cuenca hidrográfica, y al presentarse cualquier fenómeno que altere su estado provocará un efecto negativo que se verá reflejado en los acuíferos y, por consiguiente, en el aprovechamiento de la cantidad y calidad de agua, caracterizados por

mecanismos de uso poco eficiente del recurso (New Jersey Stormwater, 2004).

Los impactos potencialmente adversos del desarrollo desmedido dentro de la dinámica de la recarga hídrica han sido durante mucho tiempo señalados; entre ellos el crecimiento demográfico, urbanismo, deforestación, la expansión de fronteras agropecuarias, entre otros. Estos factores han ido reduciendo la permeabilidad de los suelos a través de la perturbación y compactación, con ello, reducen la tasa de recarga del agua subterránea. Estas reducciones en la recarga hídrica de las aguas subterráneas pueden tener impacto negativo en arroyos, humedales y otros cuerpos de agua reduciendo el volumen, calidad y la velocidad del flujo de agua base de los mismos, también afectando negativamente el rendimiento de los pozos de abastecimiento de agua (New Jersey Stormwater, 2004).

Por otro lado, la mayoría de la contaminación de flujos subterráneos es el resultado de la actividad antrópica presente, los contaminantes pueden filtrarse en aguas subterráneas debido a fugas de tanques subterráneos, pozos, fosas sépticas y vertederos. El uso de pesticidas y fertilizantes, jabones, petróleo, aceite, entre otros, pueden estar presentes en los flujos subterráneos, infiltrándose lentamente hasta llegar a un punto de concentración incrementando los niveles de contaminación de acuíferos o flujos subterráneos causando niveles bajos de calidad de agua y, por consiguiente, afectando el aprovechamiento del recurso (Longwood University, 2003).

D. Importancia de la recarga hídrica

El agua subterránea es sin duda el componente que constituye alrededor de dos terceras partes de los recursos de agua dulce en todo el mundo; además como alimentan a lagos, pantanos, embalses y ríos representan el 3.5 % y la humedad del suelo sólo el 1.5 % del agua dulce (Chilton, 2001).

La importancia de dichas zonas empieza por el hecho de que constituyen parte del ciclo del agua, además de su aprovechamiento dentro del ámbito social y el mantenimiento del equilibrio ecológico, por lo anterior, es necesario proteger y mantener su calidad y cantidad del recurso hídrico, ya que, repercute en el bienestar de todo ser vivo (Longwood University, 2003). Además, que los inventarios de aguas subterráneas y el uso de aguas superficiales revelan la importancia mundial que representan las aguas subterráneas y las razones incluyen: la disponibilidad de agua a largo plazo, calidad natural para suministro de agua potable y un servicio a bajo costo que favorece a regiones con ausencia de sistemas de abastecimiento de agua (Chilton, 2001).

E. Medidas de conservación para las zonas de recarga hídrica

En la actualidad existen conflictos entre los usuarios del recurso hídrico, esto debido a que el desarrollo económico lleva consigo el cambio de uso de la tierra, la sobreexplotación de suelo, extracción de aguas subterráneas, contaminación, deforestación, construcción de pozos, entre otros. En consideración a esta tendencia de deterioro

de estas zonas de recarga se establece lo siguiente para su adecuada administración, protección y conservación (Planning Commission Government of India, 2012):

Gestión de zonas de protección de recarga hídrica

La gestión de zonas de protección debería ser delimitada según lo siguiente (Planning Commission Government of India, 2012):

1. Protección las zonas de recarga y descarga natural de amenazas como deterioro físico como el cambio de uso de la tierra, erosión, contaminación, etc.
2. Protección de aguas subterráneas de manera que cubra con las necesidades de ecosistemas dependientes.
3. Protección de zonas vulnerables que requieren atención especial y regulación por alteración química del agua.
4. Disposición de suministro de agua en cantidad y calidad bajo sistemas de manejo y sostenibilidad para cumplir con las necesidades de cualquier ser vivo.
5. Disponer agua para el desarrollo económico sostenible.

Regulación de zonas de protección de recarga hídrica

Es necesario involucrar a las autoridades competentes para la toma de medidas posibles para la conservación y protección de las zonas de protección de recarga hídrica en especial en la realización de planes de protección de aguas subterráneas (Planning Commission Government of India, 2012). Al establecer las zonas de protección se debería regular principalmente:

1. Extracción y aprovechamiento de aguas subterráneas;
2. Deforestación y forestación;
3. Eliminación de residuos de cualquier tipo;
4. Cambios de uso de la tierra y;
5. Prohibición de concesiones mineras.

De acuerdo con Planning Commission Government of India (2012) deberán establecerse comités locales dedicados a supervisar, controlar y sancionar actividades que dentro de las zonas de protección de recarga no se dirijan a la conservación del recurso hídrico.

Asimismo, el enfoque legislativo servirá para complementar el mecanismo de control hacia las zonas de recarga hídrica a través de permisos, sanciones y la utilización coordinada de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Las autoridades tienen la responsabilidad de establecer lineamientos para la gestión del recurso hídrico, uso de la tierra y el cuidado de la calidad y cantidad de agua para todos los ciudadanos. Pero corresponde a todos los ciudadanos ayudar a mantener el recurso hídrico y recursos naturales asociados en óptimas condiciones para un aprovechamiento efectivo y en beneficio de las generaciones presentes y futuras (Longwood University, 2003).

1.1.3.11. Parámetros para la recarga hídrica.

A. Índice de Diferencia Normalizada de la Vegetación (NDVI).

El Índice de Diferencia Normalizada de la Vegetación, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, es uno de los índices

más importantes y más ampliamente utilizados. Cada pixel en una imagen contiene un valor numérico o número digital (ND) que se expresa como un número entero en base decimal de 0 a 255 estos valores están relacionados linealmente con la radiancia (L). Con los datos de calibración radiométrica del archivo metadata .TXT, se calcula la radiancia usando la ecuación (Meijering, 2007):

$$L = \frac{(L_{\max} - L_{\min})}{(ND_{\max} - ND_{\min})} \times ND + \frac{L_{\min} - (L_{\max} - L_{\min})}{(ND_{\max} - ND_{\min})} \times ND_{\min}$$

Donde:

L max: radiancia máxima

L min: radiancia mínima

ND max: número digital máximo

ND min: número digital mínimo

ND: número digital

B. Componente Principal del Agua (CPA).

El CPA es una transformación que pretende disminuir la dimensionalidad de un conjunto de variables, reduciendo este a uno más pequeño de forma que se pierda la menor información posible. Se trata de «resumir» la información que esas variables contienen, pero eliminando partes redundantes como por ejemplo las derivadas de la dependencia que pueda existir entre las variables. Se busca, pues, eliminar datos sin eliminar información. (Chuvieco, 2002).

El planteamiento conceptual de la transformación puede resumirse de la forma siguiente. Sea un conjunto de n variables. Estas definen un espacio vectorial n--dimensional, de tal forma que las

características de un elemento dado (en caso de una capa ráster será una celda dada) se expresan mediante un vector de n elementos de la forma (x_1, x_2, \dots, x_n) . El ACP busca definir un cambio de base en ese espacio n -dimensional, de modo que los vectores de la nueva base guarden una relación directa con las direcciones de variabilidad del conjunto de datos. El primer vector de la base señala la dirección de máxima variabilidad, el segundo la segunda dirección de máxima variabilidad, y así sucesivamente. Eso quiere decir que, en esta nueva base, la mayor parte de la información se va a encontrar en la dirección del primer vector, y que esta cantidad de información va a decrecer paulatinamente según tomamos cada uno de los sucesivos vectores de la base. (Chuvieco, 2002).

Al aplicar el cambio de base a un vector (x_1, x_2, \dots, x_n) , se obtiene un nuevo vector $(x'_1, x'_2, \dots, x'_n)$, expresado en las coordenadas de la nueva base. Puesto que las primeras coordenadas de este nuevo vector se corresponden con las direcciones de máxima variabilidad, podemos tomar solo las primeras p coordenadas (siendo $p < n$) y tener un vector de la forma (x_1, x_2, \dots, x_p) , sabiendo que haciendo esto estamos perdiendo poca información a pesar de reducir la dimensión del vector original. Estas p coordenadas son los p componentes principales. (Chuvieco, 2002).

C. Temperatura.

El proceso para el cálculo de temperatura se inicia con los ND (número digital) detectados por el sensor. Al igual que en el espectro óptico, estos valores codifican un valor de radiancia en este caso

correspondiente a las dos bandas del infrarrojo térmico. (Meijerink. A, 2007).

Aquí el objetivo no es encontrar la relación entre el flujo incidente en el suelo y el reflejo al sensor sino entre el flujo emitido desde el suelo (L_{su}) y el recibido por el sensor (L_{sen}). Entre ambas magnitudes vuelven a interponerse los componentes de la atmósfera y emiten su propia energía distorsionando la radiancia recibida por el sensor. (Meijerink. A, 2007)

D. Pendiente.

Para cada celda, la herramienta Pendiente calcula la tasa máxima de cambio del valor de esa celda a sus vecinas. Básicamente, el cambio máximo en la elevación sobre la distancia entre la celda y sus ocho vecinas identifica el descenso cuesta abajo más empinado desde la celda. (Meijerink. A, 2007)

Conceptualmente, la herramienta ajusta un plano a los valores z (elevación) de una vecindad de celdas de 3×3 alrededor de la celda de procesamiento o central. El valor de pendiente de este plano se calcula mediante la técnica de promedio máximo. La dirección a la que apunta el plano es la orientación para la celda de procesamiento. Mientras menor sea el valor de la pendiente, más plano será el terreno; mientras más alto sea el valor de la pendiente, más empinado será el terreno. (Meijerink. A, 2007).

Si hay una ubicación de celda en la vecindad con un valor z No Data, se asignará el valor z de la celda central a la ubicación. En el borde del ráster, al menos tres celdas (fuera de la extensión del ráster)

contendrán valores z No Data. A estas celdas se les asigna el valor z de la celda central. El resultado es un aplanamiento del plano de 3 x 3 ajustado a estas celdas del borde, lo que generalmente lleva a una reducción en la pendiente. El Ráster de pendiente de salida se puede calcular en dos tipos de unidades: grados o porcentaje (elevación en porcentaje), el cual nos ayudara a idéntica las zonas más probables de infiltración de agua subterránea. (Meijerink. A, 2007).

Los factores que más influyen en la recarga hídrica subterránea son el coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo, la pendiente del terreno y la vegetación. Estos factores, vienen a conformar el coeficiente de infiltración del suelo (C_i) (Meijerink. A, 2007).

En una zona dada, entre menor sea la pendiente del terreno y mayor sea su cobertura vegetal, la velocidad de escurrimiento se retrasa, generando una mayor infiltración de agua superficial (Meijerink. A, 2007).

Tabla 4

Grado de infiltración en función de la pendiente.

PENDIENTES		
Porcentaje (%)	Grados (°)	Grado de infiltración
0 - 15%	0° - 13.5°	Favorable
15 % - 30%	13.5° - 27°	Moderadamente
Mayores a 30%	Mayores a 27°	Desfavorable

Fuente: Schosinsky (2 007)

1.1.3.12. Árbol de decisiones.

Si bien es el clasificador de máxima probabilidad y el más ampliamente utilizado en clasificación digital de imágenes, sus limitaciones en cuanto al cálculo y la exigencia de contar con distribuciones normales hacen que se haya buscado criterios alternativos menos sensibles a estos requisitos. (Chuvienco, 2002).

Uno de los métodos más sencillos, pero también más eficientes de clasificación alternativa es el denominado árbol de decisiones, la idea de fondo consiste en discriminar secuencialmente cada una de las categorías, basándose bien en valores espectrales de la imagen, bien en variables texturales, temporales o en información auxiliar (suelos, MDE, etc). Para cada clase se establecen unas reglas dicotómicas de información, que permiten concentrar la discriminación de cada clase a partir de las variables en que mejor se discrimina, en lugar de utilizar. Por ejemplo, puede reconocer las láminas de agua por un número digital (ND) inferior a un cierto umbral en la banda del infrarojo cercano (IRC), o la vegetación por una combinación de cierto umbral en el visible e infrarojo cercano. En su origen, estos criterios están basados exclusivamente sobre los datos espectrales de la imagen, pero en los últimos años se ha promovido el empleo de este tipo de criterios de decisión considerando igualmente variables auxiliares, como mapas de suelos o modelos digitales de elevación. (Friedl y Brodley, 1997; Hansen et al., 1996).

Bajo ese punto de vista el clasificador en árbol puede considerarse como un sencillo ejemplo de sistema experto, tan extendido en los

últimos años en el marco de las denominadas técnicas de inteligencia emocional. En pocas palabras un sistema experto está compuesto por un conjunto de reglas que permiten al algoritmo tomar una serie de decisiones en función de los valores que se observa en la imagen y/o en información auxiliar de la misma zona. (Chuvienco, 2002).

Los clasificadores en árbol se han utilizado en los últimos años con cierto éxito. Tanto en la cartografía de especies forestales (Saura y San Miguel, 2001), como para asignar tipos de vegetación y cobertura de suelos; con especial relieve en aplicaciones de ámbito global (Friedl y Brodley, 1989).

Naturalmente, los sistemas expertos también pueden aplicarse a otras operaciones de análisis de la imagen, como son los realces o las correcciones radiométricas y geométricas (Schowengerdt y Wang 1989).

1.2. Formulación del problema

¿Es posible identificar zonas de recarga hídrica usando imágenes LANDSAT 8 mediante el método de árbol de decisiones en la cuenca del río Chamán?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Ubicar las zonas de recarga hídrica usando imágenes LANDSAT 8 mediante el método de árbol de decisiones en la cuenca del río Chamán.

1.3.2. Objetivos específicos.

Determinar el índice de vegetación de diferencia normalizada y la componente principal del agua que favorezcan la recarga hídrica subterránea en la cuenca del río Chamán.

Determinar los parámetros de temperatura y pendiente que favorecen la recarga hídrica subterránea en la cuenca del río Chamán.

Realizar el análisis multiespectral mediante el clasificador del árbol de decisiones para combinar cada una de las variables correspondientes.

Realizar la zonificación de las áreas de mayor infiltración hídrica para generar zonas de preservación plasmada en planos temáticos.

Corroborar las zonas de recarga hídrica subterránea en la cuenca del río Chamán con información de pozos subterráneos inventariados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

Al usar las imágenes LANDSAT 8 de la cuenca del río Chamán, se puede ubicar zonas de recarga hídrica mediante el método de árbol de decisiones.

1.4.2. Hipótesis específicas

Mediante el análisis de variables como el índice de vegetación de diferencia normalizada y la componente principal del agua, se puede identificar zonas de recarga hídrica subterránea en la cuenca del río Chamán.

Mediante el análisis de variables de parámetros de temperatura y pendiente, se puede identificar zonas de recarga hídrica subterránea en la cuenca del río Chamán.

Mediante el análisis multiespectral del clasificador del árbol de decisiones se puede combinar cada una de las variables correspondientes para obtener las zonas de infiltración de agua subterránea.

Se ubica zonas de preservación plasmada en planos temáticos mediante la zonificación de las áreas de mayor infiltración hídrica.

La Comparación de las zonas de recarga hídrica subterránea en la cuenca del río Chamán con la información de los pozos subterráneos inventariados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), tiene certeza.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación será del tipo aplicada tecnológica por su finalidad, de carácter no experimental – transversal – causal por el control y relación de sus variables y usará un método descriptivo analítico.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

La población de estudio será en un área de 1.569 km² correspondiente a la cuenca Chamán.

2.2.2. Muestra

Firmas espectrales de índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), componente principal del agua, temperatura, pendiente.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas

Las técnicas utilizadas son la observación y el análisis espectral de las imágenes satelitales que viene a ser la descomposición de dicha señal en sus diversas componentes dentro de un dominio frecuencial que a la vez es una técnica ampliamente utilizada para discriminar diferentes tipos de materiales y generar procesamiento de datos usando instrumentos de recolección de datos como el satélite Áster, el software ArcGIS 10.5, Geoimagen y Envi 5.4 para el análisis espectral.

2.3.2. Instrumentos

Plataformas satelitales

Programas de procesamiento digital y espectral (Geoimagen, Envi)

Programa de cartografiado (ArcGIS)

2.4. Procedimiento

2.4.1. Aspectos generales

2.4.1.1. Ubicación geográfica

La cuenca del río Chamán tiene una extensión de 1.569 km², se ubica en la costa norte del territorio peruano, principalmente en los departamentos de Cajamarca y la Libertad, correspondiente a la zona 17 S con Datum WGS 84, comprendida entre las siguientes coordenadas de referencia:

Tabla 5
Coordenadas de referencia UTM.

Vértices	Latitud	Longitud
1	9232220	646000
2	9232220	714565
3	9193650	646000
4	9193650	714565

2.4.1.2. Demarcación hidrográfica.

La cuenca del río Chaman pertenece a la Vertiente del Pacifico, limita con las cuencas:

Por el Norte: Cuenca Zaña

Por el Este: Cuenca Jequetepeque.

Por el Sur: Cuenca Jequetepeque.

Por el Oeste: Intercuenca 137753, Intercuenca 137751.

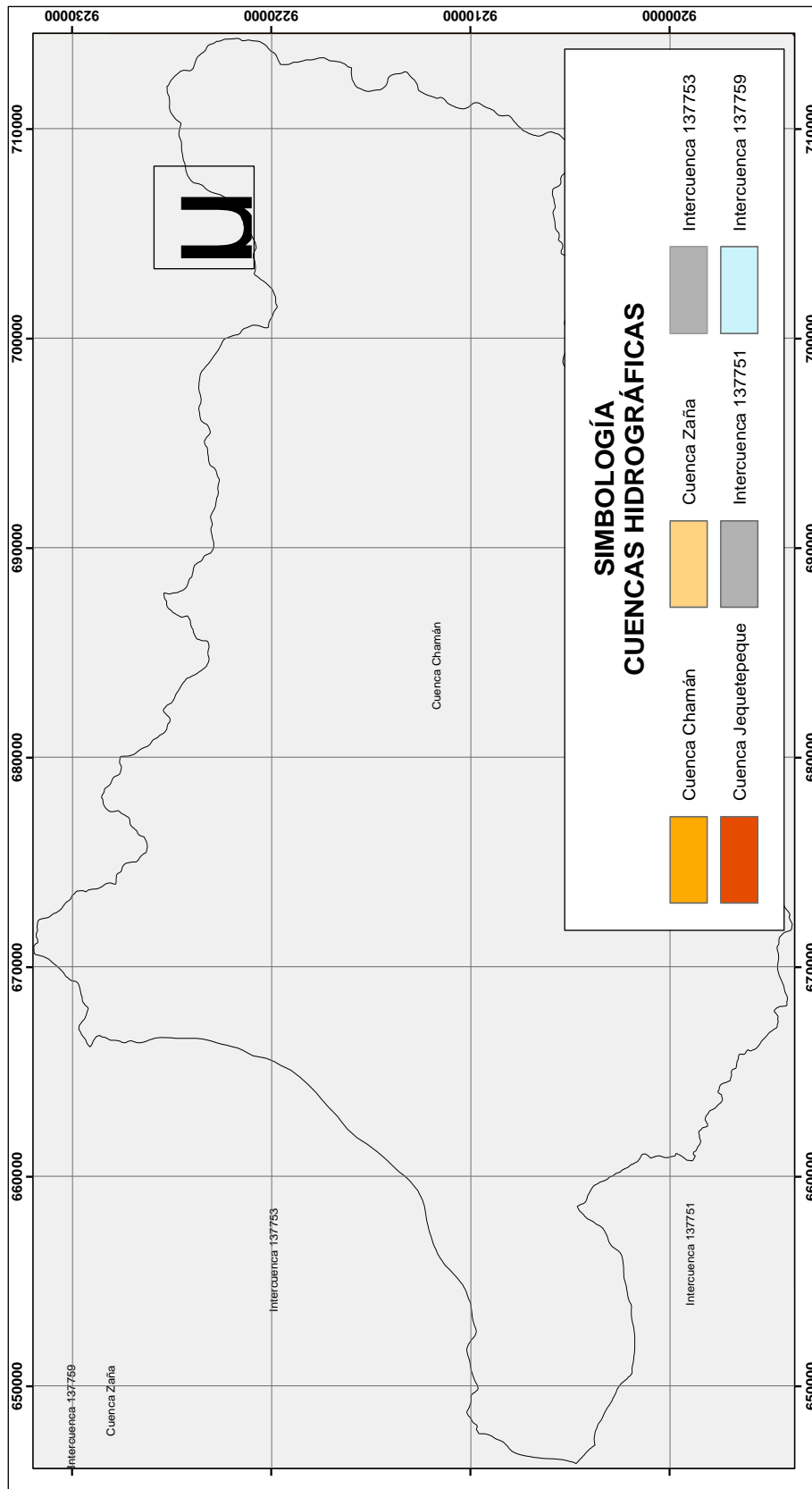


Figura 7. Demarcación Hidrográfica.

2.4.1.3. Demarcación política.

El río Chamán es un corto río de la vertiente del Pacífico, localizado en la costa norte del Perú, ubicado políticamente entre los departamentos de Cajamarca y La Libertad específicamente abarca las provincias de San Miguel, Chepén y Pacasmayo, de comportamiento irregular, se forma por la unión de las quebradas San Gregorio y el río San José, que nacen en los cerros el Mirador y Mutis, respectivamente, muy cerca al poblado de San Gregorio. Con una longitud de 80 km, de dirección este-oeste, y desemboca en el océano Pacífico (ver figura 8).

2.4.1.4. Clima, temperatura, vegetación, unidades hidrográficas

A. Clima

La cuenca del río Chamán se encuentran influenciadas por la corriente marina de Humboldt, por las aguas frías procedentes del Pacífico sur, por las corrientes cálidas procedentes de la zona ecuatorial ligadas al fenómeno del Niño y por la altitud de la cordillera de los Andes.

Estos elementos definen las tendencias en el comportamiento de los parámetros meteorológicos.

La temperatura y los niveles de humedad le dan a la cuenca una alta diversidad de climas, desde los secos y calurosos a nivel del mar, hasta los fríos y húmedos en las partes altas.

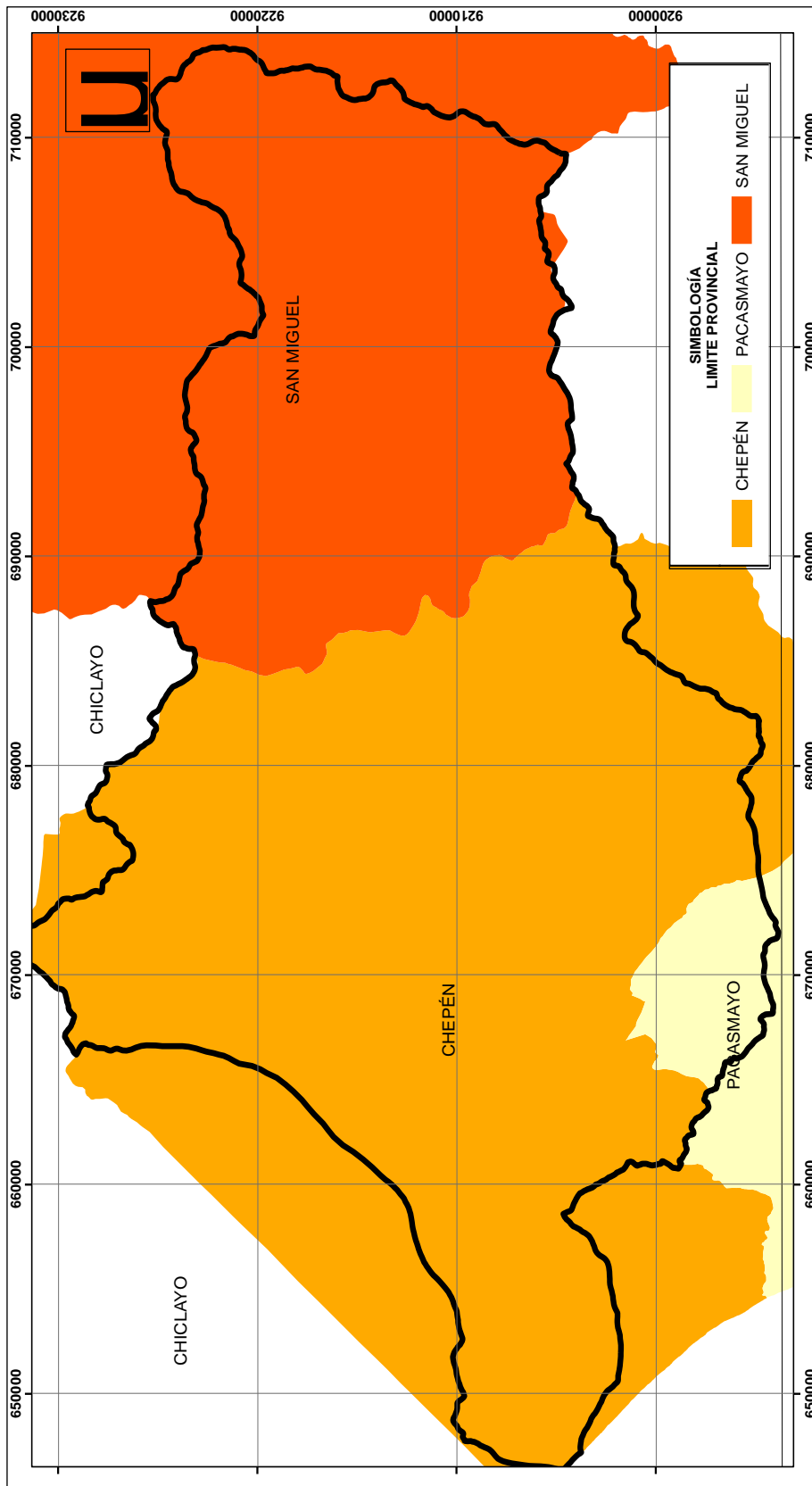


Figura 8. Demarcación Política.

Como en la mayoría de las cuencas con vertiente en el océano Pacífico, en la cuenca del río Chamán, la mayor cantidad de lluvias se presenta durante la estación de verano, a diferencia de la estación de invierno donde las precipitaciones son escasas. Sin embargo, se distingue la existencia de una relación directa entre la precipitación y la altitud, a mayor altitud mayor precipitación, cuyo incremento se produce de 0 a 1 100 milímetros, mientras que las temperaturas varían desde los 2 °C hasta 30 °C.

La vertiente occidental presenta neblinas entre los 2 500 y 3 000 m.s.n.m., que pueden extenderse más durante la estación lluviosa, descendiendo hasta 1 600 m.s.n.m. Estas neblinas permanecen acumuladas en la parte media e inferior de la vertiente, formando nubes estacionarias, cuyo ascenso generalmente se produce por la tarde hasta llegar a unos 3 000 m.s.n.m. Las grandes cantidades de vapor acuoso que llegan del océano Pacífico a la vertiente occidental del norte del país, se deben a la poca condensación en la costa y sobre el mar. Estas masas de vapor no llegan a pasar hacia las cuencas del Atlántico, por lo tanto, generan mayor precipitación que es favorable para la alimentación y recarga de acuíferos.

De acuerdo a la clasificación de (García, 2004, modificado de Köppen), el clima en la cuenca del río Chamán es de cuatro tipos:

- BW: clima de desierto, precipitaciones muy escasas, presente en la parte baja de la cuenca.

- BSw: clima de estepa, precipitaciones esporádicas, presente en la cuenca media baja.
- Cw: clima húmedo, precipitaciones de verano, clima típico de la zona de la cuenca media a media alta de la cuenca.
- Dwb: clima frío o boreal, precipitaciones abundantes, se presenta predominantemente en la cuenca alta, sector este.

B. Temperatura

Se han obtenido registros de temperaturas a nivel anual y mensual, considerando los valores mínimos, máximos y medios, para la cuenca del río Chamán.

La información seleccionada para tal fin corresponde a las estaciones climatológicas ordinarias ubicadas dentro de la zona de estudio, y de estaciones de apoyo ubicadas en la cuenca del río Jequetepeque con dicha información, la temperatura media dentro de la cuenca varía desde los 23 °C en el desierto costero (400 a 800 m.s.n.m.) hasta los 10 °C en el páramo pluvial andino. La temperatura mínima registrada en la cuenca es de 16.8 °C (estación San José) y la máxima de 30.1 °C (estación Jequetepeque).

C. Vegetación

La vegetación característica de la cuenca Chamán viene supeditada de sus características ecológicas provenientes de sus zonas de vida, para lo cual se anexa la siguiente tabla.

Tabla 6

Zonas de vida y vegetación característica de la cuenca del río Chamán.

Zona de vida	Símbolo	Cotas (msnm)	Pp(mm/año)	T(C°)	Vegetación	Clima
Bosque seco Pre Montano Tropical	bs-PMT	500 - 1000	300	26	matorrales, hualangos, caña de azúcar, frutales, etc.	seco cálido
Bosque seco Montano bajo Tropical	bs-PMT	1000 - 2000	500	20	hualangos.	templado cálido
Bosque húmedo Pre Montano Tropical	bs-PMT	2000 - 3000	700	16	Alisos, chirimoyas, pinos, eucaliptos	templado semi frío

Fuente: INGEMMET (2015)

D. Unidades hidrográficas

El subsistema hidrográfico del río Chamán se ubica al noreste. Está conformado por las confluencias del río San José y la quebrada San Gregorio.

La quebrada San Gregorio se origina sobre los 3 200 m.s.n.m., muy cerca de la localidad de mismo nombre, presenta un drenaje de escurrimientos temporales y se encuentra alimentada por las quebradas Quillón y Talla Mayo con bajos caudales en los meses de estiaje.

Su trayectoria tiene dirección sur oeste y en su recorrido cruza los caseríos Sauce, Zapote y otros.

Aguas abajo, por su margen izquierda, tiene aportes temporales de pequeñas quebradas como Peña Blanca y Agua del Oso, que posteriormente confluyen con el río San José.

El río San José, que se origina de la confluencia de las quebradas Pozo Verde y Caramut, tiene dirección norte-sur y en su recorrido confluye sucesivamente, por su margen izquierda, con las quebradas El Higuero, Agua del Medio, Agua de la Correa y Carrizo, para luego configurar un cauce abierto y con dirección al norte, confluyendo con la quebrada San Gregorio.

Los escasos escurrimientos tienen grandes diferencias, son casi nulos en estiaje, pero en épocas de avenidas el río es torrencioso y erosivo, mucho más, en épocas de avenidas extraordinaria, donde sus cauces se modifican por la dinámica y crecimiento que se presentan.

El sector más perjudicado es la parte baja del valle, donde la pendiente es relativamente plana y se generan inundaciones.

2.4.2. Descarga de imágenes satelitales

El servicio geológico de los estados unidos (USGS), proporciona imágenes satelitales gratuitas, dentro de ellos del Sensor LANDSAT 8, mediante la página web: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Para adquirir una escena de imagen satelital LANDSAT 8, se debe ir a la página web descrita, luego desplegar la opción “Collection” y dentro de las opciones, se elige el sensor LANDSAT 8.

Luego se hace clic en el área de búsqueda del mapa mundial y localizar el área de estudio (o escriba un PATH / ROW). Una vez que se la imagen correcta, se utiliza

los botones de escena siguiente y escena anterior para encontrar imágenes de un año y un mes en particular (esto es útil para encontrar una imagen libre de nubes).

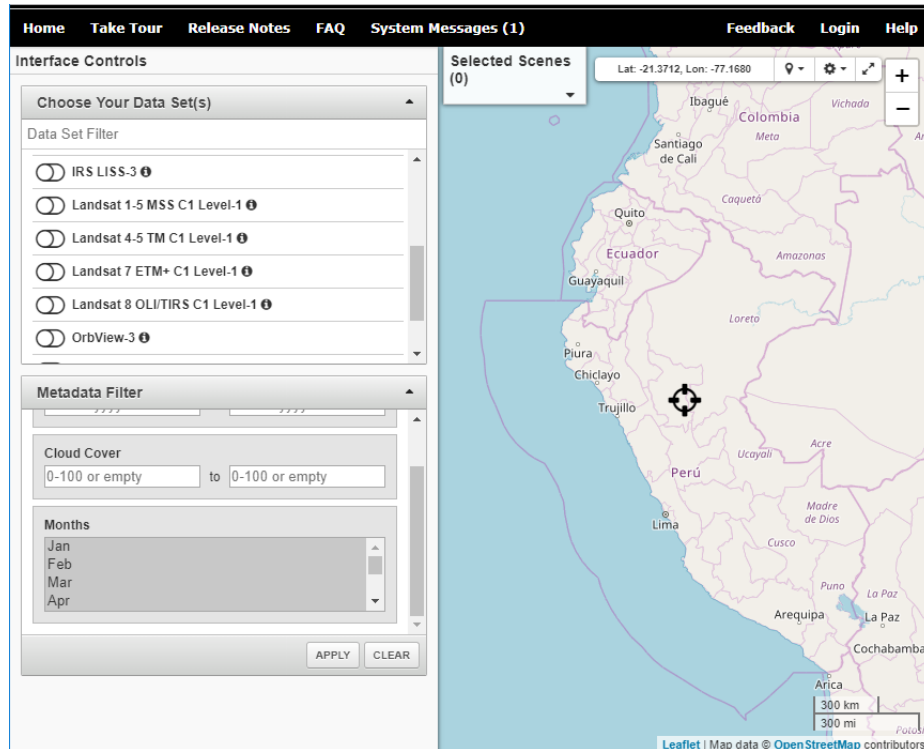


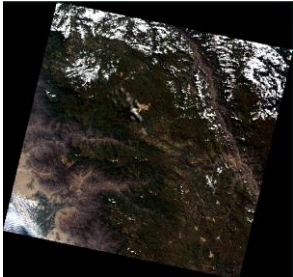
Figura 9. Página interactiva de pedidos de imágenes LANDSAT 8 USGS. (www.usgs.com).

Una vez encontrada la imagen deseada, se resalta haciendo clic en él, y luego se hace clic en Agregar en la esquina inferior izquierda del visor. Cuando se añaden todas las imágenes deseadas, haga clic en “Order”.

Servicio Geológico de los Estados Unidos procesa la solicitud y envía un enlace a la dirección del correo electrónico desde donde se puede descargar la imagen, el pedido es entregado como un vínculo de un correo electrónico (toma desde unos pocos minutos hasta 3 días hábiles).

Tabla 7

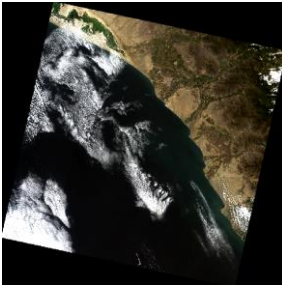
Ficha de adquisición de imagen 9/65.

FICHA DE ADQUISICIÓN DE IMAGEN 9/65		
Satélite	TERRA	
Sensor	LANDSAT 8	
Fuente	USGS	
ID	LC80090652018147LGN00	
PATH/ROW	9	65
Fecha de adquisición	27/05/2018	
Área de cobertura	60 km x 60 km	
		
Bandas	Longitud de onda (nm)	Resolución espacial (m)
Costal aerosol	430 - 450	30
Azul	450 - 510	30
Verde	530 - 590	30
Rojo	640 - 670	30
Infrarrojos	850 - 880	30
SWIR 1	1 570 – 1 650	30
SWIR 2	2 110 – 2 290	30
Pancromática	500 - 680	15
Cirrus	1360 - 1380	30
Infrarrojo Térmico 1	10 600 – 11 190	100
Infrarrojo Térmico 2	11 500 – 12 510	100

Fuente: USGS (2018)

Tabla 8

Ficha de adquisición de imagen 10/65.

FICHA DE ADQUISICIÓN DE IMAGEN 10/65		
Satélite	TERRA	
Sensor	LANDSAT 8	
Fuente	USGS	
ID	LC80100652018154LGN00	
PATH/ROW	10	65
Fecha de adquisición	3/06/2018	
Area de cobertura	60 km x 60 km	
		
Bandas	Longitud de onda (nm)	Resolución espacial (m)
Costal aerosol	430 – 450	30
Azul	450 – 510	30
Verde	530 – 590	30
Rojo	640 - 670	30
Infrarrojos	850 – 880	30
SWIR 1	1 570 – 1 650	30
SWIR 2	2 110 – 2 290	30
Pancromática	500 – 680	15
Cirrus	1 360 – 1 380	30
Infrarrojo Térmico 1	10 600 – 11 190	100
Infrarrojo Térmico 2	11 500 – 12 510	100

Fuente: USGS (2018)

2.4.3. Mosaico y recorte de la zona de estudio

Para realizar la unión de las imágenes descargadas se utiliza la técnica denominada mosaico que consiste en la unión espectral y espacial de información de dos o más imágenes satelitales, conservando así la resolución espacial y espectral individual.

Las imágenes unidas corresponden al barrido de PATH / ROW 9/65 y 10/65 respectivamente y con fecha de adquisición del 27-05-2018 y 03-06-2018 respectivamente.



Figura 10. Imágenes satelitales 9/65 y 10/65 correspondientes a la zona de estudio.

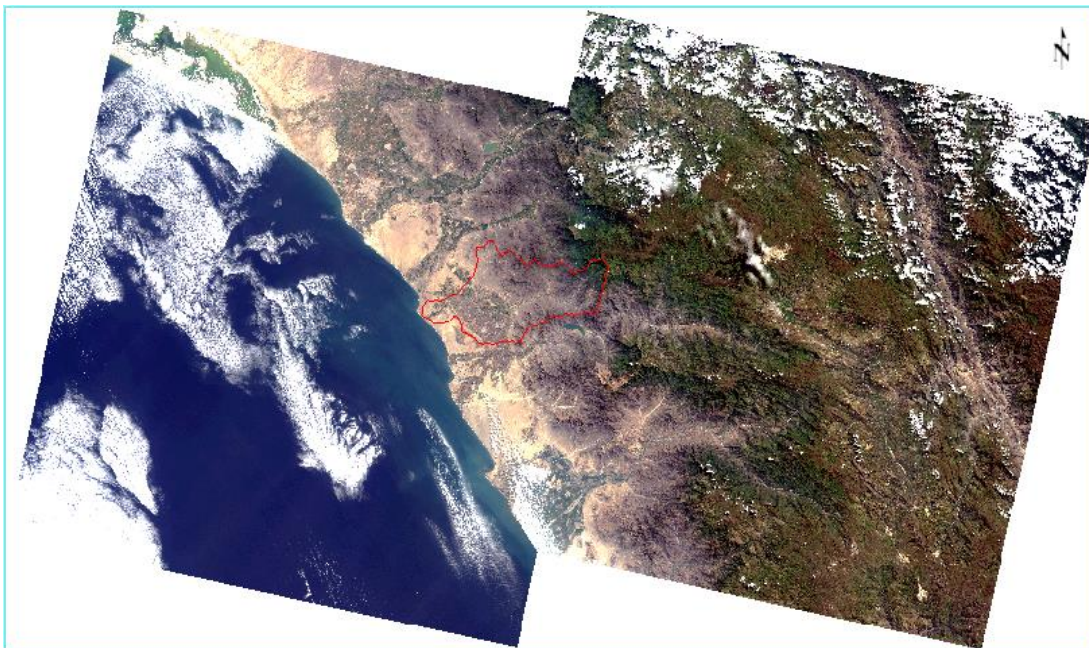


Figura 11. Aplicación de la técnica mosaico en imágenes satelitales 9/65 y 10/65.

Para el posterior recorte de la zona de estudio se utilizó un archivo vectorial de la cuenca del río Chamán.



Figura 12. Recorte de la cuenca del río Chamán.

2.4.4. Corrección atmosférica y radiométrica

Los sensores satelitales capturan la información de la cobertura de la tierra obtenida a partir de la intensidad de radiación electromagnética, misma que proviene de la luz del sol reflejada sobre la superficie terrestre, sumada a la energía dispersada y reflejada por la atmósfera, conocida como radiancia.

Esta información de intensidad es transformada a través de una ecuación lineal (Kruse, 2004) y almacenada en una representación discreta de números digitales (ND) que tienen una escala artificial definida según las características de almacenamiento de cada sensor específico, por ejemplo: 8 bits, 12 bits y 16 bits.

Los valores en ND son proporcionales a la radiancia capturada originalmente por el sensor, por lo que es posible recuperar la escala original de radiancia aplicando la fórmula de conversión respectiva de cada banda de la imagen, la cual es calculada durante la calibración inicial del sensor y, por lo general, está disponible junto con la información técnica del sensor. Los efectos de dispersión y distorsión atmosféricos se compensan por medio de fórmulas matemáticas, en este caso planteadas por el modelo MODTRAN4.

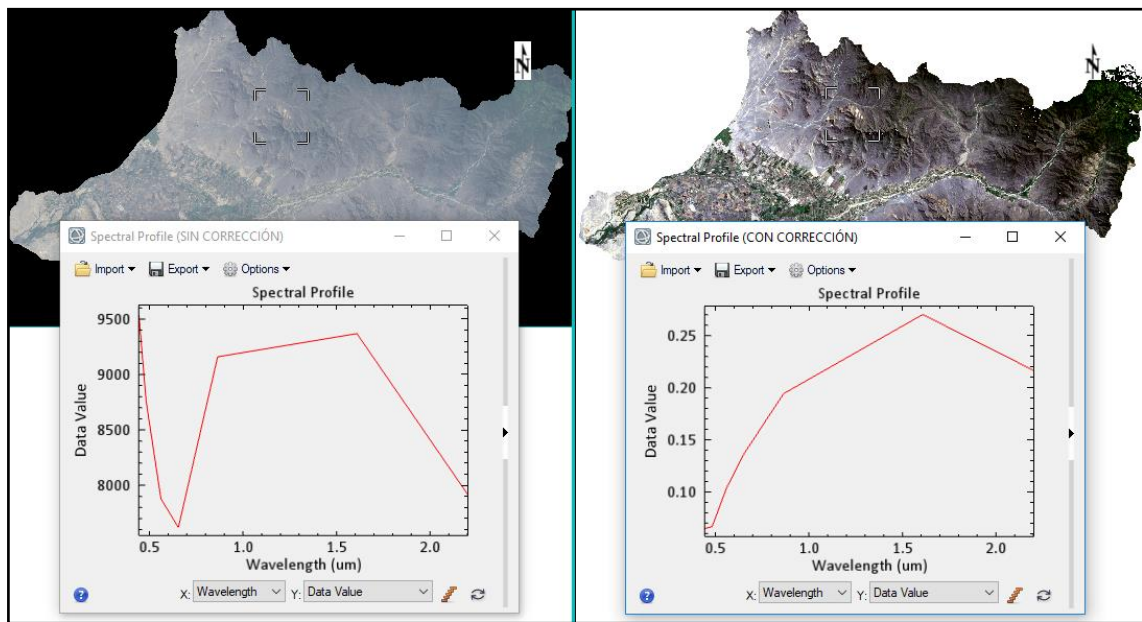


Figura 13. Corrección atmosférica y radiométrica de la zona de estudio.

Se aprecia en la figura N°13 los niveles de reflectancia en porcentaje, y su variación en un mismo punto tomado, verificándose de este modo la gráfica espectral sin calibración y calibrada.

2.4.5. Cálculo de parámetros

2.4.5.1. Cálculo del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

A. Obtención del Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

El índice de vegetación de diferencia normalizada es utilizado para clasificar cubiertas vegetales y determinar la densidad de vegetación en función de su aporte de clorofila, partiendo del principio de comportamiento radiométrico de la vegetación, esta razón se produce ya que en la banda RED (banda 4) presenta absorción elevada y una mayor reflectividad con mayor contraste en la NIR (banda 5), esto se

traduce en una firma espectral característica codificada a partir del grado de clorofila presente en la vegetación.

La fórmula para la obtención de este índice según Chuvieco (2002) es la siguiente:

$$NDVI = (B5 - B4) / (B5 + B4)$$

Correspondiente al RED (Banda 4) y NIR (Banda 5) respectivamente.

En la cual se aprecia que las zonas en color blanco representan zonas de mayor presencia de vegetación es decir zonas con mayor reflectividad de clorofila en la banda 5 y en coloración oscuras zonas con baja presencia de vegetación las cuales serán clasificadas y detalladas posteriormente según su rango espectral.

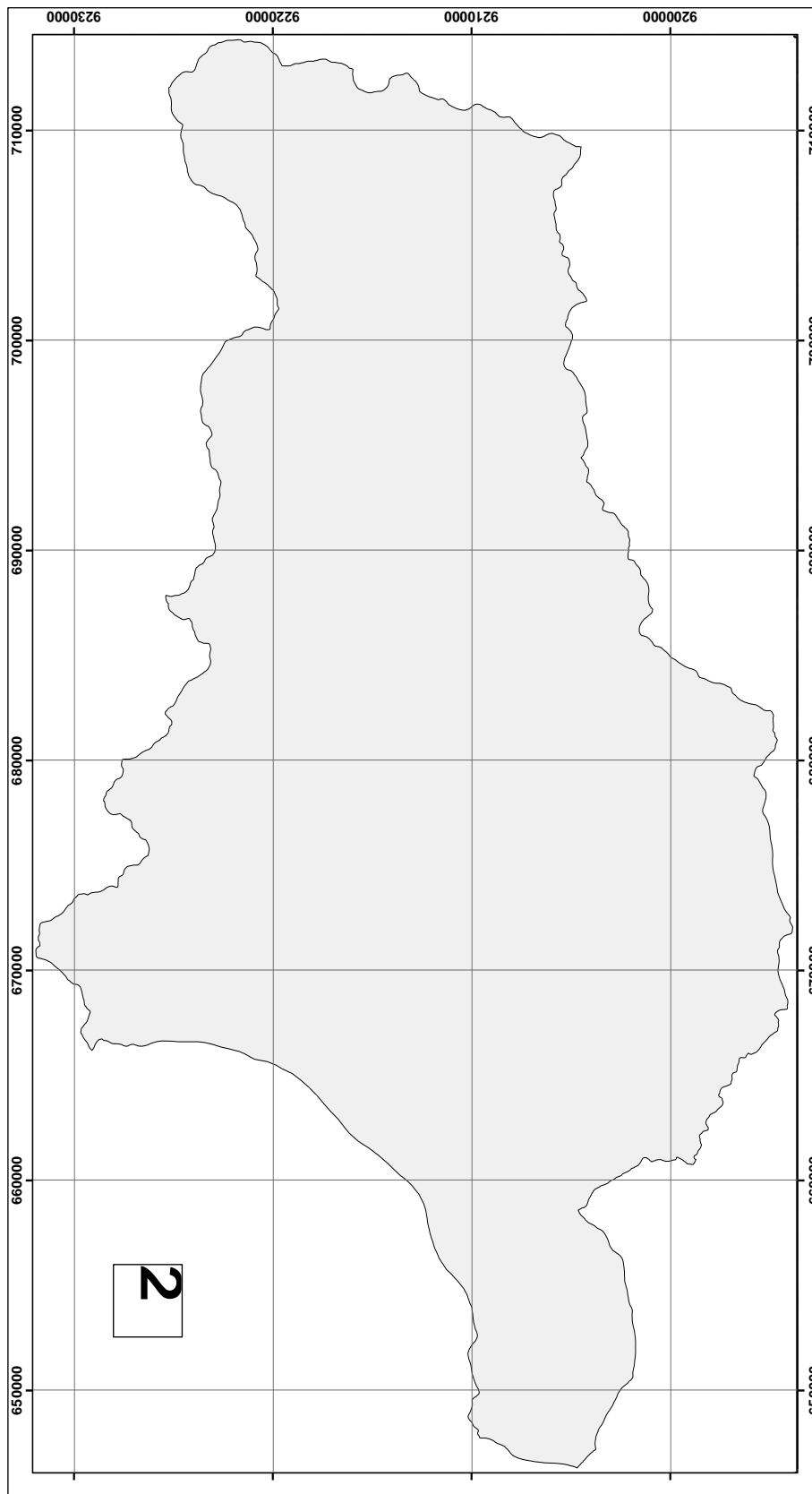


Figura 14. Obtención del índice de vegetación de diferencia normalizada.

B. Análisis del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI).

En este parámetro se analizó en primera instancia usando un análisis visual obtenido a partir de la combinación de bandas 4 3 2 de la imagen multiespectral y un análisis espectral a partir de la fórmula ya mencionada, las cuales se procesaron usando el software Envi 5.3.

Dentro del análisis resultante podemos apreciar que el Índice de Vegetación de diferencia normalizada (NDVI), oscila entre los valores de -1 a 1, definiéndose los siguientes tipos de vegetación, partiendo del aporte de clorofila reflectado en la banda 5 y absorbida en la banda 4

$0.70 < NDVI < 1.00$ Vegetación vigorosa

$0.40 < NDVI < 0.70$ Vegetación poco Vigorosa

$0.00 < NDVI < 0.40$ Suelo desnudo

$-1.00 < NDVI < 0.00$ Cubiertas artificiales

(Ver figura N° 15)

2.4.5.2. Cálculo del componente principal del agua (CPA).

A. Obtención del componente principal del agua (CPA).

Para identificar la red de drenajes del área de estudio se utilizó un filtro denominado paso alto a la imagen LANDSAT OLI-TIRS de la banda 8 (pancromática) de 15 m de resolución, para resaltar rasgos lineales o estructurales del área de estudio. Luego la imagen se fusiona con las bandas 1, 2, 3 y 4 de la imagen LANDSAT OLI-TIRS de (Liu

y Cheng 2000). La fusión es una simple combinación lineal de cada una de las bandas 1, 2, 3 y 4 remuestreada a 15 m con la imagen pancromática filtrada.

Posteriormente se realiza una composición en falso color con las imágenes fusionadas. El resultado es una imagen de resolución espacial de 15 m, que proporciona una información visual y espectral con más detalle que permite identificar los patrones de drenaje naturales con mayor precisión.

(Ver figura N° 16)

B. Análisis del componente principal del agua (CPA).

Una vez identificado la red de drenajes se calcula los componentes principales a partir de los datos de imagen LANDSAT OLI-TIRS de las bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, se observa las componentes principales resaltan diferentes rasgos y es por ello que se busca la componente que resalte más los drenajes superficiales y se observa que el componente principal 2 (CP2) resalta la red de drenajes del área de estudio, un análisis estadístico muestra que la red de drenajes tiene valores mayores a 200, (Ver Figura N°17)

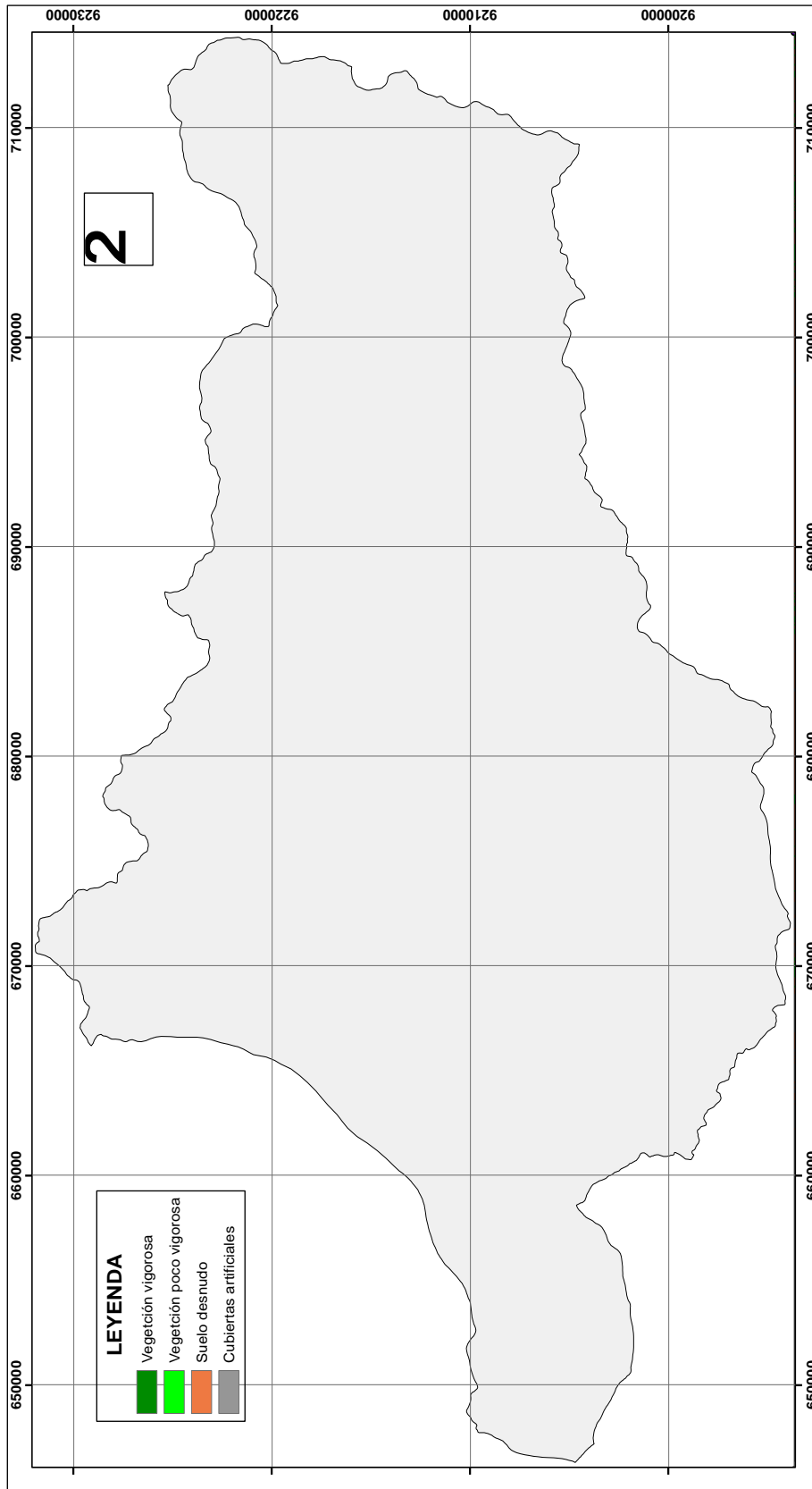


Figura 15. Clasificación espectral del índice de vegetación de diferencia normalizada.

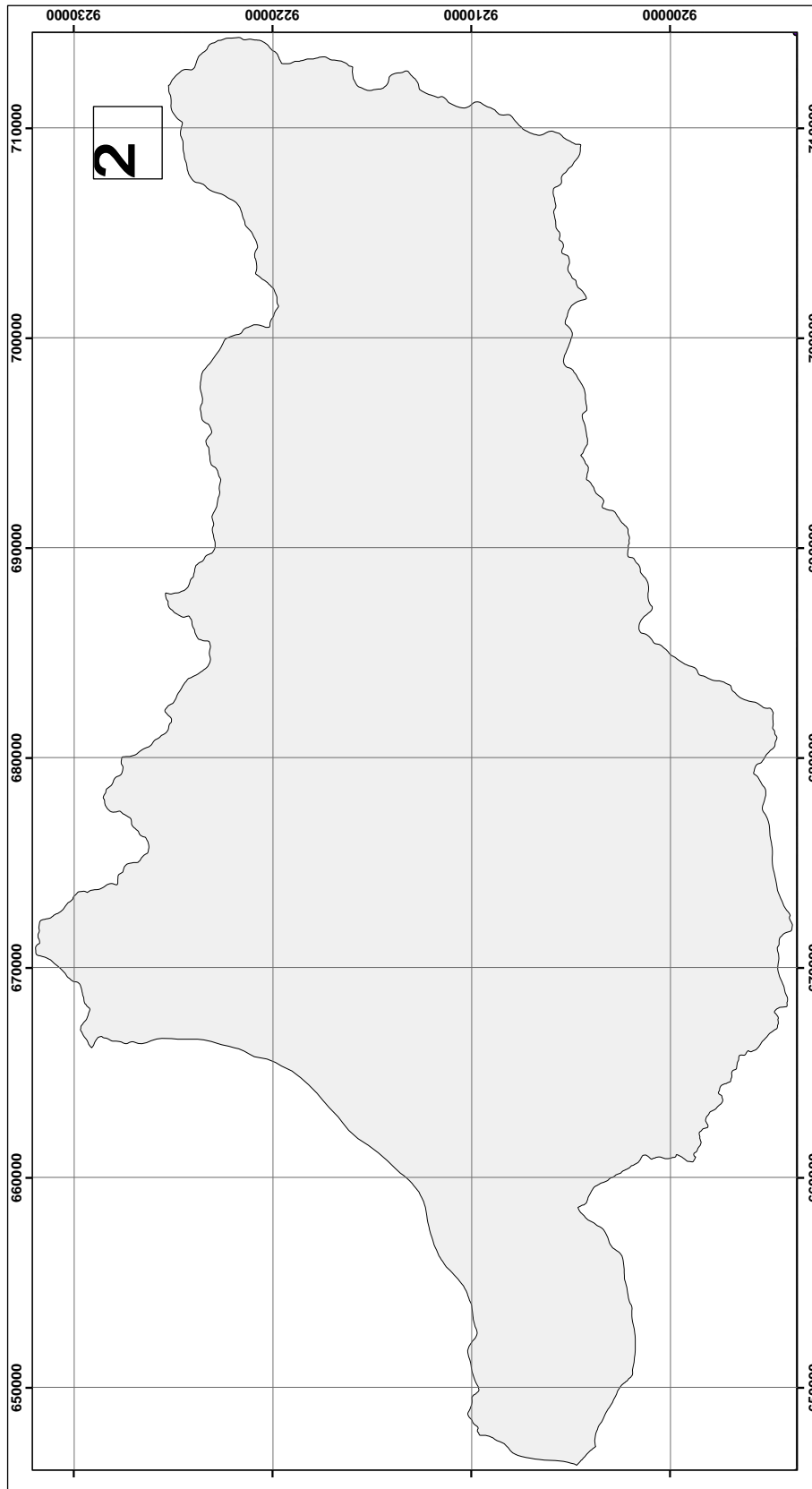


Figura 16. Obtención del componente principal del agua.

2.4.5.3. Cálculo de temperatura (T).

A. Obtención de temperatura (T)

Las bandas obtenidas por el sensor TIRS pueden ser convertidas en radiancia espectral a temperatura de brillo en grados kelvin (k), usando para ello la constante térmica suministrada en el archivo de metadatos:

Para lo cual se utiliza la fórmula propuesta por Chuvieco (2002), para imágenes Landsat 8:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)}$$

Donde:

T = Temperatura de brillo aparente

$L\lambda$ = Corresponde a la reflectancia en el techo de la atmosfera TOA

K1 = Es la constante de conversión K1 específica para cada banda, dicha constante térmica se suministra en el metadato (K1_CONSTANT_BAND_x, donde x es el número de la banda, 10 o 11)

K2 = Es la constante de conversión K2 específica para cada banda, dicha constante térmica se suministra en el metadato (K2_CONSTANT_BAND_x, donde x es el número de la banda, 10 o 11). Debido a que el cálculo nos da como resultado temperaturas en grados Kelvin, es necesario al final de la formula restarle el valor 273.15 que es el factor de conversión para grados Celsius. (Ver Figura N° 18).

En la cual se aprecia que las zonas de color blanco corresponden a temperaturas altas y zonas en color negros a zonas bajas de temperatura, posteriormente se realiza una clasificación en función a sus rangos espectrales.

B. Análisis de temperatura (T).

Para realizar el análisis del índice de temperatura se debe tener en cuenta que la radiancia emitida por un objeto en el suelo es atenuada y aumentada por la atmósfera por lo que este efecto debe considerarse en la estimación de la transmitancia y de la radiancia atmosférica ascendente y descendente, es por ello que se realizó una corrección atmosférica para posteriormente convertir toda información de radiancia a información térmica, información que se obtiene a partir del brillo de las cubiertas, el resultado es presentado en grados Centígrados (C°). (Figura 19)

Tabla 9

Rango de temperatura según la cubierta superficial de la zona de estudio.

Rango de temperatura (C°)	Tipo de cubierta
24 - 31	Afloramientos rocosos
21 - 24	Depósitos cuaternarios
9 - 21	Vegetación

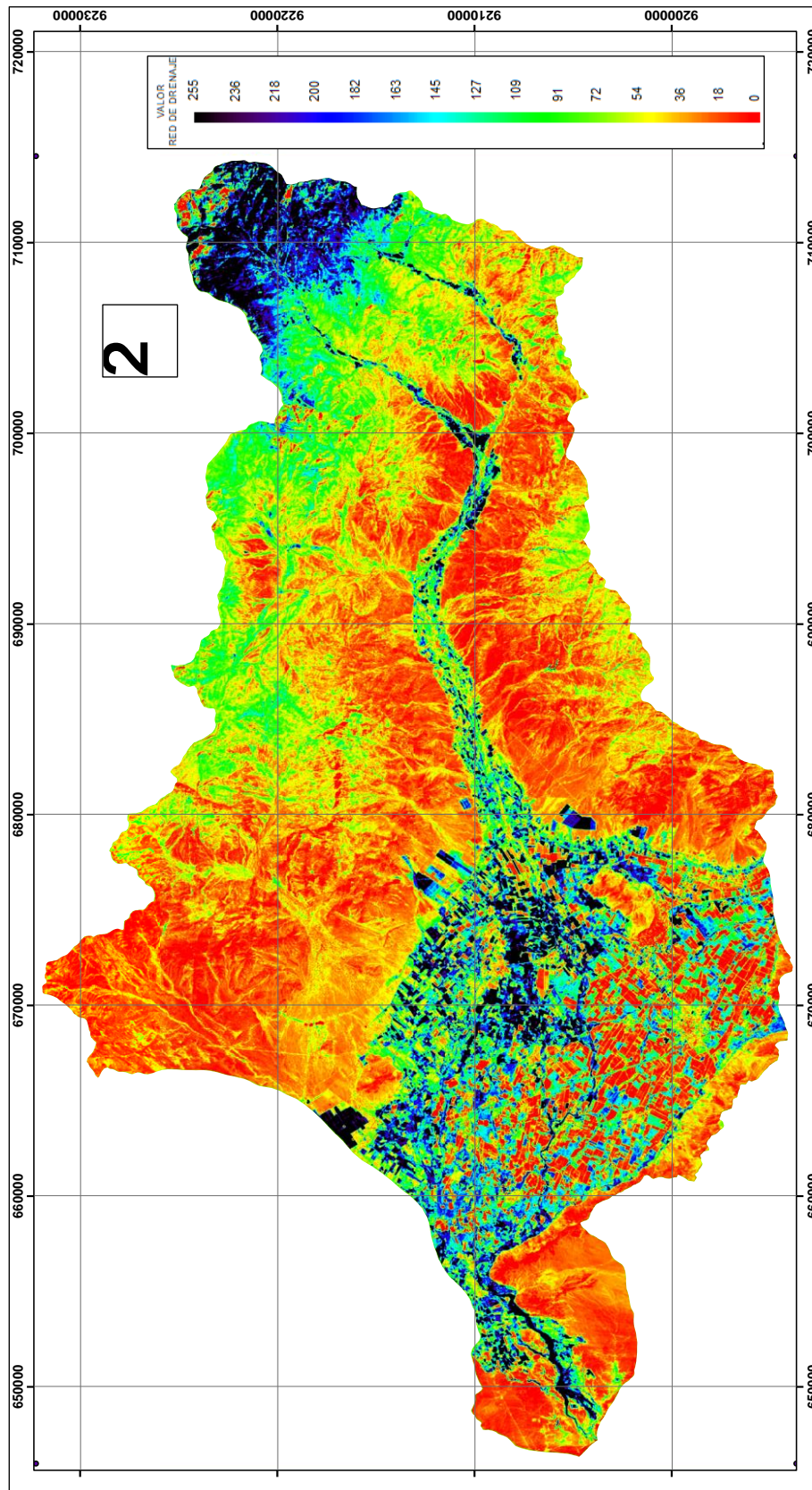


Figura 17. Obtención del componente principal del agua.

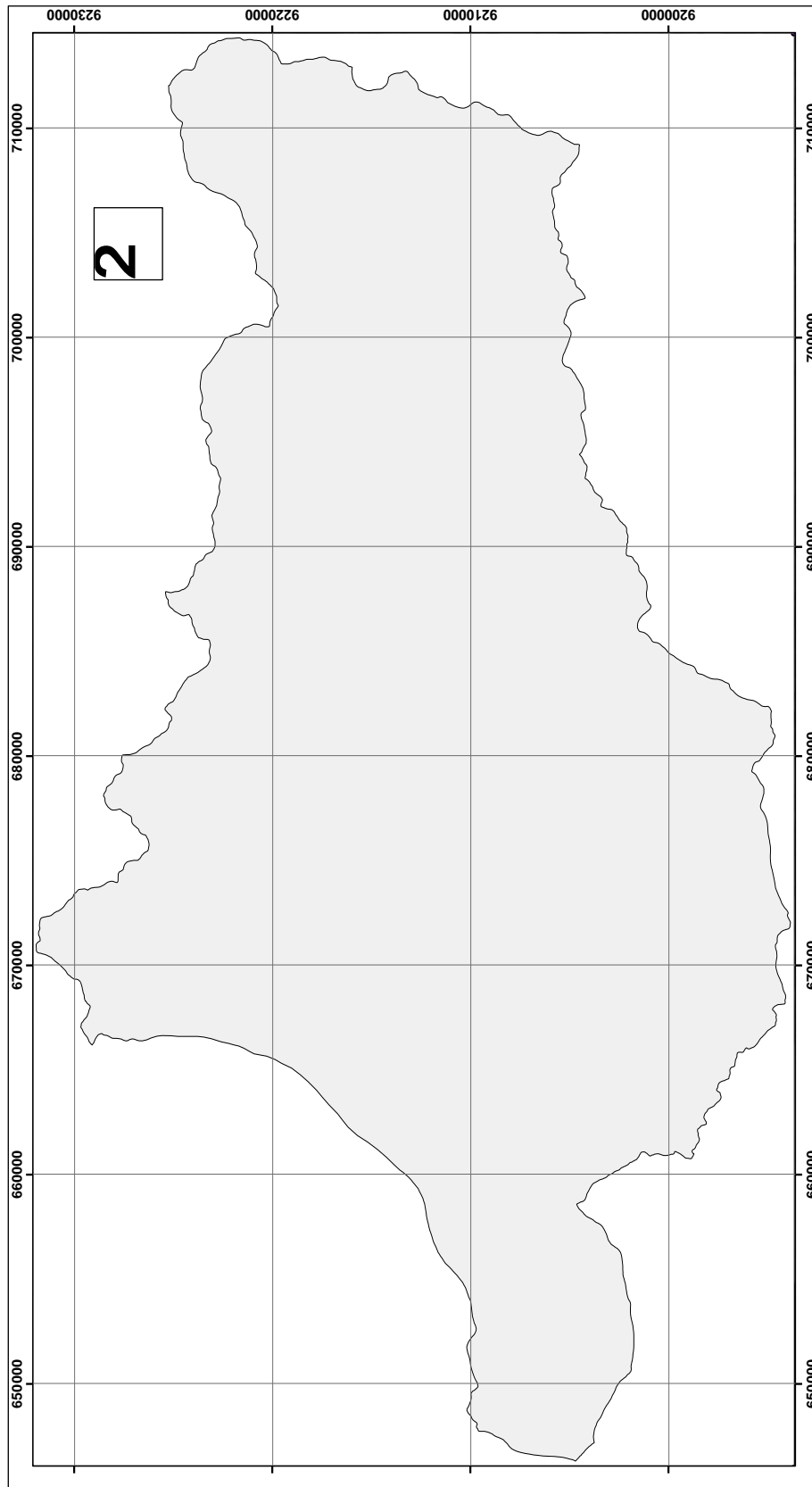


Figura 18. Obtención de la temperatura superficial de la zona de estudio.

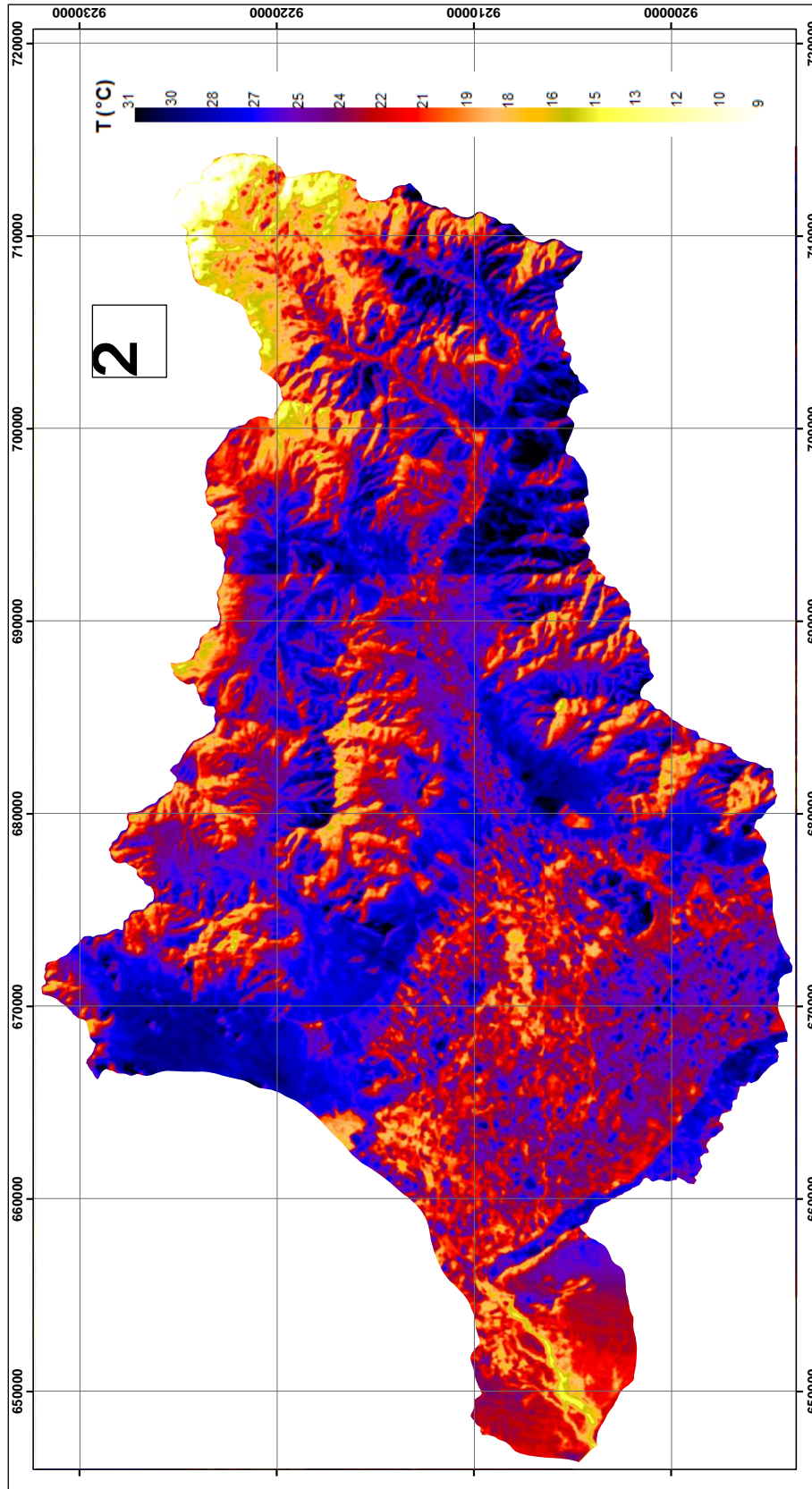


Figura 19. Temperatura superficial de la zona de estudio.

2.4.5.4. Cálculo de pendientes (PEN).

A. Obtención de pendientes (PEN).

A partir de las curvas a nivel es posible generar un modelo GDEM, a través del cual se genera modelos de pendientes de la zona de estudio, por lo cual el detalle de la topografía es importante para la precisión de los datos.

La pendiente nos servirá en la investigación para determinar el grado de potencial de infiltración de agua superficial que juntamente con los parámetros ya mencionados servirá para identificar las zonas de recarga hídrica subterránea. En la cual se aprecia que las zonas en color blanco corresponden a zonas con mayor pendiente y zonas en coloración oscura corresponde a zonas llanas o de baja pendiente. (Figura 20)

B. Análisis de pendientes (PEN).

La pendiente es uno de los factores que más influyen en la recarga hídrica subterránea, ampliamente relacionado al coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo, la pendiente del terreno y la vegetación. Estos factores, vienen a conformar el coeficiente de infiltración del suelo (C_i); en el cual se podría decir que, a mayor infiltración, mayor zona de recarga hídrica.

En una zona dada, entre menor sea la pendiente del terreno y mayor sea su cobertura vegetal, la velocidad de escurrimiento se retrasa, generando una mayor infiltración de agua superficial.

Es por ello que mediante el análisis del modelo GDEM se generó un modelo de pendientes que servirá para ubicar las zonas con mayor potencial de infiltración, por lo cual se trabajará con pendientes que posean un grado de infiltración moderado a favorable, es decir pendientes comprendidas entre 0° a 27° , dato que será ingresado en el árbol de decisiones para la ubicación de las zonas de recarga hídrica subterránea (Ver figura N° 21).

Tabla 10

Grado de infiltración en función de la pendiente.

PENDIENTES		
Porcentaje (%)	Grados ($^\circ$)	Grado de infiltración
0 - 15%	0° - 13.5°	Favorable
15 % - 30%	13.5° - 27°	Moderadamente
Mayores a 30%	Mayores a 27°	Desfavorable

Fuente: Schosinsky (2007)

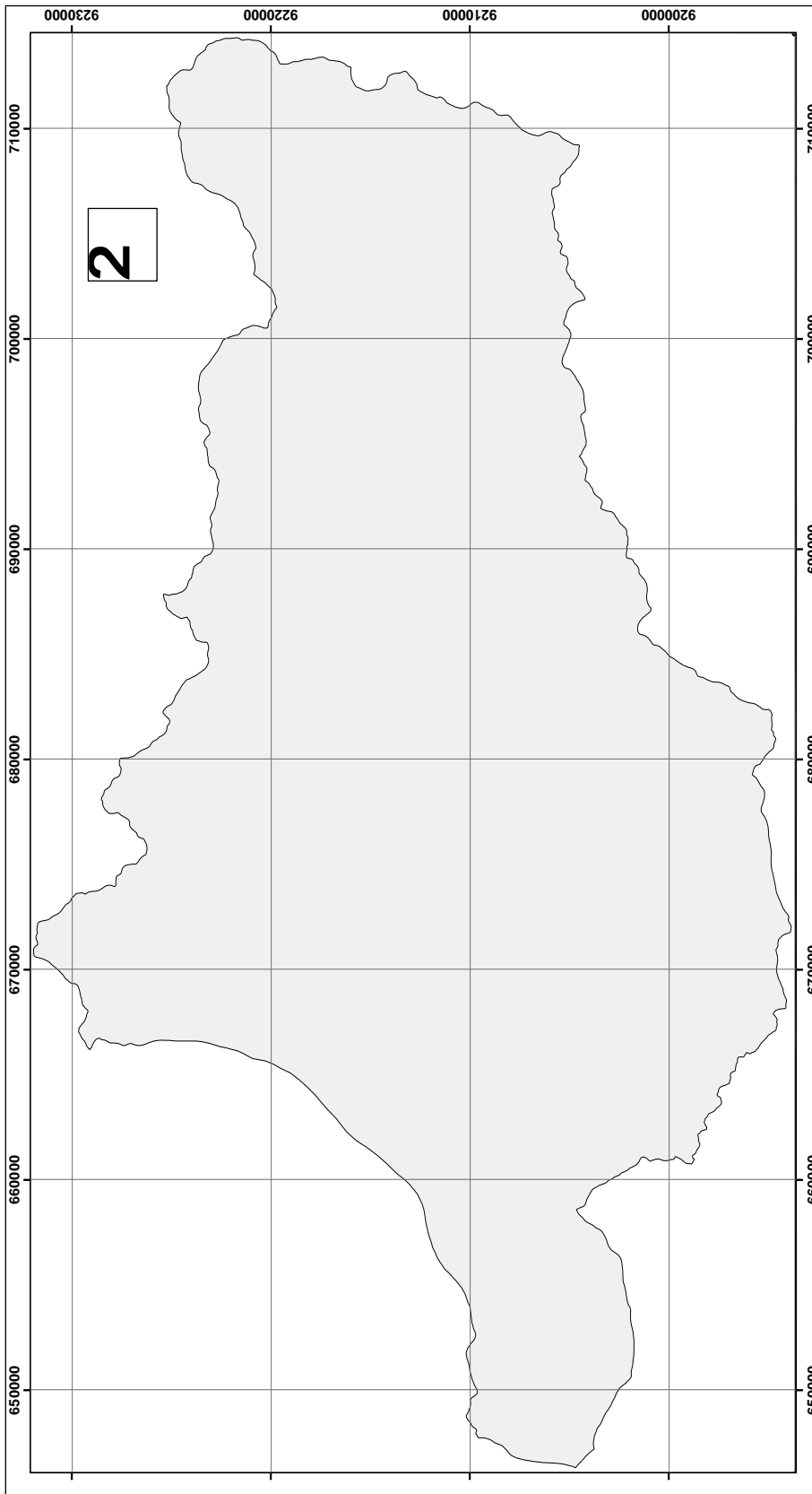


Figura 20. Obtención de pendientes de la zona de estudio a partir del modelo GDEM.

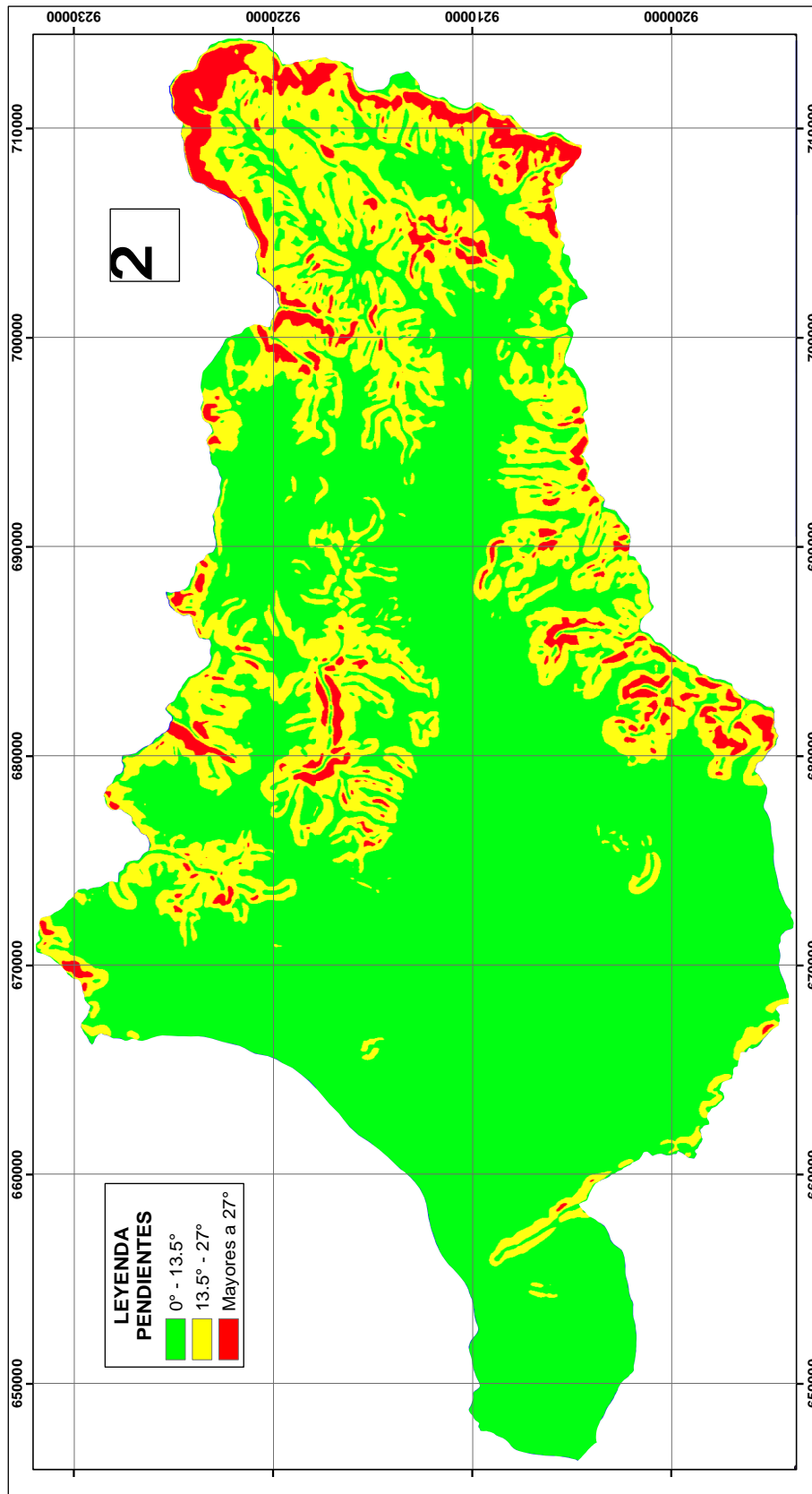


Figura 21. Caracterización espectral de la pendiente en la zona de estudio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Una vez obtenidos los parámetros NDVI, CPA, Pendientes y Temperatura calculados y analizados en el Capítulo III, se procedió a generar un árbol de decisiones para obtener las zonas de recarga hídrica subterránea en la cuenca del río Chamán, bajo las siguientes normas de clasificación:

Tabla 11

Codificación en el árbol de decisiones.

Descripción	Código
Temperatura superficial	Ts
Pendiente	Pen
Índice de vegetación de diferencia normalizada	NDVI
Componente principal del agua	CPA
Recarga hídrica favorable	R.H.F
Depósitos cuaternarios	DC
Cuerpos de agua	CA
Afloramiento rocoso	AR

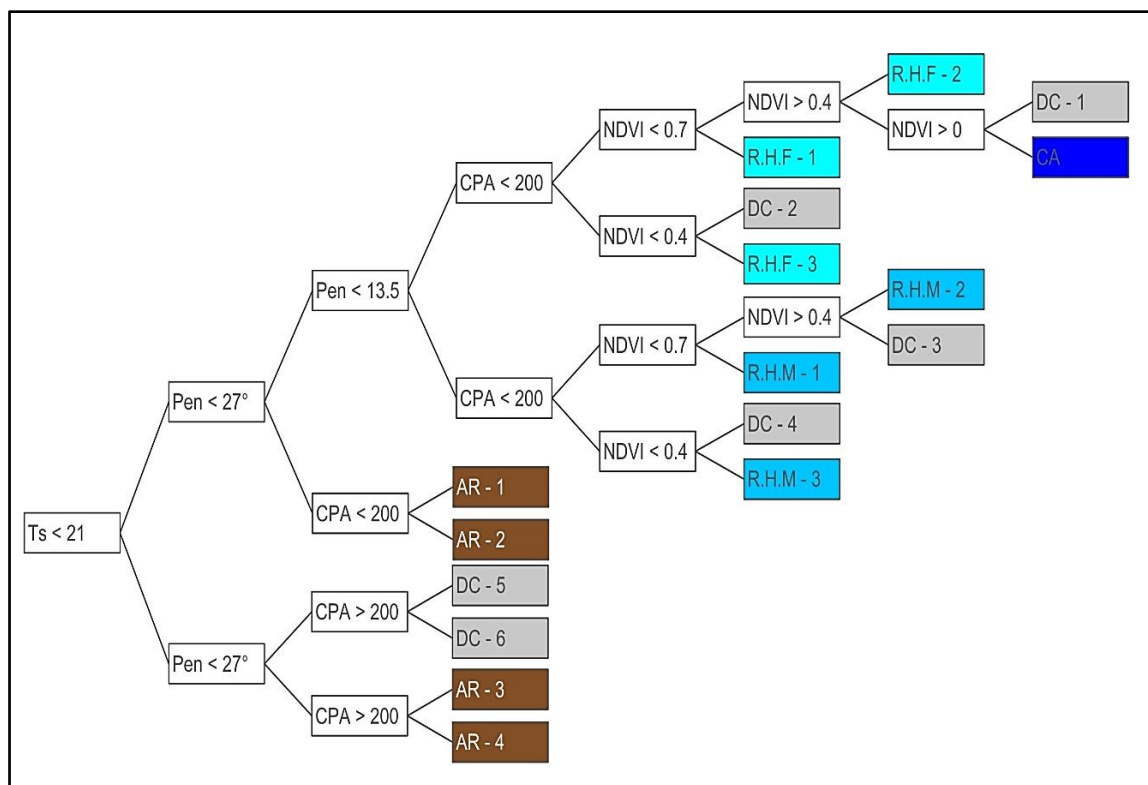


Figura 22. Árbol de decisiones para la ubicación de zonas de recarga hídrica en la cuenca del río Chamán.

Donde se aprecia que, en el resultado producto de la combinación de los parámetros calculados y analizados, se obtiene tres zonas de ocurrencia de recarga hídrica subterránea y otros tipos de cubiertas

Tabla 12

Recarga hídrica favorable 1.

Recarga hídrica favorable 1 (R.H.F - 1)	
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración
Pen < 13.5	Favorable a la infiltración
CPA < 200	Sin presencia de agua superficial
NDVI > 0.7	Presencia de vegetación vigorosa

Tabla 13

Recarga hídrica favorable 2.

Recarga hídrica favorable 2 (R.H.F - 2)	
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración
Pen < 13.5	Favorable a la infiltración
CPA < 200	Sin presencia de agua superficial
0.4 < NDVI < 0.7	Presencia de vegetación poco vigorosa

Tabla 14

Recarga hídrica favorable 3.

Recarga hídrica favorable 3 (R.H.F - 3)	
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración
Pen < 13.5	Favorable a la infiltración
CPA > 200	Presencia de agua superficial
NDVI > 0.4	Presencia de vegetación vigorosa y poco vigorosa

Tabla 15

Recarga hídrica moderada 1.

Recarga hídrica moderada 1 (R.H.M - 1)	
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración
13.5 < Pen < 27	Medianamente favorable a la infiltración
CPA < 200	Sin presencia de agua superficial
NDVI > 0.7	Presencia de vegetación vigorosa

Tabla 16

Recarga hídrica moderada 2.

Recarga hídrica moderada 2 (R.H.M - 2)	
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración
Pen > 13.5	Medianamente favorable
CPA < 200	Sin presencia de agua superficial
0.4 < NDVI < 0.7	Presencia de vegetación poco vigorosa

Tabla 17

Recarga hídrica moderada 3.

Recarga hídrica moderada 3 (R.H.M - 3)	
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración
13.5 < Pen < 27	Medianamente favorable a la infiltración
CPA > 200	Presencia de agua superficial
NDVI > 0.4	Presencia de vegetación vigorosa y poco vigorosa

Tabla 18

Depósito cuaternario 1.

Depósito cuaternario 1 (DC - 1)	
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración
Pen < 13.5	Favorable a la infiltración
CPA < 200	Sin presencia de agua superficial
0 < NDVI < 0.4	Suelo desnudo

Tabla 19

Depósito cuaternario 2.

Depósito cuaternario 2 (DC - 2)	
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración
Pen < 13.5	Favorable a la infiltración
CPA > 200	Presencia de agua superficial
NDVI < 0.4	Suelo desnudo o cubierta artificial

Tabla 20

Depósito cuaternario 3.

Depósito cuaternario 3 (DC - 3)	
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración
13.5 < Pen < 27	Medianamente favorable a la infiltración
CPA < 200	Sin presencia de agua superficial
NDVI < 0.4	Suelo desnudo o cubierta artificial

Tabla 21

Depósito cuaternario 4.

Depósito cuaternario 4 (DC - 4)	
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración
13.5 < Pen < 27	Medianamente favorable a la infiltración
CPA > 200	Presencia de agua superficial
NDVI < 0.4	Suelo desnudo o cubierta artificial

Tabla 22

Depósito cuaternario 5.

Depósito cuaternario 5 (DC - 5)	
Ts > 21 C°	Alto nivel de evapotranspiración
Pen < 27	Medianamente favorable y favorable a la infiltración
CPA > 200	Presencia de agua superficial

Tabla 23

Depósito cuaternario 6.

Depósito cuaternario 6 (DC - 6)	
Ts > 21 C°	Alto nivel de evapotranspiración
Pen < 27	Medianamente favorable y favorable a la infiltración
CPA < 200	Sin presencia de agua superficial

Tabla 24

Afloramiento rocoso 1.

Afloramiento Rocosos 1 (AR1)	
CPA < 200	Sin presencia de agua superficial
Pen < 27	Medianamente favorable y favorable a la infiltración
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración

Tabla 25

Afloramiento rocoso 2.

Afloramiento Rocosos 2 (AR2)	
CPA > 200	Presencia de agua superficial
Pen > 27	Desfavorable a la infiltración
Ts < 21 C°	Bajo nivel de evapotranspiración

Tabla 26

Afloramiento rocoso 3.

Afloramiento Rocosó 3 (AR3)	
CPA > 200	Presencia de agua superficial
Pen > 27	Desfavorable a la infiltración
Ts > 21 C°	Alto nivel de evapotranspiración

Tabla 27

Afloramiento rocoso 4.

Afloramiento Rocosó 4 (AR4)	
CPA < 200	Sin presencia de agua superficial
Pen > 27	Desfavorable a la infiltración
Ts > 21 C°	Alto nivel de evapotranspiración

Tabla 28

Cubiertas de agua.

Cubiertas de agua (CA)	
CPA < 200	Presencia de cubiertas artificiales lagos y lagunas
NDVI < 0	Cubiertas artificiales
Pen < 13.5	Favorable a la infiltración
Ts < 21 C°	Alto nivel de evapotranspiración

En la cual en la figura N° 23 se aprecia las zonas de recarga hídrica a lo largo de la cuenca del río Chamán evidenciándose que a partir del análisis espectral y en combinación del método árbol de decisiones es posible ubicar las zonas de recarga hídrica y en consecuencia definir las zonas con mayor probabilidad de albergar agua subterránea, verificándose que las zonas de recarga hídrica no dependen de parámetros aislados, sino que son zonas con dependencia multifactorial.

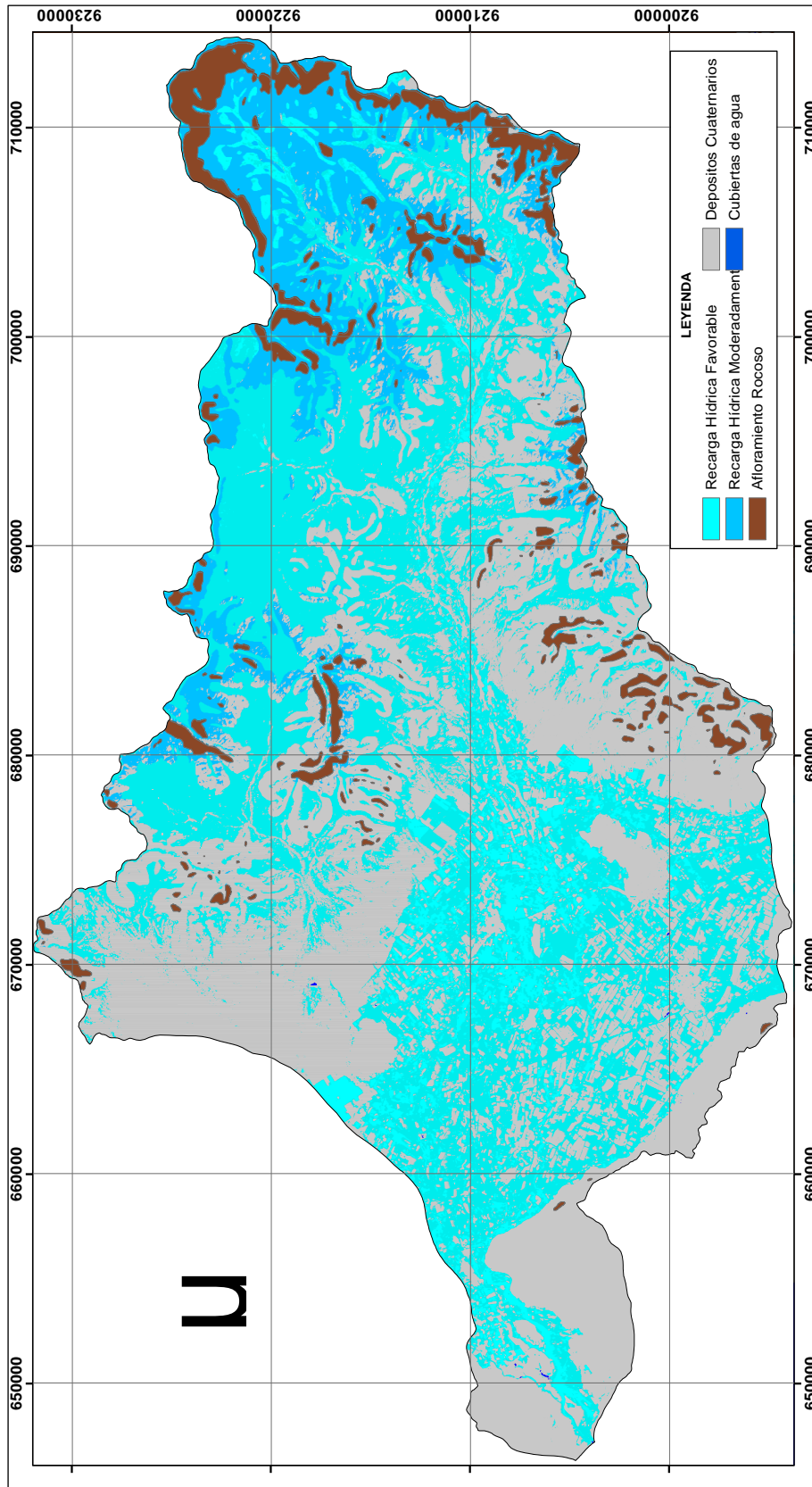


Figura 23. Ubicación de las zonas de recarga hídrica en la cuenca del río Chamán.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

A partir de los resultados presentados podemos verificar que es posible identificar zonas de recarga hídrica usando imágenes LANDSAT 8 mediante el método de árbol de decisiones en la cuenca del río Chamán, hecho corroborado con el uso de coordenadas correspondientes a pozos de agua subterránea en la cuenca del río Chamán, inventariados por INGEMMET, (2015).

El resultado muestra que, de los 1021 pozos de agua subterránea registrados por INGEMMET, (2015) (ver anexo 07), 805 representan la clase recarga hídrica favorable en el presente estudio.

Contrastando con el estudio presentado por Barboza Colorado, Y. y Cortez Valera, R. (2018) de título “Análisis multiespectral mediante parámetros superficiales con la plataforma LANSAT 8 para identificar agua subterránea en la cuenca del Río Mashcón – Cajamarca” que tuvo una confiabilidad de 79% en la identificación de zonas de agua subterránea; se verifica que este método brinda una certeza elevada arriba de 70 %.y permite variaciones multifactoriales que dependen de la profundidad del estudio lo cual podría mejorar el porcentaje de confiabilidad.

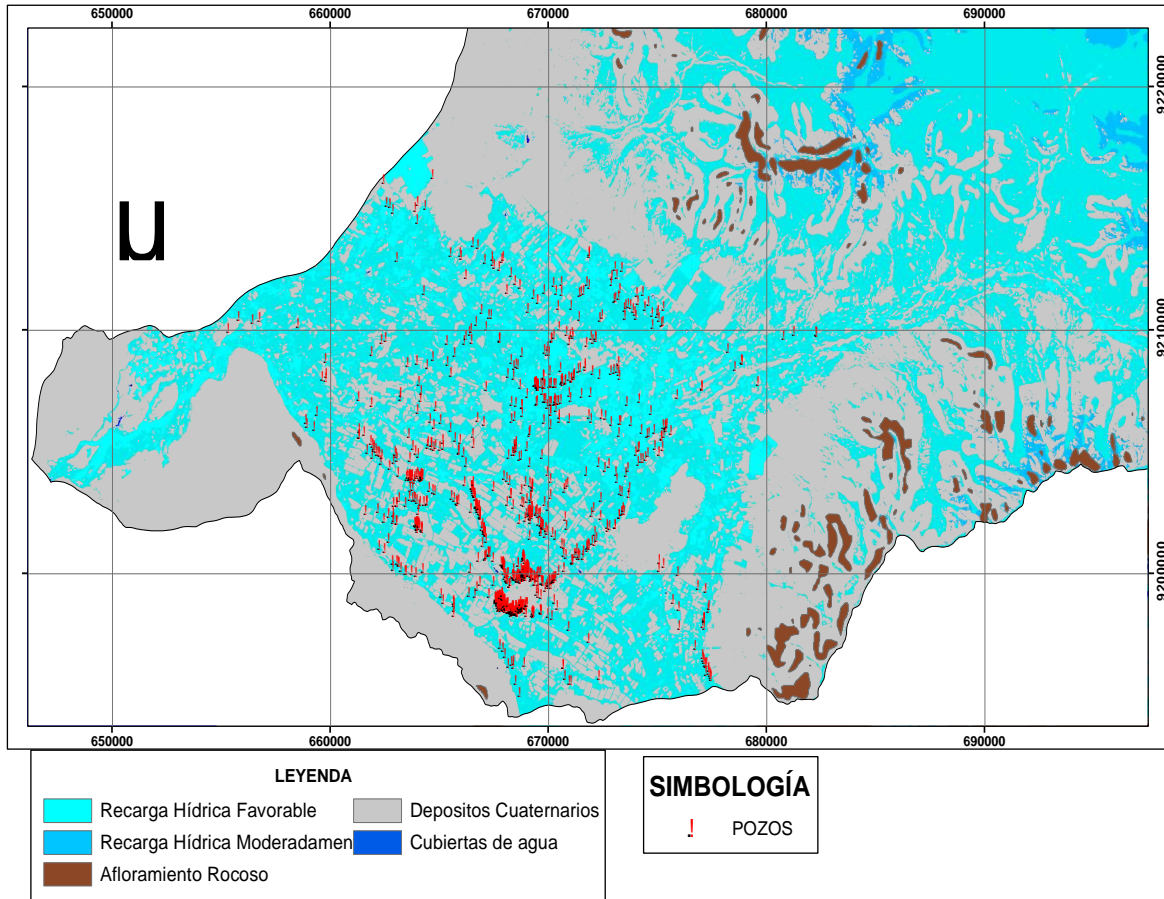


Figura 24. Corroboración de zonas de recarga hídrica en la cuenca del río Chamán.

Se verifica también que las zonas altas o cabeceras de cuenca identificados con elevaciones entre 1 750 a 3 100 msnm en la Figura N° 25, con aporte de drenajes de orden 1 (Figura N° 26), no son siempre las de mayor producción hídrica, sino que, en muchos casos, lo son las zonas bajas o valles, como es el caso de la cuenca del río Chamán en la cual se registra la mayor cantidad de zonas de recarga hídrica en el valle con elevaciones entre 0 a 1 000 msnm. (Ver figura N° 25)

Por otro lado, los acuíferos en los valles son los que recogen los flujos subterráneos y donde se almacenan la producción de las partes altas es decir las cabeceras de cuenca abastecidas por drenajes de orden 1. Sin embargo, la falta información sobre la capacidad de almacenamiento de los mismos, información sobre su recarga y las zonas donde la recarga se produce, además de datos exactos de la explotación de los

mismos por parte de los diferentes sectores sociales, es lo que no permite una planificación adecuada del uso de los recursos hídricos y su protección.

Por otro lado, se está pasando por alto la escala de los procesos. Los procesos convectivos que producen las lluvias en la zona andina no se dan solo a nivel local o de cuencas. Los procesos convectivos se dan en toda la cuenca, por lo tanto, para proteger el recurso hídrico de manera integral, las medidas de protección se tienen que dar a esa escala regional y apoyado en nuevas tecnologías como lo son los estudios satelitales que permiten una mejor cuantificación de este recurso vital.

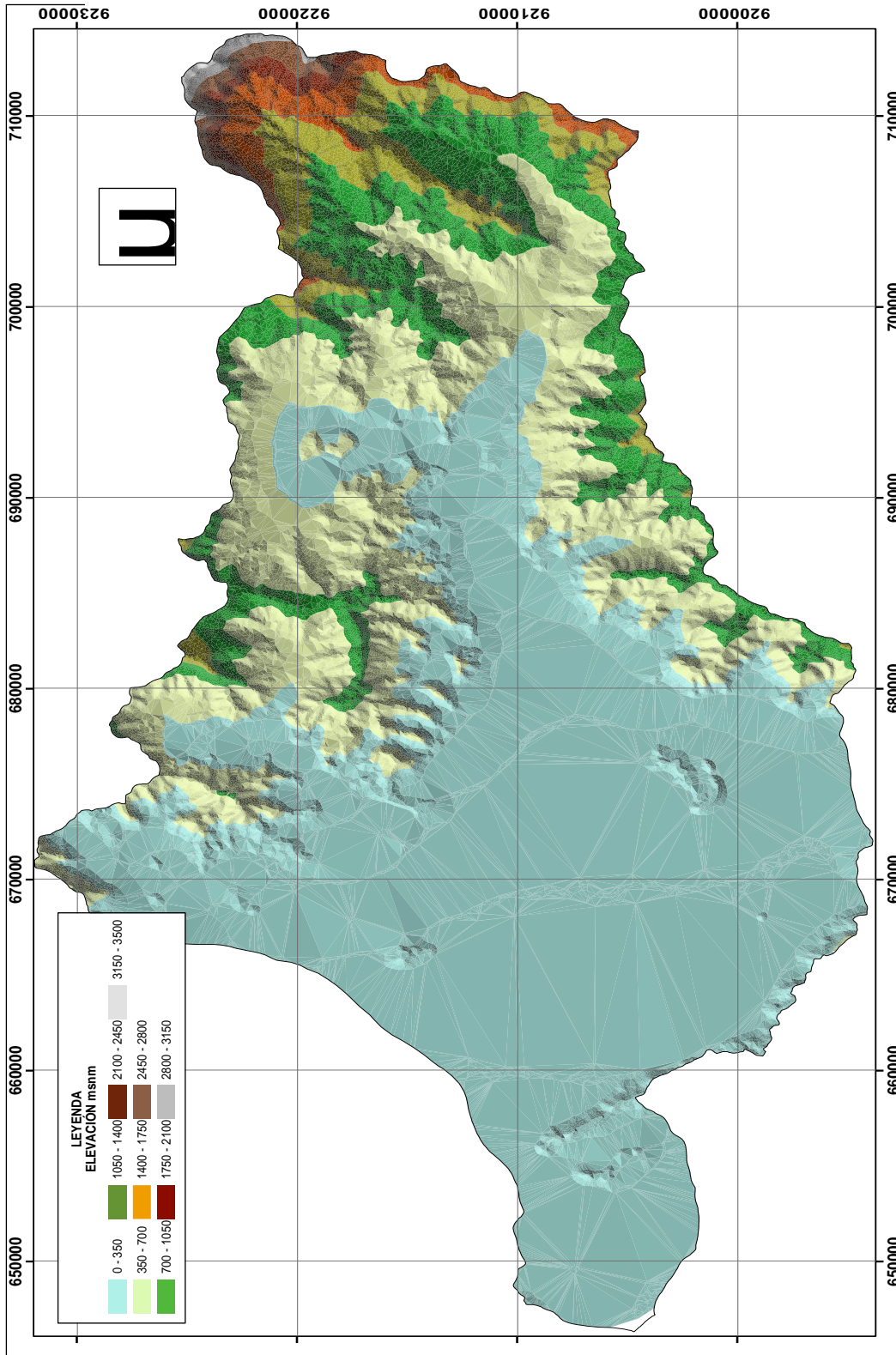


Figura 25. Elevaciones de la cuenca del río Chamán.

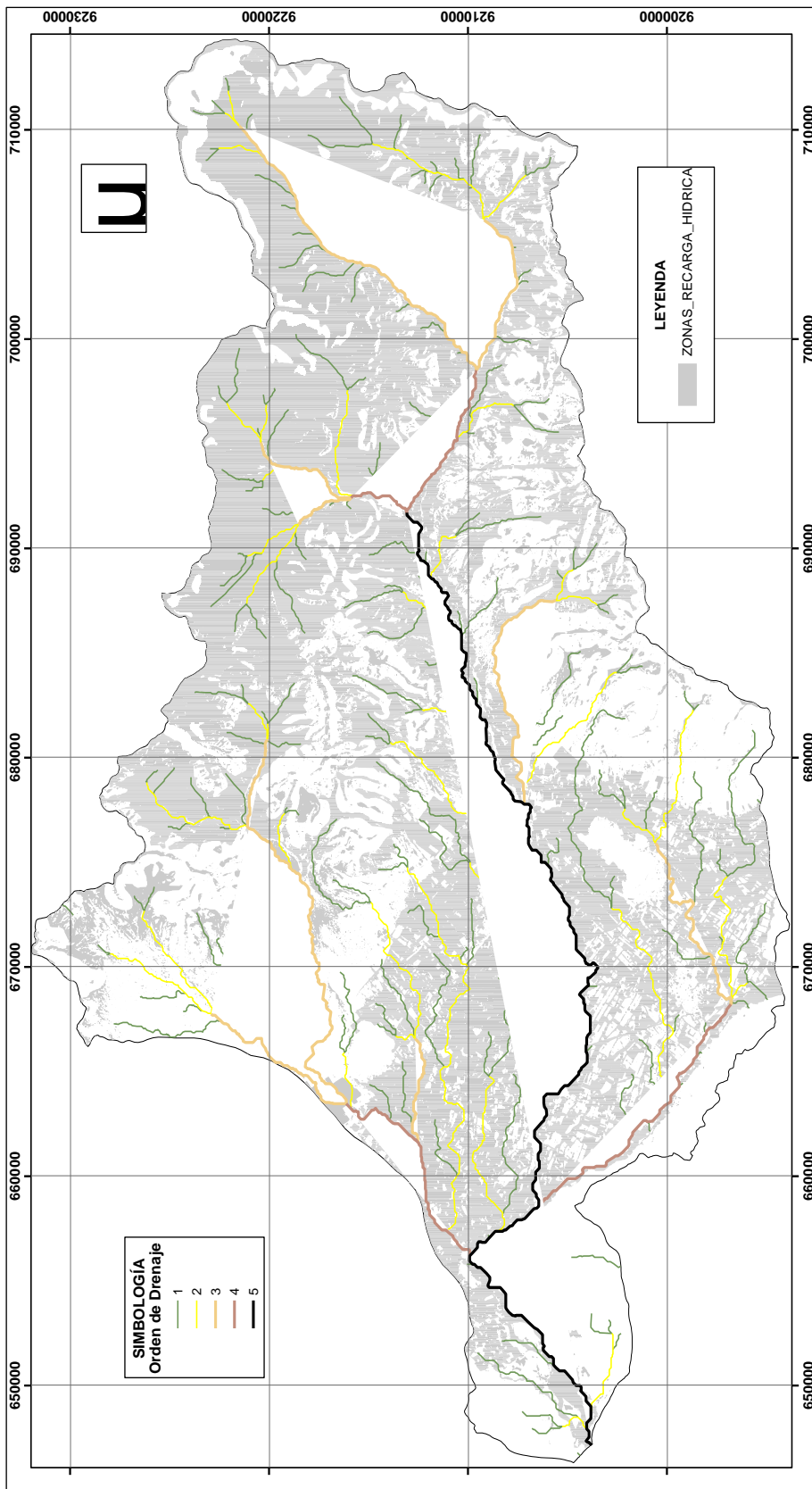


Figura 26. Zonas de recarga hídrica Vs orden de los drenajes.

4.2 Conclusiones

Se concluye del presente estudio que fue posible ubicar las zonas de recarga hídrica usando imágenes LANDSAT 8 mediante el método de árbol de decisiones en la cuenca del río Chamán, con una certeza de 78.8 % en función a los pozos inventariados por INGEMMET, (2015)

Los índices favorables para la recarga hídrica corresponden a índices de vegetación vigorosa y poco vigorosa con rangos multiespectrales entre 0.4 a 1, se identificó también que el componente principal del agua muestra corrientes de agua superficial en rangos superiores a 200.

Se determinó en la investigación que la temperatura favorable, según la información espectral para la infiltración sin pérdida producto de la evapotranspiración, son valores bajo 21 C° y en función de la pendiente valores por debajo de 13.5°.

El método de clasificador en árbol tiene un amplio uso multifactorial en el análisis multiespectral para la búsqueda de recarga hídrica y agua subterránea, de gran apoyo en la combinación de variables en las cuales se usa codificación en rangos.

Del estudio se concluye que es posible zonificar áreas de mayor recarga hídrica, como se evidencia en los planos presentados en las cuales se detalló las zonas favorables y moderadamente favorables para la recarga hídrica, también se concluye que este método no solo permitió la identificación de zonas de recarga hídrica sino también zonas como son afloramientos rocosos y cuaternarios que podrían ser de interés para otras ramas del conocimiento

En la investigación la certeza de este estudio en función de los pozos subterráneos inventariados en campo por INGEMMET es elevada y permitirá un mejor aprovechamiento de este recurso hídrico, así como su protección, además abrirá las puertas al uso de teledetección como herramienta complementaria de investigación.

REFERENCIAS

- Barboza, Y. y Cortez, R. (2018). *Análisis multispectral mediante parámetros superficiales con la plataforma LANDSAT 8 para identificar agua subterránea en la cuenca del Río Mashcón – Cajamarca* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Bardales, W. (2010). Metodología para la determinación de áreas críticas de recarga hídrica natural en las cuencas de Guatemala. Recuperado de http://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=odoc_47127_1_04032010.pdf.
- Beltrán, K. Salgado, S. Cuesta, F. León, S. Romoleroux, K. Ortiz, E. Cárdenas, A. & Velastegui, A. (2010). *Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador*. Quito: EcoCiencia,
- Bueso Campos, M. (2010). *Identificación y caracterización de las zonas con mayor potencial de recarga hídrica en las subcuencas de los ríos Tacó y Shusho, municipio de Chiquimula-Guatemala*. (Tesis de Pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Burbano, F. (1989). Notas de Hidrología Preparado para el 4° Año de ingeniería Forestal. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 125 p.

- Custodio, G. (1998). Recarga a los acuíferos: aspectos generales sobre el proceso, la evolución y la incertidumbre. *Boletín Geológico y Minero*, 109(4):13-29.
- Chuvieco, E. (2002). *Teledetección Ambiental*. Barcelona: ARIEL.
- Chilton, J. (2001) Fluoride in Drinking - water. Obtenido de https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water_full.pdf.
- Friedl, M. y Brodley, C. (1997): Decision tree classification of land cover from remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 61(3), 399-409.
- Gaspari, F., Senisterra, G., Delgado, M., Rodríguez, A., & Besteiro, S. (2010). *Manual de Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas*. La Plata: WORLD VISION.
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2011). Estudio hidrológico de la región de Cajamarca 2010-2011. Recuperado de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/HIDROLOGIA.pdf>.
- Hansen, M.; Dubayah, R. & Defries, R. (1996): Classification trees: an alternative to traditional land cover classifiers. *International Journal of Remote Sensing*. 17(5), 1075-1081.

Kruse, F.A. (2004). Comparison of ATREM, ACORN, and FLAASH atmospheric corrections using low-altitude AVIRIS data of Boulder, CO. Recuperado de http://www.hgimaging.com/PDF/Kruse-JPL2004_ATM_Compare.pdf

Liu, R. y Cheng, A. (2000). Monitoring multivariate aviation safety by data depth: Control chart and threshold system. *IIE transactions*, 32(9), 861-872.

Longwood University. (31 de 07 de 2003). Longwood University. Recuperado el 23 de febrero de 2014, de Longwood University: <http://www.longwood.edu/cleanva/images/Sec4.groundwaterchapter.pdf>.

López, M. y Caselles, V. (1991). *Introducción a la teledetección, en la teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales*. Valencia: UNIVERSIDAD DE VALENCIA.

Losilla, M. (1986). Aguas subterráneas; generalidades, ocurrencia, tipos de acuíferos. *Geol. Amér. Central*, 15(4), 93-95.

Meijerink, A. (2007). *Remote Sensing Applications To Groundwater*. Paris: UNESCO.

New Jersey Stormwater. (26 de abril de 2004). Chapter 6: Groundwater Recharge. New Jersey Stormwater Best Management Practices Manual. New Jersey, United States. Recuperado de http://www.njstormwater.org/bmp_manual/NJ_SWBMP_6%20print.pdf.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2015). Boletín Serie H: Hidrogeología N°4: Hidrogeología de la cuenca de los ríos Jequetepeque y Chaman, Regiones Cajamarca, La Libertad y Lambayeque.

Petrie, G. (1970). Some consideration regarding mapping from Earth Satellites. *Photogrammetric Records*, 6(36), 590-624.

Pinilla, C. (1995). *Elementos de Teledetección*. Madrid: Ca-ma.

Planning Commission Government of India. (marzo de 2012). Draft Model Bill for the Conservation, Protection and Regulation of Groundwater. India.

Ramirez, J. (2015). *Alternativas De Manejo Sustentable De La Subcuenca Del Río Pitura, Provincia De Imbabura* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.

Saura, S. y Martínez, F. (2001): Sensitivity of landscape pattern metrics to map spatial extent. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 100(50), 200-250.

Servicio Geológico De Estados Unidos (2013). Landsat. recuperado de <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat>

Servicio Geológico De Estados Unidos (2015). Satélites de observación de la tierra.
recuperado de <https://www.usgs.gov/>

Servicio Geológico De Estados Unidos (2018), Descarga de imágenes Landsat. recuperado
de <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Schosinsky, N. (2007). Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance
hídrico de suelos. *Geol. Amér. Central*, 34(35), 13-30.

Schowengerdt, R. y Wang, H. (1989). *A General Purpose Expert System For Image
Processing* (Tesis doctoral). University of Arizona, Tucson, Estados Unidos.

Skidmore, A. (1989). An expert system classifies eucalypt forest types using Thematic
Mapper data and digital terrain model (Tesis Doctoral). University of Arizona, Tucson,
Estados Unidos.

Widger, W. (1966). Orbits, altitude, viewing geometry, coverage and resolution pertinent to
satellite observations of the Earth and its atmosphere. *Photogrammetric Records*,
20(15), 285-292.

ANEXOS

Anexo N°1. Tabla con las coordenadas geográficas correspondientes a los
pozos inventariados por INGEMMET, (2015).

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
1	Chamán	Subterránea	9195136	668823
2	Chamán	Subterránea	9196450	668548
3	Chamán	Subterránea	9196254	668526
4	Chamán	Subterránea	9196330	668304
5	Chamán	Subterránea	9198819	665810
6	Chamán	Subterránea	9196741	668147
7	Chamán	Subterránea	9198886	667781
8	Chamán	Subterránea	9195637	668633
9	Chamán	Subterránea	9196379	668451
10	Chamán	Subterránea	9196372	669039
11	Chamán	Subterránea	9197114	667927
12	Chamán	Subterránea	9198913	665795
13	Chamán	Subterránea	9196965	668061
14	Chamán	Subterránea	9198932	667713
15	Chamán	Subterránea	9198972	667724
16	Chamán	Subterránea	9198924	667764
17	Chamán	Subterránea	9198926	667772
18	Chamán	Subterránea	9198956	667802
19	Chamán	Subterránea	9198981	667845
20	Chamán	Subterránea	9198968	667885
21	Chamán	Subterránea	9199093	667870
22	Chamán	Subterránea	9199051	667841
23	Chamán	Subterránea	9199053	667861
24	Chamán	Subterránea	9199097	667791
25	Chamán	Subterránea	9199028	667868
26	Chamán	Subterránea	9199022	667857
27	Chamán	Subterránea	9199028	667814
28	Chamán	Subterránea	9199023	667803
29	Chamán	Subterránea	9199021	667797
30	Chamán	Subterránea	9199035	667751
31	Chamán	Subterránea	9199050	667714
32	Chamán	Subterránea	9198996	667733
33	Chamán	Subterránea	9198979	667730
34	Chamán	Subterránea	9199014	667723
35	Chamán	Subterránea	9199115	667907
36	Chamán	Subterránea	9199076	667892
37	Chamán	Subterránea	9199039	667904
38	Chamán	Subterránea	9199037	667896
39	Chamán	Subterránea	9199098	667924
40	Chamán	Subterránea	9199089	667917

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
41	Chamán	Subterránea	9199014	667899
42	Chamán	Subterránea	9198999	667907
43	Chamán	Subterránea	9198979	667909
44	Chamán	Subterránea	9198995	667917
45	Chamán	Subterránea	9199026	667933
46	Chamán	Subterránea	9198753	667934
47	Chamán	Subterránea	9198700	667948
48	Chamán	Subterránea	9198871	667805
49	Chamán	Subterránea	9198837	667796
50	Chamán	Subterránea	9198933	667823
51	Chamán	Subterránea	9198935	667904
52	Chamán	Subterránea	9198984	667979
53	Chamán	Subterránea	9199020	667996
54	Chamán	Subterránea	9198806	667950
55	Chamán	Subterránea	9198887	667921
56	Chamán	Subterránea	9198940	667861
57	Chamán	Subterránea	9198954	667906
58	Chamán	Subterránea	9198771	667878
59	Chamán	Subterránea	9198723	667811
60	Chamán	Subterránea	9198740	667902
61	Chamán	Subterránea	9198685	667938
62	Chamán	Subterránea	9198677	667883
63	Chamán	Subterránea	9198874	667930
64	Chamán	Subterránea	9199142	667921
65	Chamán	Subterránea	9199677	667630
66	Chamán	Subterránea	9199202	667422
67	Chamán	Subterránea	9199188	666769
68	Chamán	Subterránea	9199215	666501
69	Chamán	Subterránea	9199465	666865
70	Chamán	Subterránea	9199686	667000
71	Chamán	Subterránea	9199089	668005
72	Chamán	Subterránea	9198998	668097
73	Chamán	Subterránea	9198943	668127
74	Chamán	Subterránea	9198960	668129
75	Chamán	Subterránea	9198832	668120
76	Chamán	Subterránea	9198823	668083
77	Chamán	Subterránea	9198783	668090
78	Chamán	Subterránea	9198847	668060
79	Chamán	Subterránea	9198860	668051
80	Chamán	Subterránea	9198888	668060
81	Chamán	Subterránea	9198903	668085
82	Chamán	Subterránea	9198928	668062

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
83	Chamán	Subterránea	9198937	668046
84	Chamán	Subterránea	9200480	667987
85	Chamán	Subterránea	9200048	668287
86	Chamán	Subterránea	9200066	668281
87	Chamán	Subterránea	9200341	668126
88	Chamán	Subterránea	9200468	668036
89	Chamán	Subterránea	9200449	668047
90	Chamán	Subterránea	9200437	668050
91	Chamán	Subterránea	9200428	668058
92	Chamán	Subterránea	9200381	668094
93	Chamán	Subterránea	9200370	668104
94	Chamán	Subterránea	9200446	668088
95	Chamán	Subterránea	9200498	668070
96	Chamán	Subterránea	9200205	668539
97	Chamán	Subterránea	9200457	668751
98	Chamán	Subterránea	9200445	668762
99	Chamán	Subterránea	9200681	668950
100	Chamán	Subterránea	9200599	669048
101	Chamán	Subterránea	9200750	668981
102	Chamán	Subterránea	9200785	668991
103	Chamán	Subterránea	9200699	669015
104	Chamán	Subterránea	9200734	668997
105	Chamán	Subterránea	9198948	668073
106	Chamán	Subterránea	9199101	668033
107	Chamán	Subterránea	9198709	668024
108	Chamán	Subterránea	9198685	667992
109	Chamán	Subterránea	9198737	668043
110	Chamán	Subterránea	9199063	668055
111	Chamán	Subterránea	9199241	668022
112	Chamán	Subterránea	9199243	668022
113	Chamán	Subterránea	9199615	668344
114	Chamán	Subterránea	9199610	668344
115	Chamán	Subterránea	9199690	668403
116	Chamán	Subterránea	9198630	667943
117	Chamán	Subterránea	9198651	667865
118	Chamán	Subterránea	9198626	667932
119	Chamán	Subterránea	9198786	668246
120	Chamán	Subterránea	9198790	668257
121	Chamán	Subterránea	9198795	668259
122	Chamán	Subterránea	9198637	668180
123	Chamán	Subterránea	9198535	668267
124	Chamán	Subterránea	9198640	668194

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
125	Chamán	Subterránea	9198561	668212
126	Chamán	Subterránea	9198638	668044
127	Chamán	Subterránea	9198546	668286
128	Chamán	Subterránea	9198537	668280
129	Chamán	Subterránea	9198573	668349
130	Chamán	Subterránea	9198399	668718
131	Chamán	Subterránea	9198536	669064
132	Chamán	Subterránea	9198393	669129
133	Chamán	Subterránea	9198575	668146
134	Chamán	Subterránea	9198591	668091
135	Chamán	Subterránea	9198638	668079
136	Chamán	Subterránea	9198638	668175
137	Chamán	Subterránea	9198696	668180
138	Chamán	Subterránea	9198681	668164
139	Chamán	Subterránea	9198691	668175
140	Chamán	Subterránea	9198761	668108
141	Chamán	Subterránea	9198551	668372
142	Chamán	Subterránea	9198539	668348
143	Chamán	Subterránea	9198502	668395
144	Chamán	Subterránea	9198410	668423
145	Chamán	Subterránea	9198564	668515
146	Chamán	Subterránea	9198563	668431
147	Chamán	Subterránea	9198528	668437
148	Chamán	Subterránea	9198513	668414
149	Chamán	Subterránea	9198564	668455
150	Chamán	Subterránea	9198576	668418
151	Chamán	Subterránea	9198623	668471
152	Chamán	Subterránea	9198663	668529
153	Chamán	Subterránea	9198632	665804
154	Chamán	Subterránea	9198701	668518
155	Chamán	Subterránea	9198705	668499
156	Chamán	Subterránea	9198438	668499
157	Chamán	Subterránea	9198477	668448
158	Chamán	Subterránea	9198438	668461
159	Chamán	Subterránea	9198492	668475
160	Chamán	Subterránea	9198445	668470
161	Chamán	Subterránea	9198524	668491
162	Chamán	Subterránea	9198458	668496
163	Chamán	Subterránea	9198571	668535
164	Chamán	Subterránea	9198534	668533
165	Chamán	Subterránea	9198673	668643
166	Chamán	Subterránea	9198475	668536

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
167	Chamán	Subterránea	9198815	668286
168	Chamán	Subterránea	9198711	668665
169	Chamán	Subterránea	9198450	668576
170	Chamán	Subterránea	9198436	668616
171	Chamán	Subterránea	9198467	668586
172	Chamán	Subterránea	9198451	668646
173	Chamán	Subterránea	9198502	668693
174	Chamán	Subterránea	9198483	668641
175	Chamán	Subterránea	9198464	668702
176	Chamán	Subterránea	9198491	668662
177	Chamán	Subterránea	9198603	668758
178	Chamán	Subterránea	9198598	668676
179	Chamán	Subterránea	9198583	668767
180	Chamán	Subterránea	9198705	668775
181	Chamán	Subterránea	9198712	668823
182	Chamán	Subterránea	9198722	668835
183	Chamán	Subterránea	9198744	668903
184	Chamán	Subterránea	9198554	668796
185	Chamán	Subterránea	9198529	668822
186	Chamán	Subterránea	9198589	668878
187	Chamán	Subterránea	9198560	668826
188	Chamán	Subterránea	9198646	668846
189	Chamán	Subterránea	9198631	668895
190	Chamán	Subterránea	9198680	668858
191	Chamán	Subterránea	9198662	668856
192	Chamán	Subterránea	9198703	668906
193	Chamán	Subterránea	9198738	669004
194	Chamán	Subterránea	9198746	668777
195	Chamán	Subterránea	9198616	668939
196	Chamán	Subterránea	9198572	668918
197	Chamán	Subterránea	9198667	668938
198	Chamán	Subterránea	9198597	668940
199	Chamán	Subterránea	9198675	668963
200	Chamán	Subterránea	9198738	668948
201	Chamán	Subterránea	9198722	668976
202	Chamán	Subterránea	9198687	669071
203	Chamán	Subterránea	9198744	669070
204	Chamán	Subterránea	9198610	667851
205	Chamán	Subterránea	9198389	669434
206	Chamán	Subterránea	9198449	669467
207	Chamán	Subterránea	9198411	669384
208	Chamán	Subterránea	9198472	669415

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
209	Chamán	Subterránea	9198418	669459
210	Chamán	Subterránea	9198526	669781
211	Chamán	Subterránea	9198529	669783
212	Chamán	Subterránea	9198500	669815
213	Chamán	Subterránea	9198362	670119
214	Chamán	Subterránea	9198274	670300
215	Chamán	Subterránea	9197840	671064
216	Chamán	Subterránea	9199990	668744
217	Chamán	Subterránea	9199975	668780
218	Chamán	Subterránea	9199945	668827
219	Chamán	Subterránea	9199902	668867
220	Chamán	Subterránea	9199883	668808
221	Chamán	Subterránea	9199952	668746
222	Chamán	Subterránea	9199819	668691
223	Chamán	Subterránea	9199830	668687
224	Chamán	Subterránea	9199852	668691
225	Chamán	Subterránea	9199926	668701
226	Chamán	Subterránea	9199909	668926
227	Chamán	Subterránea	9199887	668937
228	Chamán	Subterránea	9199935	668960
229	Chamán	Subterránea	9199914	669003
230	Chamán	Subterránea	9199894	669050
231	Chamán	Subterránea	9199876	669093
232	Chamán	Subterránea	9199856	668963
233	Chamán	Subterránea	9199768	668843
234	Chamán	Subterránea	9199804	668771
235	Chamán	Subterránea	9199817	668842
236	Chamán	Subterránea	9199997	668947
237	Chamán	Subterránea	9200065	668947
238	Chamán	Subterránea	9200072	668954
239	Chamán	Subterránea	9200089	668962
240	Chamán	Subterránea	9200098	668966
241	Chamán	Subterránea	9200104	668967
242	Chamán	Subterránea	9200114	668978
243	Chamán	Subterránea	9200134	668979
244	Chamán	Subterránea	9200205	668893
245	Chamán	Subterránea	9200149	668991
246	Chamán	Subterránea	9200111	669025
247	Chamán	Subterránea	9200106	669023
248	Chamán	Subterránea	9200124	669034
249	Chamán	Subterránea	9200085	669010
250	Chamán	Subterránea	9200113	669060

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
251	Chamán	Subterránea	9200053	668997
252	Chamán	Subterránea	9200049	669025
253	Chamán	Subterránea	9200074	669048
254	Chamán	Subterránea	9200049	668990
255	Chamán	Subterránea	9200007	668996
256	Chamán	Subterránea	9199936	668563
257	Chamán	Subterránea	9199904	668556
258	Chamán	Subterránea	9199875	668609
259	Chamán	Subterránea	9199975	668510
260	Chamán	Subterránea	9199956	668513
261	Chamán	Subterránea	9199956	668524
262	Chamán	Subterránea	9200345	669052
263	Chamán	Subterránea	9200311	669122
264	Chamán	Subterránea	9200340	669155
265	Chamán	Subterránea	9200362	669167
266	Chamán	Subterránea	9200374	669170
267	Chamán	Subterránea	9200330	669168
268	Chamán	Subterránea	9200237	669100
269	Chamán	Subterránea	9200128	669185
270	Chamán	Subterránea	9200116	669149
271	Chamán	Subterránea	9200171	669201
272	Chamán	Subterránea	9200246	669237
273	Chamán	Subterránea	9200276	669181
274	Chamán	Subterránea	9200335	669215
275	Chamán	Subterránea	9200058	669310
276	Chamán	Subterránea	9200021	669327
277	Chamán	Subterránea	9199991	669362
278	Chamán	Subterránea	9199969	669390
279	Chamán	Subterránea	9199923	669485
280	Chamán	Subterránea	9199936	669472
281	Chamán	Subterránea	9200166	669235
282	Chamán	Subterránea	9200045	669161
283	Chamán	Subterránea	9200037	669135
284	Chamán	Subterránea	9200016	669094
285	Chamán	Subterránea	9200033	669057
286	Chamán	Subterránea	9200036	669045
287	Chamán	Subterránea	9200040	669055
288	Chamán	Subterránea	9200028	669065
289	Chamán	Subterránea	9199975	669073
290	Chamán	Subterránea	9200045	669218
291	Chamán	Subterránea	9200038	669226
292	Chamán	Subterránea	9199918	669350

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
293	Chamán	Subterránea	9199840	669324
294	Chamán	Subterránea	9200095	669687
295	Chamán	Subterránea	9200040	669629
296	Chamán	Subterránea	9200065	669736
297	Chamán	Subterránea	9200109	669784
298	Chamán	Subterránea	9199843	669630
299	Chamán	Subterránea	9199891	669589
300	Chamán	Subterránea	9199839	669566
301	Chamán	Subterránea	9199671	669531
302	Chamán	Subterránea	9199696	669483
303	Chamán	Subterránea	9199668	669668
304	Chamán	Subterránea	9199693	669891
305	Chamán	Subterránea	9199887	669361
306	Chamán	Subterránea	9199729	669823
307	Chamán	Subterránea	9199721	669853
308	Chamán	Subterránea	9199737	669877
309	Chamán	Subterránea	9199776	670154
310	Chamán	Subterránea	9199800	670190
311	Chamán	Subterránea	9200130	670607
312	Chamán	Subterránea	9200257	670860
313	Chamán	Subterránea	9202212	669305
314	Chamán	Subterránea	9201571	669281
315	Chamán	Subterránea	9203291	668418
316	Chamán	Subterránea	9203288	668418
317	Chamán	Subterránea	9202246	668811
318	Chamán	Subterránea	9203566	667624
319	Chamán	Subterránea	9201749	669803
320	Chamán	Subterránea	9201840	669789
321	Chamán	Subterránea	9202622	669605
322	Chamán	Subterránea	9201827	669785
323	Chamán	Subterránea	9202535	669773
324	Chamán	Subterránea	9202564	669578
325	Chamán	Subterránea	9202478	669677
326	Chamán	Subterránea	9202470	669737
327	Chamán	Subterránea	9202584	669408
328	Chamán	Subterránea	9202539	669559
329	Chamán	Subterránea	9202495	669403
330	Chamán	Subterránea	9202528	669406
331	Chamán	Subterránea	9202742	669383
332	Chamán	Subterránea	9202442	669389
333	Chamán	Subterránea	9202511	669380
334	Chamán	Subterránea	9202748	669386

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
335	Chamán	Subterránea	9202533	669322
336	Chamán	Subterránea	9202472	669317
337	Chamán	Subterránea	9204576	669281
338	Chamán	Subterránea	9203718	669399
339	Chamán	Subterránea	9203657	669407
340	Chamán	Subterránea	9203558	669405
341	Chamán	Subterránea	9203535	669405
342	Chamán	Subterránea	9203729	669299
343	Chamán	Subterránea	9203776	669097
344	Chamán	Subterránea	9203841	668361
345	Chamán	Subterránea	9203474	668917
346	Chamán	Subterránea	9203932	668243
347	Chamán	Subterránea	9203156	669318
348	Chamán	Subterránea	9203101	669153
349	Chamán	Subterránea	9204022	668100
350	Chamán	Subterránea	9202594	669310
351	Chamán	Subterránea	9203104	669331
352	Chamán	Subterránea	9202594	669272
353	Chamán	Subterránea	9202652	669270
354	Chamán	Subterránea	9202608	669219
355	Chamán	Subterránea	9202523	669230
356	Chamán	Subterránea	9202371	669290
357	Chamán	Subterránea	9202547	669285
358	Chamán	Subterránea	9202471	669144
359	Chamán	Subterránea	9202402	669274
360	Chamán	Subterránea	9202341	669302
361	Chamán	Subterránea	9201710	670340
362	Chamán	Subterránea	9201674	669978
363	Chamán	Subterránea	9202957	668931
364	Chamán	Subterránea	9199403	669661
365	Chamán	Subterránea	9202943	669003
366	Chamán	Subterránea	9198797	669105
367	Chamán	Subterránea	9202833	668529
368	Chamán	Subterránea	9198798	669137
369	Chamán	Subterránea	9202955	668256
370	Chamán	Subterránea	9198819	669175
371	Chamán	Subterránea	9198821	668155
372	Chamán	Subterránea	9202308	669076
373	Chamán	Subterránea	9201182	670849
374	Chamán	Subterránea	9201230	670757
375	Chamán	Subterránea	9201561	670452
376	Chamán	Subterránea	9201785	670094

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
377	Chamán	Subterránea	9201885	670030
378	Chamán	Subterránea	9202001	669899
379	Chamán	Subterránea	9202014	669885
380	Chamán	Subterránea	9202039	669847
381	Chamán	Subterránea	9202034	669886
382	Chamán	Subterránea	9202145	669678
383	Chamán	Subterránea	9202087	669820
384	Chamán	Subterránea	9202107	669783
385	Chamán	Subterránea	9198844	668872
386	Chamán	Subterránea	9198712	670550
387	Chamán	Subterránea	9198937	670409
388	Chamán	Subterránea	9199562	670068
389	Chamán	Subterránea	9199535	670166
390	Chamán	Subterránea	9199622	670170
391	Chamán	Subterránea	9199574	670267
392	Chamán	Subterránea	9199764	670293
393	Chamán	Subterránea	9199767	670338
394	Chamán	Subterránea	9199788	670355
395	Chamán	Subterránea	9199809	670392
396	Chamán	Subterránea	9199821	670405
397	Chamán	Subterránea	9199884	670478
398	Chamán	Subterránea	9199906	670453
399	Chamán	Subterránea	9199894	670406
400	Chamán	Subterránea	9199853	670364
401	Chamán	Subterránea	9199729	670216
402	Chamán	Subterránea	9199687	670153
403	Chamán	Subterránea	9199639	670126
404	Chamán	Subterránea	9199443	669998
405	Chamán	Subterránea	9199261	669592
406	Chamán	Subterránea	9199199	669674
407	Chamán	Subterránea	9199137	669796
408	Chamán	Subterránea	9195603	671168
409	Chamán	Subterránea	9195616	671092
410	Chamán	Subterránea	9197321	671978
411	Chamán	Subterránea	9195813	672451
412	Chamán	Subterránea	9196285	670819
413	Chamán	Subterránea	9196283	670819
414	Chamán	Subterránea	9195806	670895
415	Chamán	Subterránea	9201179	662389
416	Chamán	Subterránea	9201051	662624
417	Chamán	Subterránea	9200534	663198
418	Chamán	Subterránea	9200523	663265

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
419	Chamán	Subterránea	9200444	663283
420	Chamán	Subterránea	9200276	663015
421	Chamán	Subterránea	9200530	662998
422	Chamán	Subterránea	9200242	663378
423	Chamán	Subterránea	9200117	663585
424	Chamán	Subterránea	9200136	663635
425	Chamán	Subterránea	9200117	663879
426	Chamán	Subterránea	9200222	664392
427	Chamán	Subterránea	9199187	665236
428	Chamán	Subterránea	9198957	665323
429	Chamán	Subterránea	9200045	664068
430	Chamán	Subterránea	9198426	665790
431	Chamán	Subterránea	9200226	666559
432	Chamán	Subterránea	9199842	668243
433	Chamán	Subterránea	9199849	668197
434	Chamán	Subterránea	9199808	668230
435	Chamán	Subterránea	9199740	668253
436	Chamán	Subterránea	9199920	668140
437	Chamán	Subterránea	9200002	668186
438	Chamán	Subterránea	9200663	667621
439	Chamán	Subterránea	9200115	668095
440	Chamán	Subterránea	9200044	669021
441	Chamán	Subterránea	9200907	667462
442	Chamán	Subterránea	9200894	667391
443	Chamán	Subterránea	9200887	667397
444	Chamán	Subterránea	9200858	667417
445	Chamán	Subterránea	9200803	667298
446	Chamán	Subterránea	9200745	667255
447	Chamán	Subterránea	9200693	667234
448	Chamán	Subterránea	9201736	667245
449	Chamán	Subterránea	9201767	667224
450	Chamán	Subterránea	9201862	667185
451	Chamán	Subterránea	9201838	667205
452	Chamán	Subterránea	9201881	667202
453	Chamán	Subterránea	9201886	667180
454	Chamán	Subterránea	9202057	667127
455	Chamán	Subterránea	9201929	667078
456	Chamán	Subterránea	9201796	667176
457	Chamán	Subterránea	9201682	667254
458	Chamán	Subterránea	9201771	667197
459	Chamán	Subterránea	9202660	666597
460	Chamán	Subterránea	9201442	667289

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
461	Chamán	Subterránea	9202975	665965
462	Chamán	Subterránea	9201266	667134
463	Chamán	Subterránea	9203020	665933
464	Chamán	Subterránea	9203024	666016
465	Chamán	Subterránea	9203111	665818
466	Chamán	Subterránea	9203206	665705
467	Chamán	Subterránea	9202819	666853
468	Chamán	Subterránea	9202866	666859
469	Chamán	Subterránea	9202816	666879
470	Chamán	Subterránea	9202819	666845
471	Chamán	Subterránea	9202850	666813
472	Chamán	Subterránea	9202874	666834
473	Chamán	Subterránea	9202752	666881
474	Chamán	Subterránea	9202838	666843
475	Chamán	Subterránea	9202805	666977
476	Chamán	Subterránea	9202688	666890
477	Chamán	Subterránea	9202675	666914
478	Chamán	Subterránea	9202790	666957
479	Chamán	Subterránea	9202591	666960
480	Chamán	Subterránea	9200660	666934
481	Chamán	Subterránea	9202456	667016
482	Chamán	Subterránea	9202551	667014
483	Chamán	Subterránea	9202451	667001
484	Chamán	Subterránea	9202418	667005
485	Chamán	Subterránea	9202428	667024
486	Chamán	Subterránea	9202389	667016
487	Chamán	Subterránea	9201921	664105
488	Chamán	Subterránea	9201948	664121
489	Chamán	Subterránea	9201982	664117
490	Chamán	Subterránea	9201857	664128
491	Chamán	Subterránea	9202123	664189
492	Chamán	Subterránea	9202137	664159
493	Chamán	Subterránea	9202134	664106
494	Chamán	Subterránea	9202095	664017
495	Chamán	Subterránea	9202110	664034
496	Chamán	Subterránea	9202126	664114
497	Chamán	Subterránea	9202094	664102
498	Chamán	Subterránea	9202075	664204
499	Chamán	Subterránea	9202902	663186
500	Chamán	Subterránea	9202043	664171
501	Chamán	Subterránea	9201455	662807
502	Chamán	Subterránea	9202044	664075

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
503	Chamán	Subterránea	9202510	663026
504	Chamán	Subterránea	9202464	662809
505	Chamán	Subterránea	9202586	661762
506	Chamán	Subterránea	9202256	662597
507	Chamán	Subterránea	9202287	663037
508	Chamán	Subterránea	9202215	663011
509	Chamán	Subterránea	9202205	663174
510	Chamán	Subterránea	9202183	663184
511	Chamán	Subterránea	9202910	663035
512	Chamán	Subterránea	9202677	662322
513	Chamán	Subterránea	9203126	663297
514	Chamán	Subterránea	9202929	663183
515	Chamán	Subterránea	9201994	664237
516	Chamán	Subterránea	9202915	663594
517	Chamán	Subterránea	9201889	664309
518	Chamán	Subterránea	9201942	664343
519	Chamán	Subterránea	9203282	666756
520	Chamán	Subterránea	9201859	664364
521	Chamán	Subterránea	9203290	666754
522	Chamán	Subterránea	9203184	666792
523	Chamán	Subterránea	9203386	666706
524	Chamán	Subterránea	9203308	666748
525	Chamán	Subterránea	9203525	666682
526	Chamán	Subterránea	9203343	666726
527	Chamán	Subterránea	9203606	666629
528	Chamán	Subterránea	9203469	666686
529	Chamán	Subterránea	9203804	666302
530	Chamán	Subterránea	9203557	666647
531	Chamán	Subterránea	9204048	663889
532	Chamán	Subterránea	9203620	666650
533	Chamán	Subterránea	9204044	663822
534	Chamán	Subterránea	9203640	666620
535	Chamán	Subterránea	9204031	663838
536	Chamán	Subterránea	9203788	666693
537	Chamán	Subterránea	9203980	663822
538	Chamán	Subterránea	9204053	663895
539	Chamán	Subterránea	9203976	663820
540	Chamán	Subterránea	9204067	663896
541	Chamán	Subterránea	9203903	663860
542	Chamán	Subterránea	9204078	663802
543	Chamán	Subterránea	9203980	663643
544	Chamán	Subterránea	9204090	663784

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
545	Chamán	Subterránea	9204433	662851
546	Chamán	Subterránea	9204062	663684
547	Chamán	Subterránea	9204908	662058
548	Chamán	Subterránea	9203871	663994
549	Chamán	Subterránea	9204069	664170
550	Chamán	Subterránea	9204152	663259
551	Chamán	Subterránea	9203999	664242
552	Chamán	Subterránea	9204649	662457
553	Chamán	Subterránea	9204008	664266
554	Chamán	Subterránea	9204123	664332
555	Chamán	Subterránea	9203948	664284
556	Chamán	Subterránea	9204096	664321
557	Chamán	Subterránea	9203996	664300
558	Chamán	Subterránea	9204079	664396
559	Chamán	Subterránea	9204147	664148
560	Chamán	Subterránea	9204008	664349
561	Chamán	Subterránea	9204059	664086
562	Chamán	Subterránea	9204035	664349
563	Chamán	Subterránea	9203566	663919
564	Chamán	Subterránea	9204048	664339
565	Chamán	Subterránea	9203545	663812
566	Chamán	Subterránea	9204066	664323
567	Chamán	Subterránea	9203164	663781
568	Chamán	Subterránea	9204059	664336
569	Chamán	Subterránea	9203170	663987
570	Chamán	Subterránea	9203980	664026
571	Chamán	Subterránea	9203127	664035
572	Chamán	Subterránea	9204060	663799
573	Chamán	Subterránea	9203126	663915
574	Chamán	Subterránea	9204006	663753
575	Chamán	Subterránea	9203063	664116
576	Chamán	Subterránea	9204013	663788
577	Chamán	Subterránea	9202962	664443
578	Chamán	Subterránea	9202860	664220
579	Chamán	Subterránea	9202949	664556
580	Chamán	Subterránea	9202971	664263
581	Chamán	Subterránea	9203023	664568
582	Chamán	Subterránea	9202583	664178
583	Chamán	Subterránea	9203466	664842
584	Chamán	Subterránea	9203546	664679
585	Chamán	Subterránea	9205171	662148
586	Chamán	Subterránea	9203402	664943

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
587	Chamán	Subterránea	9205102	661842
588	Chamán	Subterránea	9205030	662355
589	Chamán	Subterránea	9206156	659074
590	Chamán	Subterránea	9206349	659024
591	Chamán	Subterránea	9206672	659534
592	Chamán	Subterránea	9206035	659407
593	Chamán	Subterránea	9205715	661462
594	Chamán	Subterránea	9205961	661469
595	Chamán	Subterránea	9204787	663197
596	Chamán	Subterránea	9205719	661477
597	Chamán	Subterránea	9205465	661997
598	Chamán	Subterránea	9205847	661695
599	Chamán	Subterránea	9205273	662146
600	Chamán	Subterránea	9205358	662088
601	Chamán	Subterránea	9205010	662273
602	Chamán	Subterránea	9205154	662232
603	Chamán	Subterránea	9204899	662504
604	Chamán	Subterránea	9204960	662402
605	Chamán	Subterránea	9204947	663170
606	Chamán	Subterránea	9204700	663035
607	Chamán	Subterránea	9204777	663795
608	Chamán	Subterránea	9205028	663116
609	Chamán	Subterránea	9207266	663350
610	Chamán	Subterránea	9210456	656583
611	Chamán	Subterránea	9210085	655462
612	Chamán	Subterránea	9210586	655941
613	Chamán	Subterránea	9212967	663189
614	Chamán	Subterránea	9207039	662041
615	Chamán	Subterránea	9205215	665164
616	Chamán	Subterránea	9205311	664975
617	Chamán	Subterránea	9208824	659925
618	Chamán	Subterránea	9205217	664900
619	Chamán	Subterránea	9210264	658651
620	Chamán	Subterránea	9205256	664780
621	Chamán	Subterránea	9210654	667530
622	Chamán	Subterránea	9205301	664606
623	Chamán	Subterránea	9210532	656896
624	Chamán	Subterránea	9205446	664630
625	Chamán	Subterránea	9208229	659957
626	Chamán	Subterránea	9205393	664784
627	Chamán	Subterránea	9208077	659936
628	Chamán	Subterránea	9205396	664779

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
629	Chamán	Subterránea	9208096	659774
630	Chamán	Subterránea	9205276	663937
631	Chamán	Subterránea	9207291	661440
632	Chamán	Subterránea	9205048	664062
633	Chamán	Subterránea	9205752	663753
634	Chamán	Subterránea	9204925	664174
635	Chamán	Subterránea	9204183	670104
636	Chamán	Subterránea	9203896	670248
637	Chamán	Subterránea	9203504	670865
638	Chamán	Subterránea	9203259	670247
639	Chamán	Subterránea	9202747	670126
640	Chamán	Subterránea	9202968	669968
641	Chamán	Subterránea	9202341	670916
642	Chamán	Subterránea	9201994	670972
643	Chamán	Subterránea	9202720	672217
644	Chamán	Subterránea	9202398	672530
645	Chamán	Subterránea	9203306	673823
646	Chamán	Subterránea	9203542	673869
647	Chamán	Subterránea	9204170	673696
648	Chamán	Subterránea	9203901	673286
649	Chamán	Subterránea	9204215	673241
650	Chamán	Subterránea	9203145	672541
651	Chamán	Subterránea	9203735	671029
652	Chamán	Subterránea	9203657	670948
653	Chamán	Subterránea	9201160	671911
654	Chamán	Subterránea	9201215	671947
655	Chamán	Subterránea	9201358	672148
656	Chamán	Subterránea	9201916	672845
657	Chamán	Subterránea	9202007	672834
658	Chamán	Subterránea	9201967	672950
659	Chamán	Subterránea	9202021	673215
660	Chamán	Subterránea	9202006	673199
661	Chamán	Subterránea	9202600	673623
662	Chamán	Subterránea	9199378	677351
663	Chamán	Subterránea	9199523	676994
664	Chamán	Subterránea	9200080	676075
665	Chamán	Subterránea	9197863	676139
666	Chamán	Subterránea	9198927	675853
667	Chamán	Subterránea	9198649	676120
668	Chamán	Subterránea	9202443	673396
669	Chamán	Subterránea	9202417	673394
670	Chamán	Subterránea	9202553	673507

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
671	Chamán	Subterránea	9202612	673541
672	Chamán	Subterránea	9202703	673572
673	Chamán	Subterránea	9203367	673508
674	Chamán	Subterránea	9203399	673429
675	Chamán	Subterránea	9204200	671872
676	Chamán	Subterránea	9204558	672446
677	Chamán	Subterránea	9204363	672724
678	Chamán	Subterránea	9204503	672915
679	Chamán	Subterránea	9195771	677594
680	Chamán	Subterránea	9195873	677581
681	Chamán	Subterránea	9195925	677548
682	Chamán	Subterránea	9196025	677488
683	Chamán	Subterránea	9195965	677360
684	Chamán	Subterránea	9196157	677493
685	Chamán	Subterránea	9196326	677345
686	Chamán	Subterránea	9196366	677401
687	Chamán	Subterránea	9196357	677321
688	Chamán	Subterránea	9196472	677275
689	Chamán	Subterránea	9196567	677244
690	Chamán	Subterránea	9196676	677208
691	Chamán	Subterránea	9197058	676875
692	Chamán	Subterránea	9197962	677217
693	Chamán	Subterránea	9197883	677284
694	Chamán	Subterránea	9198190	677285
695	Chamán	Subterránea	9198155	677277
696	Chamán	Subterránea	9198210	677295
697	Chamán	Subterránea	9198584	677478
698	Chamán	Subterránea	9198673	677504
699	Chamán	Subterránea	9202509	672122
700	Chamán	Subterránea	9201249	671980
701	Chamán	Subterránea	9201148	672018
702	Chamán	Subterránea	9201081	671916
703	Chamán	Subterránea	9200950	671758
704	Chamán	Subterránea	9200808	671400
705	Chamán	Subterránea	9200850	671350
706	Chamán	Subterránea	9201020	671444
707	Chamán	Subterránea	9200734	671489
708	Chamán	Subterránea	9205928	674421
709	Chamán	Subterránea	9205750	674681
710	Chamán	Subterránea	9205908	674992
711	Chamán	Subterránea	9206135	675412
712	Chamán	Subterránea	9205871	675761

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
713	Chamán	Subterránea	9205763	675432
714	Chamán	Subterránea	9205667	675325
715	Chamán	Subterránea	9205637	675334
716	Chamán	Subterránea	9206002	675532
717	Chamán	Subterránea	9206073	675500
718	Chamán	Subterránea	9206169	675574
719	Chamán	Subterránea	9206132	675514
720	Chamán	Subterránea	9200588	675218
721	Chamán	Subterránea	9200420	675415
722	Chamán	Subterránea	9200239	675215
723	Chamán	Subterránea	9205190	674269
724	Chamán	Subterránea	9205214	674310
725	Chamán	Subterránea	9200544	671243
726	Chamán	Subterránea	9200580	671261
727	Chamán	Subterránea	9200592	671221
728	Chamán	Subterránea	9200799	670945
729	Chamán	Subterránea	9200878	670843
730	Chamán	Subterránea	9200738	671574
731	Chamán	Subterránea	9200739	671727
732	Chamán	Subterránea	9200846	671531
733	Chamán	Subterránea	9201336	672254
734	Chamán	Subterránea	9201722	672279
735	Chamán	Subterránea	9205792	674743
736	Chamán	Subterránea	9205249	675020
737	Chamán	Subterránea	9205026	675206
738	Chamán	Subterránea	9205226	675374
739	Chamán	Subterránea	9204963	674701
740	Chamán	Subterránea	9204793	674594
741	Chamán	Subterránea	9204715	674481
742	Chamán	Subterránea	9204718	674381
743	Chamán	Subterránea	9204610	674263
744	Chamán	Subterránea	9204356	673792
745	Chamán	Subterránea	9201506	672349
746	Chamán	Subterránea	9205017	674150
747	Chamán	Subterránea	9205301	668578
748	Chamán	Subterránea	9205232	668595
749	Chamán	Subterránea	9205143	668612
750	Chamán	Subterránea	9205191	668662
751	Chamán	Subterránea	9205410	668667
752	Chamán	Subterránea	9205820	669260
753	Chamán	Subterránea	9205886	669295
754	Chamán	Subterránea	9205302	668639

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
755	Chamán	Subterránea	9205022	668500
756	Chamán	Subterránea	9205001	668584
757	Chamán	Subterránea	9204881	668311
758	Chamán	Subterránea	9205233	669156
759	Chamán	Subterránea	9204905	669844
760	Chamán	Subterránea	9204834	668903
761	Chamán	Subterránea	9204798	668810
762	Chamán	Subterránea	9207668	667298
763	Chamán	Subterránea	9208717	665523
764	Chamán	Subterránea	9209065	665834
765	Chamán	Subterránea	9207071	668454
766	Chamán	Subterránea	9205111	666033
767	Chamán	Subterránea	9205076	666028
768	Chamán	Subterránea	9204966	666252
769	Chamán	Subterránea	9209813	671146
770	Chamán	Subterránea	9205516	666105
771	Chamán	Subterránea	9212290	666361
772	Chamán	Subterránea	9206852	664975
773	Chamán	Subterránea	9211609	664440
774	Chamán	Subterránea	9206729	664153
775	Chamán	Subterránea	9207225	664288
776	Chamán	Subterránea	9209131	662041
777	Chamán	Subterránea	9209694	662677
778	Chamán	Subterránea	9209622	662488
779	Chamán	Subterránea	9207445	663373
780	Chamán	Subterránea	9207887	664213
781	Chamán	Subterránea	9207530	664310
782	Chamán	Subterránea	9208687	663687
783	Chamán	Subterránea	9208582	664581
784	Chamán	Subterránea	9208754	664122
785	Chamán	Subterránea	9208906	664842
786	Chamán	Subterránea	9208274	665668
787	Chamán	Subterránea	9205772	666682
788	Chamán	Subterránea	9206268	667188
789	Chamán	Subterránea	9206423	666895
790	Chamán	Subterránea	9205354	666716
791	Chamán	Subterránea	9209576	665482
792	Chamán	Subterránea	9209573	666288
793	Chamán	Subterránea	9209619	666617
794	Chamán	Subterránea	9215239	662714
795	Chamán	Subterránea	9209794	666356
796	Chamán	Subterránea	9215215	662874

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
797	Chamán	Subterránea	9209961	666533
798	Chamán	Subterránea	9210071	666614
799	Chamán	Subterránea	9210356	666842
800	Chamán	Subterránea	9216180	662576
801	Chamán	Subterránea	9210143	667293
802	Chamán	Subterránea	9208172	672481
803	Chamán	Subterránea	9210861	667078
804	Chamán	Subterránea	9208323	673006
805	Chamán	Subterránea	9210646	667418
806	Chamán	Subterránea	9208371	673153
807	Chamán	Subterránea	9209702	667912
808	Chamán	Subterránea	9208411	673282
809	Chamán	Subterránea	9209643	667901
810	Chamán	Subterránea	9208311	673364
811	Chamán	Subterránea	9208794	668437
812	Chamán	Subterránea	9208156	673406
813	Chamán	Subterránea	9208541	668557
814	Chamán	Subterránea	9208702	673358
815	Chamán	Subterránea	9208226	668289
816	Chamán	Subterránea	9204567	666359
817	Chamán	Subterránea	9205265	665316
818	Chamán	Subterránea	9205531	665312
819	Chamán	Subterránea	9205577	665867
820	Chamán	Subterránea	9206014	665660
821	Chamán	Subterránea	9206325	665199
822	Chamán	Subterránea	9206393	664723
823	Chamán	Subterránea	9206143	664896
824	Chamán	Subterránea	9214946	663011
825	Chamán	Subterránea	9215025	664037
826	Chamán	Subterránea	9215294	664142
827	Chamán	Subterránea	9215113	664491
828	Chamán	Subterránea	9212915	667237
829	Chamán	Subterránea	9212813	667590
830	Chamán	Subterránea	9212676	667667
831	Chamán	Subterránea	9212568	673521
832	Chamán	Subterránea	9212275	673289
833	Chamán	Subterránea	9210585	671553
834	Chamán	Subterránea	9212617	673199
835	Chamán	Subterránea	9213184	665649
836	Chamán	Subterránea	9212255	673054
837	Chamán	Subterránea	9209313	670118
838	Chamán	Subterránea	9211987	673032

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
839	Chamán	Subterránea	9211716	673419
840	Chamán	Subterránea	9214552	664136
841	Chamán	Subterránea	9216391	664826
842	Chamán	Subterránea	9213076	666146
843	Chamán	Subterránea	9213196	666093
844	Chamán	Subterránea	9213502	666919
845	Chamán	Subterránea	9213592	666679
846	Chamán	Subterránea	9213033	668075
847	Chamán	Subterránea	9213025	667567
848	Chamán	Subterránea	9209494	671888
849	Chamán	Subterránea	9212944	668014
850	Chamán	Subterránea	9209640	672187
851	Chamán	Subterránea	9209769	672110
852	Chamán	Subterránea	9209774	672299
853	Chamán	Subterránea	9209715	672311
854	Chamán	Subterránea	9211047	673910
855	Chamán	Subterránea	9210517	672498
856	Chamán	Subterránea	9206692	674841
857	Chamán	Subterránea	9207369	676043
858	Chamán	Subterránea	9212057	668623
859	Chamán	Subterránea	9212353	668439
860	Chamán	Subterránea	9211665	668238
861	Chamán	Subterránea	9211897	668827
862	Chamán	Subterránea	9212607	667893
863	Chamán	Subterránea	9206253	673027
864	Chamán	Subterránea	9207750	677180
865	Chamán	Subterránea	9207670	677177
866	Chamán	Subterránea	9208490	678697
867	Chamán	Subterránea	9209243	678364
868	Chamán	Subterránea	9208737	679019
869	Chamán	Subterránea	9208789	678990
870	Chamán	Subterránea	9209968	682407
871	Chamán	Subterránea	9209900	682436
872	Chamán	Subterránea	9209924	681392
873	Chamán	Subterránea	9209791	680930
874	Chamán	Subterránea	9209575	671097
875	Chamán	Subterránea	9209895	671233
876	Chamán	Subterránea	9209948	670978
877	Chamán	Subterránea	9213209	672010
878	Chamán	Subterránea	9213138	672010
879	Chamán	Subterránea	9211988	670753
880	Chamán	Subterránea	9211977	670376

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
881	Chamán	Subterránea	9211689	669953
882	Chamán	Subterránea	9211448	669455
883	Chamán	Subterránea	9211249	669651
884	Chamán	Subterránea	9210886	669206
885	Chamán	Subterránea	9211570	670746
886	Chamán	Subterránea	9211617	670501
887	Chamán	Subterránea	9212010	671912
888	Chamán	Subterránea	9211886	672007
889	Chamán	Subterránea	9211630	671748
890	Chamán	Subterránea	9211603	671647
891	Chamán	Subterránea	9211566	671567
892	Chamán	Subterránea	9211006	671192
893	Chamán	Subterránea	9211017	670596
894	Chamán	Subterránea	9208354	672173
895	Chamán	Subterránea	9205806	673382
896	Chamán	Subterránea	9208497	671830
897	Chamán	Subterránea	9207448	672068
898	Chamán	Subterránea	9207382	671661
899	Chamán	Subterránea	9207426	671094
900	Chamán	Subterránea	9207245	671165
901	Chamán	Subterránea	9207065	669575
902	Chamán	Subterránea	9206615	668944
903	Chamán	Subterránea	9207385	669167
904	Chamán	Subterránea	9207208	669936
905	Chamán	Subterránea	9207515	669867
906	Chamán	Subterránea	9208649	671830
907	Chamán	Subterránea	9208138	668540
908	Chamán	Subterránea	9208639	668666
909	Chamán	Subterránea	9208593	668747
910	Chamán	Subterránea	9209072	668928
911	Chamán	Subterránea	9206276	673459
912	Chamán	Subterránea	9206280	673402
913	Chamán	Subterránea	9206266	673931
914	Chamán	Subterránea	9207183	674310
915	Chamán	Subterránea	9207065	673745
916	Chamán	Subterránea	9206476	668591
917	Chamán	Subterránea	9206391	668453
918	Chamán	Subterránea	9207020	668654
919	Chamán	Subterránea	9206939	668920
920	Chamán	Subterránea	9206958	668922
921	Chamán	Subterránea	9206328	669947
922	Chamán	Subterránea	9206948	670086

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
923	Chamán	Subterránea	9207049	670206
924	Chamán	Subterránea	9207063	670242
925	Chamán	Subterránea	9207073	670270
926	Chamán	Subterránea	9207101	669622
927	Chamán	Subterránea	9207180	669967
928	Chamán	Subterránea	9207172	670012
929	Chamán	Subterránea	9207120	670438
930	Chamán	Subterránea	9207075	670419
931	Chamán	Subterránea	9207205	670450
932	Chamán	Subterránea	9207125	670496
933	Chamán	Subterránea	9207122	670577
934	Chamán	Subterránea	9207127	670604
935	Chamán	Subterránea	9207167	670718
936	Chamán	Subterránea	9206669	670241
937	Chamán	Subterránea	9206663	670247
938	Chamán	Subterránea	9206384	670642
939	Chamán	Subterránea	9206516	670646
940	Chamán	Subterránea	9206834	670489
941	Chamán	Subterránea	9206386	671094
942	Chamán	Subterránea	9206148	670242
943	Chamán	Subterránea	9206366	672105
944	Chamán	Subterránea	9206526	672578
945	Chamán	Subterránea	9206541	672005
946	Chamán	Subterránea	9208124	671317
947	Chamán	Subterránea	9208131	671302
948	Chamán	Subterránea	9208225	671324
949	Chamán	Subterránea	9208053	671210
950	Chamán	Subterránea	9208021	671189
951	Chamán	Subterránea	9208084	671081
952	Chamán	Subterránea	9207963	670934
953	Chamán	Subterránea	9207894	679748
954	Chamán	Subterránea	9207925	670739
955	Chamán	Subterránea	9207966	670756
956	Chamán	Subterránea	9208005	670780
957	Chamán	Subterránea	9207922	670921
958	Chamán	Subterránea	9207886	670796
959	Chamán	Subterránea	9206515	672758
960	Chamán	Subterránea	9210636	672613
961	Chamán	Subterránea	9211281	673167
962	Chamán	Subterránea	9211334	673222
963	Chamán	Subterránea	9211432	673359
964	Chamán	Subterránea	9211543	674206

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
965	Chamán	Subterránea	9211602	674468
966	Chamán	Subterránea	9211090	673808
967	Chamán	Subterránea	9211052	673705
968	Chamán	Subterránea	9210946	673639
969	Chamán	Subterránea	9210619	673658
970	Chamán	Subterránea	9208478	670707
971	Chamán	Subterránea	9207831	670494
972	Chamán	Subterránea	9207822	670400
973	Chamán	Subterránea	9207791	670421
974	Chamán	Subterránea	9207831	670259
975	Chamán	Subterránea	9207836	670253
976	Chamán	Subterránea	9207798	670187
977	Chamán	Subterránea	9207784	669972
978	Chamán	Subterránea	9207765	669965
979	Chamán	Subterránea	9207760	668856
980	Chamán	Subterránea	9207775	669898
981	Chamán	Subterránea	9207806	699805
982	Chamán	Subterránea	9207824	669805
983	Chamán	Subterránea	9207841	669567
984	Chamán	Subterránea	9207877	669572
985	Chamán	Subterránea	9207876	669569
986	Chamán	Subterránea	9211221	674243
987	Chamán	Subterránea	9210972	674564
988	Chamán	Subterránea	9210774	674103
989	Chamán	Subterránea	9210877	674029
990	Chamán	Subterránea	9210611	674150
991	Chamán	Subterránea	9207849	669525
992	Chamán	Subterránea	9207849	669504
993	Chamán	Subterránea	9208464	671598
994	Chamán	Subterránea	9208412	671511
995	Chamán	Subterránea	9209823	671268
996	Chamán	Subterránea	9209136	670078
997	Chamán	Subterránea	9209109	670187
998	Chamán	Subterránea	9209188	669976
999	Chamán	Subterránea	9209650	670283
1000	Chamán	Subterránea	9209679	670285
1001	Chamán	Subterránea	9209817	670395
1002	Chamán	Subterránea	9211177	674733
1003	Chamán	Subterránea	9210712	674904
1004	Chamán	Subterránea	9210669	675110
1005	Chamán	Subterránea	9210968	675419
1006	Chamán	Subterránea	9210785	675180

Pozo	Subcuenca	Tipo	Norte	Este
1007	Chamán	Subterránea	9210511	675200
1008	Chamán	Subterránea	9210311	675330
1009	Chamán	Subterránea	9210350	675397
1010	Chamán	Subterránea	9210233	674919
1011	Chamán	Subterránea	9210153	670637
1012	Chamán	Subterránea	9208164	669929
1013	Chamán	Subterránea	9208151	669921
1014	Chamán	Subterránea	9208323	670208
1015	Chamán	Subterránea	9207803	669663
1016	Chamán	Subterránea	9207684	669672
1017	Chamán	Subterránea	9207729	669663
1018	Chamán	Subterránea	9207681	669647
1019	Chamán	Subterránea	9207776	669598
1020	Chamán	Subterránea	9207814	669607
1021	Chamán	Subterránea	9207781	669643

Anexo N°2. Tabla con las coordenadas geográficas correspondientes a la intersección de los pozos inventariados por INGEMMET, (2015) y zona de estudio de la cuenca Chamán.

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
1	1	Chamán	9195136	668823
2	3	Chamán	9196254	668526
3	4	Chamán	9196330	668304
4	5	Chamán	9198819	665810
5	6	Chamán	9196741	668147
6	7	Chamán	9198886	667781
7	7	Chamán	9198886	667781
8	8	Chamán	9195637	668633
9	9	Chamán	9196379	668451
10	11	Chamán	9197114	667927
11	12	Chamán	9198913	665795
12	13	Chamán	9196965	668061
13	14	Chamán	9198932	667713
14	14	Chamán	9198932	667713
15	15	Chamán	9198972	667724
16	15	Chamán	9198972	667724
17	16	Chamán	9198924	667764
18	16	Chamán	9198924	667764
19	17	Chamán	9198926	667772
20	17	Chamán	9198926	667772
21	18	Chamán	9198956	667802
22	18	Chamán	9198956	667802
23	19	Chamán	9198981	667845
24	20	Chamán	9198968	667885
25	20	Chamán	9198968	667885
26	21	Chamán	9199093	667870
27	21	Chamán	9199093	667870
28	22	Chamán	9199051	667841
29	22	Chamán	9199051	667841
30	23	Chamán	9199053	667861
31	25	Chamán	9199028	667868
32	26	Chamán	9199022	667857
33	27	Chamán	9199028	667814
34	27	Chamán	9199028	667814
35	28	Chamán	9199023	667803
36	28	Chamán	9199023	667803
37	29	Chamán	9199021	667797
38	29	Chamán	9199021	667797
39	30	Chamán	9199035	667751

N° Pozo Intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
40	31	Chamán	9199050	667714
41	32	Chamán	9198996	667733
42	32	Chamán	9198996	667733
43	33	Chamán	9198979	667730
44	33	Chamán	9198979	667730
45	34	Chamán	9199014	667723
46	34	Chamán	9199014	667723
47	35	Chamán	9199115	667907
48	35	Chamán	9199115	667907
49	36	Chamán	9199076	667892
50	37	Chamán	9199039	667904
51	38	Chamán	9199037	667896
52	38	Chamán	9199037	667896
53	39	Chamán	9199098	667924
54	39	Chamán	9199098	667924
55	40	Chamán	9199089	667917
56	41	Chamán	9199014	667899
57	41	Chamán	9199014	667899
58	42	Chamán	9198999	667907
59	42	Chamán	9198999	667907
60	43	Chamán	9198979	667909
61	43	Chamán	9198979	667909
62	44	Chamán	9198995	667917
63	44	Chamán	9198995	667917
64	45	Chamán	9199026	667933
65	46	Chamán	9198753	667934
66	47	Chamán	9198700	667948
67	48	Chamán	9198871	667805
68	49	Chamán	9198837	667796
69	50	Chamán	9198933	667823
70	51	Chamán	9198935	667904
71	56	Chamán	9198940	667861
72	57	Chamán	9198954	667906
73	57	Chamán	9198954	667906
74	58	Chamán	9198771	667878
75	60	Chamán	9198740	667902
76	61	Chamán	9198685	667938
77	64	Chamán	9199142	667921
78	65	Chamán	9199677	667630
79	67	Chamán	9199188	666769
80	68	Chamán	9199215	666501
81	84	Chamán	9200480	667987

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
82	85	Chamán	9200048	668287
83	86	Chamán	9200066	668281
84	87	Chamán	9200341	668126
85	88	Chamán	9200468	668036
86	89	Chamán	9200449	668047
87	89	Chamán	9200449	668047
88	90	Chamán	9200437	668050
89	90	Chamán	9200437	668050
90	91	Chamán	9200428	668058
91	91	Chamán	9200428	668058
92	92	Chamán	9200381	668094
93	93	Chamán	9200370	668104
94	94	Chamán	9200446	668088
95	94	Chamán	9200446	668088
96	95	Chamán	9200498	668070
97	95	Chamán	9200498	668070
98	96	Chamán	9200205	668539
99	97	Chamán	9200457	668751
100	98	Chamán	9200445	668762
101	100	Chamán	9200599	669048
102	101	Chamán	9200750	668981
103	102	Chamán	9200785	668991
104	103	Chamán	9200699	669015
105	104	Chamán	9200734	668997
106	111	Chamán	9199241	668022
107	112	Chamán	9199243	668022
108	113	Chamán	9199615	668344
109	114	Chamán	9199610	668344
110	115	Chamán	9199690	668403
111	123	Chamán	9198535	668267
112	126	Chamán	9198638	668044
113	127	Chamán	9198546	668286
114	128	Chamán	9198537	668280
115	131	Chamán	9198536	669064
116	132	Chamán	9198393	669129
117	134	Chamán	9198591	668091
118	135	Chamán	9198638	668079
119	143	Chamán	9198502	668395
120	146	Chamán	9198563	668431
121	147	Chamán	9198528	668437
122	148	Chamán	9198513	668414
123	149	Chamán	9198564	668455

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
124	150	Chamán	9198576	668418
125	152	Chamán	9198663	668529
126	153	Chamán	9198632	665804
127	154	Chamán	9198701	668518
128	154	Chamán	9198701	668518
129	155	Chamán	9198705	668499
130	155	Chamán	9198705	668499
131	156	Chamán	9198438	668499
132	160	Chamán	9198445	668470
133	162	Chamán	9198458	668496
134	165	Chamán	9198673	668643
135	172	Chamán	9198451	668646
136	172	Chamán	9198451	668646
137	173	Chamán	9198502	668693
138	174	Chamán	9198483	668641
139	175	Chamán	9198464	668702
140	176	Chamán	9198491	668662
141	176	Chamán	9198491	668662
142	180	Chamán	9198705	668775
143	183	Chamán	9198744	668903
144	192	Chamán	9198703	668906
145	194	Chamán	9198746	668777
146	197	Chamán	9198667	668938
147	199	Chamán	9198675	668963
148	200	Chamán	9198738	668948
149	203	Chamán	9198744	669070
150	205	Chamán	9198389	669434
151	206	Chamán	9198449	669467
152	207	Chamán	9198411	669384
153	208	Chamán	9198472	669415
154	209	Chamán	9198418	669459
155	213	Chamán	9198362	670119
156	214	Chamán	9198274	670300
157	215	Chamán	9197840	671064
158	216	Chamán	9199990	668744
159	216	Chamán	9199990	668744
160	217	Chamán	9199975	668780
161	217	Chamán	9199975	668780
162	220	Chamán	9199883	668808
163	221	Chamán	9199952	668746
164	221	Chamán	9199952	668746
165	222	Chamán	9199819	668691

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
166	222	Chamán	9199819	668691
167	223	Chamán	9199830	668687
168	223	Chamán	9199830	668687
169	224	Chamán	9199852	668691
170	224	Chamán	9199852	668691
171	225	Chamán	9199926	668701
172	225	Chamán	9199926	668701
173	226	Chamán	9199909	668926
174	226	Chamán	9199909	668926
175	227	Chamán	9199887	668937
176	227	Chamán	9199887	668937
177	228	Chamán	9199935	668960
178	229	Chamán	9199914	669003
179	229	Chamán	9199914	669003
180	231	Chamán	9199876	669093
181	232	Chamán	9199856	668963
182	234	Chamán	9199804	668771
183	234	Chamán	9199804	668771
184	237	Chamán	9200065	668947
185	237	Chamán	9200065	668947
186	238	Chamán	9200072	668954
187	238	Chamán	9200072	668954
188	239	Chamán	9200089	668962
189	239	Chamán	9200089	668962
190	240	Chamán	9200098	668966
191	240	Chamán	9200098	668966
192	241	Chamán	9200104	668967
193	241	Chamán	9200104	668967
194	242	Chamán	9200114	668978
195	242	Chamán	9200114	668978
196	243	Chamán	9200134	668979
197	243	Chamán	9200134	668979
198	244	Chamán	9200205	668893
199	245	Chamán	9200149	668991
200	245	Chamán	9200149	668991
201	246	Chamán	9200111	669025
202	246	Chamán	9200111	669025
203	247	Chamán	9200106	669023
204	247	Chamán	9200106	669023
205	248	Chamán	9200124	669034
206	248	Chamán	9200124	669034
207	249	Chamán	9200085	669010

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
208	249	Chamán	9200085	669010
209	250	Chamán	9200113	669060
210	250	Chamán	9200113	669060
211	251	Chamán	9200053	668997
212	251	Chamán	9200053	668997
213	252	Chamán	9200049	669025
214	252	Chamán	9200049	669025
215	253	Chamán	9200074	669048
216	253	Chamán	9200074	669048
217	254	Chamán	9200049	668990
218	254	Chamán	9200049	668990
219	255	Chamán	9200007	668996
220	255	Chamán	9200007	668996
221	256	Chamán	9199936	668563
222	257	Chamán	9199904	668556
223	257	Chamán	9199904	668556
224	258	Chamán	9199875	668609
225	258	Chamán	9199875	668609
226	262	Chamán	9200345	669052
227	263	Chamán	9200311	669122
228	263	Chamán	9200311	669122
229	264	Chamán	9200340	669155
230	264	Chamán	9200340	669155
231	265	Chamán	9200362	669167
232	265	Chamán	9200362	669167
233	266	Chamán	9200374	669170
234	266	Chamán	9200374	669170
235	267	Chamán	9200330	669168
236	267	Chamán	9200330	669168
237	268	Chamán	9200237	669100
238	268	Chamán	9200237	669100
239	269	Chamán	9200128	669185
240	269	Chamán	9200128	669185
241	270	Chamán	9200116	669149
242	270	Chamán	9200116	669149
243	271	Chamán	9200171	669201
244	272	Chamán	9200246	669237
245	272	Chamán	9200246	669237
246	273	Chamán	9200276	669181
247	273	Chamán	9200276	669181
248	274	Chamán	9200335	669215
249	274	Chamán	9200335	669215

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	NORTE	ESTE
250	275	Chamán	9200058	669310
251	276	Chamán	9200021	669327
252	277	Chamán	9199991	669362
253	278	Chamán	9199969	669390
254	279	Chamán	9199923	669485
255	280	Chamán	9199936	669472
256	281	Chamán	9200166	669235
257	281	Chamán	9200166	669235
258	282	Chamán	9200045	669161
259	282	Chamán	9200045	669161
260	283	Chamán	9200037	669135
261	283	Chamán	9200037	669135
262	284	Chamán	9200016	669094
263	285	Chamán	9200033	669057
264	285	Chamán	9200033	669057
265	286	Chamán	9200036	669045
266	286	Chamán	9200036	669045
267	287	Chamán	9200040	669055
268	287	Chamán	9200040	669055
269	288	Chamán	9200028	669065
270	288	Chamán	9200028	669065
271	290	Chamán	9200045	669218
272	291	Chamán	9200038	669226
273	292	Chamán	9199918	669350
274	294	Chamán	9200095	669687
275	295	Chamán	9200040	669629
276	296	Chamán	9200065	669736
277	298	Chamán	9199843	669630
278	299	Chamán	9199891	669589
279	300	Chamán	9199839	669566
280	301	Chamán	9199671	669531
281	302	Chamán	9199696	669483
282	304	Chamán	9199693	669891
283	306	Chamán	9199729	669823
284	307	Chamán	9199721	669853
285	308	Chamán	9199737	669877
286	309	Chamán	9199776	670154
287	310	Chamán	9199800	670190
288	313	Chamán	9202212	669305
289	314	Chamán	9201571	669281
290	315	Chamán	9203291	668418
291	316	Chamán	9203288	668418

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
292	316	Chamán	9203288	668418
293	317	Chamán	9202246	668811
294	318	Chamán	9203566	667624
295	319	Chamán	9201749	669803
296	320	Chamán	9201840	669789
297	322	Chamán	9201827	669785
298	325	Chamán	9202478	669677
299	326	Chamán	9202470	669737
300	327	Chamán	9202584	669408
301	329	Chamán	9202495	669403
302	330	Chamán	9202528	669406
303	331	Chamán	9202742	669383
304	333	Chamán	9202511	669380
305	335	Chamán	9202533	669322
306	336	Chamán	9202472	669317
307	337	Chamán	9204576	669281
308	338	Chamán	9203718	669399
309	339	Chamán	9203657	669407
310	340	Chamán	9203558	669405
311	341	Chamán	9203535	669405
312	342	Chamán	9203729	669299
313	343	Chamán	9203776	669097
314	344	Chamán	9203841	668361
315	344	Chamán	9203841	668361
316	345	Chamán	9203474	668917
317	346	Chamán	9203932	668243
318	346	Chamán	9203932	668243
319	347	Chamán	9203156	669318
320	348	Chamán	9203101	669153
321	349	Chamán	9204022	668100
322	350	Chamán	9202594	669310
323	352	Chamán	9202594	669272
324	353	Chamán	9202652	669270
325	354	Chamán	9202608	669219
326	355	Chamán	9202523	669230
327	357	Chamán	9202547	669285
328	358	Chamán	9202471	669144
329	359	Chamán	9202402	669274
330	361	Chamán	9201710	670340
331	363	Chamán	9202957	668931
332	366	Chamán	9198797	669105
333	368	Chamán	9198798	669137

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
334	369	Chamán	9202955	668256
335	370	Chamán	9198819	669175
336	376	Chamán	9201230	670757
337	377	Chamán	9201561	670452
338	379	Chamán	9201885	670030
339	380	Chamán	9202001	669899
340	381	Chamán	9202014	669885
341	382	Chamán	9202039	669847
342	383	Chamán	9202034	669886
343	384	Chamán	9202145	669678
344	385	Chamán	9202087	669820
345	386	Chamán	9202107	669783
346	390	Chamán	9199562	670068
347	394	Chamán	9199764	670293
348	395	Chamán	9199767	670338
349	396	Chamán	9199788	670355
350	397	Chamán	9199809	670392
351	398	Chamán	9199821	670405
352	401	Chamán	9199894	670406
353	402	Chamán	9199853	670364
354	403	Chamán	9199729	670216
355	404	Chamán	9199687	670153
356	405	Chamán	9199639	670126
357	408	Chamán	9199199	669674
358	408	Chamán	9199199	669674
359	411	Chamán	9195616	671092
360	413	Chamán	9195813	672451
361	416	Chamán	9195806	670895
362	417	Chamán	9201179	662389
363	417	Chamán	9201179	662389
364	422	Chamán	9200276	663015
365	423	Chamán	9200530	662998
366	424	Chamán	9200242	663378
367	430	Chamán	9198957	665323
368	432	Chamán	9198426	665790
369	433	Chamán	9200226	666559
370	434	Chamán	9199842	668243
371	435	Chamán	9199849	668197
372	436	Chamán	9199808	668230
373	437	Chamán	9199740	668253
374	439	Chamán	9200002	668186
375	441	Chamán	9200115	668095

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
376	442	Chamán	9200044	669021
377	442	Chamán	9200044	669021
378	443	Chamán	9200907	667462
379	444	Chamán	9200894	667391
380	445	Chamán	9200887	667397
381	446	Chamán	9200858	667417
382	447	Chamán	9200803	667298
383	448	Chamán	9200745	667255
384	449	Chamán	9200693	667234
385	457	Chamán	9201929	667078
386	461	Chamán	9202660	666597
387	462	Chamán	9201442	667289
388	464	Chamán	9201266	667134
389	469	Chamán	9202819	666853
390	469	Chamán	9202819	666853
391	470	Chamán	9202866	666859
392	471	Chamán	9202816	666879
393	472	Chamán	9202819	666845
394	472	Chamán	9202819	666845
395	473	Chamán	9202850	666813
396	473	Chamán	9202850	666813
397	474	Chamán	9202874	666834
398	475	Chamán	9202752	666881
399	475	Chamán	9202752	666881
400	476	Chamán	9202838	666843
401	478	Chamán	9202688	666890
402	479	Chamán	9202675	666914
403	479	Chamán	9202675	666914
404	481	Chamán	9202591	666960
405	481	Chamán	9202591	666960
406	483	Chamán	9202456	667016
407	484	Chamán	9202551	667014
408	484	Chamán	9202551	667014
409	485	Chamán	9202451	667001
410	486	Chamán	9202418	667005
411	486	Chamán	9202418	667005
412	487	Chamán	9202428	667024
413	487	Chamán	9202428	667024
414	488	Chamán	9202389	667016
415	488	Chamán	9202389	667016
416	496	Chamán	9202095	664017
417	496	Chamán	9202095	664017

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
418	497	Chamán	9202110	664034
419	501	Chamán	9202902	663186
420	503	Chamán	9201455	662807
421	504	Chamán	9202044	664075
422	505	Chamán	9202510	663026
423	506	Chamán	9202464	662809
424	509	Chamán	9202287	663037
425	510	Chamán	9202215	663011
426	514	Chamán	9202677	662322
427	515	Chamán	9203126	663297
428	516	Chamán	9202929	663183
429	518	Chamán	9202915	663594
430	521	Chamán	9203282	666756
431	521	Chamán	9203282	666756
432	523	Chamán	9203290	666754
433	524	Chamán	9203184	666792
434	526	Chamán	9203308	666748
435	531	Chamán	9203804	666302
436	534	Chamán	9203620	666650
437	535	Chamán	9204044	663822
438	537	Chamán	9204031	663838
439	537	Chamán	9204031	663838
440	538	Chamán	9203788	666693
441	543	Chamán	9203903	663860
442	544	Chamán	9204078	663802
443	545	Chamán	9203980	663643
444	546	Chamán	9204090	663784
445	548	Chamán	9204062	663684
446	549	Chamán	9204908	662058
447	553	Chamán	9203999	664242
448	555	Chamán	9204008	664266
449	556	Chamán	9204123	664332
450	557	Chamán	9203948	664284
451	558	Chamán	9204096	664321
452	559	Chamán	9203996	664300
453	560	Chamán	9204079	664396
454	561	Chamán	9204147	664148
455	562	Chamán	9204008	664349
456	564	Chamán	9204035	664349
457	566	Chamán	9204048	664339
458	567	Chamán	9203545	663812
459	568	Chamán	9204066	664323

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
460	570	Chamán	9204059	664336
461	571	Chamán	9203170	663987
462	574	Chamán	9204060	663799
463	575	Chamán	9203126	663915
464	576	Chamán	9204006	663753
465	576	Chamán	9204006	663753
466	578	Chamán	9204013	663788
467	578	Chamán	9204013	663788
468	581	Chamán	9202949	664556
469	583	Chamán	9203023	664568
470	584	Chamán	9202583	664178
471	587	Chamán	9205171	662148
472	589	Chamán	9205102	661842
473	590	Chamán	9205030	662355
474	591	Chamán	9206156	659074
475	592	Chamán	9206349	659024
476	593	Chamán	9206672	659534
477	594	Chamán	9206035	659407
478	596	Chamán	9205961	661469
479	597	Chamán	9204787	663197
480	597	Chamán	9204787	663197
481	601	Chamán	9205273	662146
482	602	Chamán	9205358	662088
483	603	Chamán	9205010	662273
484	604	Chamán	9205154	662232
485	605	Chamán	9204899	662504
486	606	Chamán	9204960	662402
487	608	Chamán	9204700	663035
488	612	Chamán	9210456	656583
489	616	Chamán	9210586	655941
490	617	Chamán	9212967	663189
491	629	Chamán	9208824	659925
492	630	Chamán	9205217	664900
493	631	Chamán	9210264	658651
494	632	Chamán	9205256	664780
495	633	Chamán	9210654	667530
496	634	Chamán	9205301	664606
497	635	Chamán	9210532	656896
498	638	Chamán	9205393	664784
499	640	Chamán	9205396	664779
500	645	Chamán	9205752	663753
501	646	Chamán	9204925	664174

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
502	647	Chamán	9204183	670104
503	648	Chamán	9203896	670248
504	651	Chamán	9202747	670126
505	652	Chamán	9202968	669968
506	654	Chamán	9201994	670972
507	655	Chamán	9202720	672217
508	657	Chamán	9203306	673823
509	658	Chamán	9203542	673869
510	659	Chamán	9204170	673696
511	660	Chamán	9203901	673286
512	661	Chamán	9204215	673241
513	662	Chamán	9203145	672541
514	664	Chamán	9203657	670948
515	665	Chamán	9201160	671911
516	666	Chamán	9201215	671947
517	667	Chamán	9201358	672148
518	668	Chamán	9201916	672845
519	669	Chamán	9202007	672834
520	670	Chamán	9201967	672950
521	674	Chamán	9199378	677351
522	675	Chamán	9199523	676994
523	678	Chamán	9198927	675853
524	679	Chamán	9198649	676120
525	680	Chamán	9202443	673396
526	681	Chamán	9202417	673394
527	682	Chamán	9202553	673507
528	683	Chamán	9202612	673541
529	685	Chamán	9203367	673508
530	686	Chamán	9203399	673429
531	687	Chamán	9204200	671872
532	688	Chamán	9204558	672446
533	689	Chamán	9204363	672724
534	690	Chamán	9204503	672915
535	691	Chamán	9195771	677594
536	695	Chamán	9195965	677360
537	701	Chamán	9196567	677244
538	702	Chamán	9196676	677208
539	703	Chamán	9197058	676875
540	704	Chamán	9197962	677217
541	705	Chamán	9197883	677284
542	706	Chamán	9198190	677285
543	707	Chamán	9198155	677277

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
544	708	Chamán	9198210	677295
545	712	Chamán	9201249	671980
546	715	Chamán	9200950	671758
547	718	Chamán	9201020	671444
548	719	Chamán	9200734	671489
549	720	Chamán	9205928	674421
550	721	Chamán	9205750	674681
551	722	Chamán	9205908	674992
552	726	Chamán	9205667	675325
553	727	Chamán	9205637	675334
554	728	Chamán	9206002	675532
555	729	Chamán	9206073	675500
556	730	Chamán	9206169	675574
557	731	Chamán	9206132	675514
558	735	Chamán	9205190	674269
559	736	Chamán	9205214	674310
560	738	Chamán	9200580	671261
561	739	Chamán	9200592	671221
562	740	Chamán	9200799	670945
563	742	Chamán	9200738	671574
564	743	Chamán	9200739	671727
565	744	Chamán	9200846	671531
566	746	Chamán	9201722	672279
567	747	Chamán	9205792	674743
568	748	Chamán	9205249	675020
569	750	Chamán	9205226	675374
570	751	Chamán	9204963	674701
571	752	Chamán	9204793	674594
572	754	Chamán	9204718	674381
573	755	Chamán	9204610	674263
574	756	Chamán	9204356	673792
575	757	Chamán	9201506	672349
576	758	Chamán	9205017	674150
577	759	Chamán	9205301	668578
578	760	Chamán	9205232	668595
579	761	Chamán	9205143	668612
580	762	Chamán	9205191	668662
581	763	Chamán	9205410	668667
582	764	Chamán	9205820	669260
583	765	Chamán	9205886	669295
584	766	Chamán	9205302	668639
585	767	Chamán	9205022	668500

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
586	768	Chamán	9205001	668584
587	769	Chamán	9204881	668311
588	770	Chamán	9205233	669156
589	772	Chamán	9204834	668903
590	773	Chamán	9204798	668810
591	774	Chamán	9207668	667298
592	775	Chamán	9208717	665523
593	776	Chamán	9209065	665834
594	777	Chamán	9207071	668454
595	778	Chamán	9205111	666033
596	779	Chamán	9205076	666028
597	780	Chamán	9204966	666252
598	781	Chamán	9209813	671146
599	784	Chamán	9206852	664975
600	785	Chamán	9211609	664440
601	788	Chamán	9207225	664288
602	790	Chamán	9209131	662041
603	792	Chamán	9209694	662677
604	794	Chamán	9209622	662488
605	796	Chamán	9207445	663373
606	798	Chamán	9207887	664213
607	800	Chamán	9207530	664310
608	802	Chamán	9208687	663687
609	804	Chamán	9208582	664581
610	806	Chamán	9208754	664122
611	808	Chamán	9208906	664842
612	814	Chamán	9206268	667188
613	816	Chamán	9206423	666895
614	820	Chamán	9209576	665482
615	822	Chamán	9209573	666288
616	824	Chamán	9209619	666617
617	825	Chamán	9215239	662714
618	826	Chamán	9209794	666356
619	827	Chamán	9215215	662874
620	828	Chamán	9209961	666533
621	830	Chamán	9210071	666614
622	832	Chamán	9210356	666842
623	833	Chamán	9216180	662576
624	835	Chamán	9208172	672481
625	836	Chamán	9210861	667078
626	837	Chamán	9208323	673006
627	838	Chamán	9210646	667418

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
628	839	Chamán	9208371	673153
629	840	Chamán	9209702	667912
630	841	Chamán	9208411	673282
631	842	Chamán	9209643	667901
632	843	Chamán	9208311	673364
633	844	Chamán	9208794	668437
634	845	Chamán	9208156	673406
635	846	Chamán	9208541	668557
636	847	Chamán	9208702	673358
637	848	Chamán	9208226	668289
638	850	Chamán	9204567	666359
639	856	Chamán	9205577	665867
640	858	Chamán	9206014	665660
641	862	Chamán	9206393	664723
642	864	Chamán	9206143	664896
643	866	Chamán	9214946	663011
644	875	Chamán	9212915	667237
645	877	Chamán	9212813	667590
646	881	Chamán	9212568	673521
647	883	Chamán	9212275	673289
648	884	Chamán	9210585	671553
649	885	Chamán	9212617	673199
650	886	Chamán	9213184	665649
651	887	Chamán	9212255	673054
652	888	Chamán	9209313	670118
653	889	Chamán	9211987	673032
654	890	Chamán	9211716	673419
655	891	Chamán	9214552	664136
656	893	Chamán	9213076	666146
657	894	Chamán	9213196	666093
658	895	Chamán	9213502	666919
659	896	Chamán	9213592	666679
660	897	Chamán	9213033	668075
661	898	Chamán	9213025	667567
662	899	Chamán	9209494	671888
663	901	Chamán	9209640	672187
664	902	Chamán	9209769	672110
665	903	Chamán	9209774	672299
666	904	Chamán	9209715	672311
667	907	Chamán	9206692	674841
668	908	Chamán	9207369	676043
669	910	Chamán	9212353	668439

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
670	912	Chamán	9211897	668827
671	913	Chamán	9212607	667893
672	914	Chamán	9206253	673027
673	918	Chamán	9209243	678364
674	923	Chamán	9209968	682407
675	925	Chamán	9209924	681392
676	926	Chamán	9209791	680930
677	928	Chamán	9209895	671233
678	930	Chamán	9213209	672010
679	931	Chamán	9213138	672010
680	932	Chamán	9211988	670753
681	933	Chamán	9211977	670376
682	934	Chamán	9211689	669953
683	935	Chamán	9211448	669455
684	936	Chamán	9211249	669651
685	938	Chamán	9211570	670746
686	939	Chamán	9211617	670501
687	940	Chamán	9212010	671912
688	941	Chamán	9211886	672007
689	942	Chamán	9211630	671748
690	943	Chamán	9211603	671647
691	944	Chamán	9211566	671567
692	945	Chamán	9211006	671192
693	946	Chamán	9211017	670596
694	947	Chamán	9208354	672173
695	948	Chamán	9205806	673382
696	950	Chamán	9207448	672068
697	951	Chamán	9207382	671661
698	952	Chamán	9207426	671094
699	953	Chamán	9207245	671165
700	954	Chamán	9207065	669575
701	955	Chamán	9206615	668944
702	956	Chamán	9207385	669167
703	957	Chamán	9207208	669936
704	958	Chamán	9207515	669867
705	960	Chamán	9208138	668540
706	961	Chamán	9208639	668666
707	962	Chamán	9208593	668747
708	963	Chamán	9209072	668928
709	964	Chamán	9206276	673459
710	966	Chamán	9206266	673931
711	967	Chamán	9207183	674310

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
712	968	Chamán	9207065	673745
713	969	Chamán	9206476	668591
714	970	Chamán	9206391	668453
715	971	Chamán	9207020	668654
716	972	Chamán	9206939	668920
717	973	Chamán	9206958	668922
718	974	Chamán	9206328	669947
719	975	Chamán	9206948	670086
720	976	Chamán	9207049	670206
721	977	Chamán	9207063	670242
722	978	Chamán	9207073	670270
723	979	Chamán	9207101	669622
724	980	Chamán	9207180	669967
725	981	Chamán	9207172	670012
726	982	Chamán	9207120	670438
727	983	Chamán	9207075	670419
728	984	Chamán	9207205	670450
729	985	Chamán	9207125	670496
730	986	Chamán	9207122	670577
731	987	Chamán	9207127	670604
732	988	Chamán	9207167	670718
733	989	Chamán	9206669	670241
734	990	Chamán	9206663	670247
735	991	Chamán	9206384	670642
736	993	Chamán	9206834	670489
737	994	Chamán	9206386	671094
738	995	Chamán	9206148	670242
739	996	Chamán	9206366	672105
740	997	Chamán	9206526	672578
741	999	Chamán	9208124	671317
742	1000	Chamán	9208131	671302
743	1001	Chamán	9208225	671324
744	1002	Chamán	9208053	671210
745	1003	Chamán	9208021	671189
746	1004	Chamán	9208084	671081
747	1005	Chamán	9207963	670934
748	1008	Chamán	9207925	670739
749	1009	Chamán	9207966	670756
750	1010	Chamán	9208005	670780
751	1011	Chamán	9207922	670921
752	1012	Chamán	9207886	670796
753	1013	Chamán	9206515	672758

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
754	1014	Chamán	9210636	672613
755	1015	Chamán	9211281	673167
756	1016	Chamán	9211334	673222
757	1017	Chamán	9211432	673359
758	1018	Chamán	9211543	674206
759	1019	Chamán	9211602	674468
760	1021	Chamán	9211052	673705
761	1022	Chamán	9210946	673639
762	1023	Chamán	9210619	673658
763	1024	Chamán	9208478	670707
764	1025	Chamán	9207831	670494
765	1026	Chamán	9207822	670400
766	1027	Chamán	9207791	670421
767	1028	Chamán	9207831	670259
768	1029	Chamán	9207836	670253
769	1030	Chamán	9207798	670187
770	1031	Chamán	9207784	669972
771	1032	Chamán	9207765	669965
772	1033	Chamán	9207760	668856
773	1034	Chamán	9207775	669898
774	1036	Chamán	9207824	669805
775	1037	Chamán	9207841	669567
776	1038	Chamán	9207877	669572
777	1039	Chamán	9207876	669569
778	1040	Chamán	9211221	674243
779	1041	Chamán	9210972	674564
780	1042	Chamán	9210774	674103
781	1043	Chamán	9210877	674029
782	1044	Chamán	9210611	674150
783	1045	Chamán	9207849	669525
784	1046	Chamán	9207849	669504
785	1047	Chamán	9208464	671598
786	1049	Chamán	9209823	671268
787	1050	Chamán	9209136	670078
788	1051	Chamán	9209109	670187
789	1052	Chamán	9209188	669976
790	1053	Chamán	9209650	670283
791	1054	Chamán	9209679	670285
792	1055	Chamán	9209817	670395
793	1056	Chamán	9211177	674733
794	1057	Chamán	9210712	674904
795	1061	Chamán	9210511	675200

N° Pozo intersectado	Pozos	Subcuenca	Norte	Este
796	1062	Chamán	9210311	675330
797	1063	Chamán	9210350	675397
798	1064	Chamán	9210233	674919
799	1069	Chamán	9207803	669663
800	1070	Chamán	9207684	669672
801	1071	Chamán	9207729	669663
802	1072	Chamán	9207681	669647
803	1073	Chamán	9207776	669598
804	1074	Chamán	9207814	669607
805	1075	Chamán	9207781	669643