

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Existe varios datos y conceptos de interés que es necesario conocer que están relacionados con el trabajo a desarrollar y para conocerlos se recurrirá a cierta bibliografía existente.

1.1. Cuenca hidrográfica

1.1.1. Concepto cuenca hidrográfica

(Duarte Alarcon, 2015) define el término de cuenca hidrográfica como una unidad territorial que está delimitada por la influencia de un sistema de drenaje superficial, que tiene como límite físico la divisoria de las aguas hasta la confluencia del río principal a otro río mayor, lago o mar, y en la que se interrelacionan sistemáticamente procesos biofísicos, socioeconómico y ambientales. Es un sistema integrado por elementos biológicos, físicos y socioeconómicos que se caracteriza por su dinámica y por la interacción de sus componentes o elementos.

La cuenca hidrográfica es el área de aguas superficiales o subterráneas provenientes de precipitaciones dentro del ciclo hidrológico, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar y se constituye como un componente estructurante para la evaluación del patrimonio natural que ha de ser ordenado, el cual, es primordial para el soporte y desarrollo de la vida. A partir de este componente se establecen interrelaciones e interdependencias entre los elementos geográficos, bióticos, sociales, económicos y culturales, por tanto, es reconocida como un sistema que depende de la oferta, calidad y disposición de los recursos. La cuenca hidrográfica se divide en: cuenca alta, media y baja (Boada Cuevas, 2011).

1.1.2. Subcuenca hidrográfica

Una subcuenca es toda área en la que su drenaje va directamente al río principal de la cuenca. También se puede definir como una subdivisión de la cuenca. Es decir que en una cuenca pueden haber varias sub cuencas (Duarte Alarcon, 2015).

1.1.3. Microcuenca hidrográfica

Una microcuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una subcuenca; o sea que una sub cuenca está dividida en varias microcuencas. Las microcuencas son unidades pequeñas y a su vez son áreas donde se originan quebradas y riachuelos que drenan de las laderas y pendientes altas. También las microcuencas constituyen las unidades adecuadas para la planificación de acciones para su manejo. En la práctica, las microcuencas se inician en la naciente de los pequeños cursos de agua, uniéndose a las otras corrientes hasta constituirse en la cuenca hidrográfica de un río de gran tamaño (Duarte Alarcon, 2015).

1.1.4. Partes de una cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica se define en 3 partes que se detallan a continuación:

- Parte Alta: Corresponde a la zona donde nace el río, el cual se desplaza por una gran pendiente. Presente una gran capacidad de erosión.
- Parte Media: la parte de la cuenca en la que hay un equilibrio entre el material solido que llega traído por la corriente y el material que sale.
- Parte Baja: la parte de la cuenca en la que se llama cono de deyección o en las llanuras aluviales del río.

1.1.5. Componentes de una cuenca hidrográfica

(Duarte Alarcon, 2015) Describe que los componentes de la cuenca hidrográfica se dividen en: biológico, físico y socioeconómico.

- Componente biológico: Es un medio natural compuesto por diferentes elementos que por sus interrelaciones e interacciones mantienen el equilibrio

dinámico de la naturaleza los cuales son: los bosques, los cultivos, vegetación, flora y fauna.

- **Componente físico:** Es un medio natural compuesto por diferentes elementos que por sus interrelaciones e interacciones mantienen el equilibrio dinámico de la naturaleza los cuales son: el agua, el suelo, el subsuelo y el aire.
- **Componente socio-económico:** Son las comunidades que habitan en la cuenca, las que aprovechan y transforman los recursos naturales para su beneficio, construyen obras de infraestructura, de servicio y de producción, los cuales elevan el nivel de vida de estos habitantes.

1.2. Manejo integral de una cuenca

El manejo integral de las cuencas hidrográficas es una parte fundamental de las acciones de gestión ambiental, que busca contrarrestar efectos ambientales negativos y alcanzar efectos ambientales positivos, los cuales puedan ser evaluados por la cantidad, calidad, de los recursos de una cuenca. Busca satisfacer las necesidades del hombre, conservando los recursos naturales encontrados dentro de la cuenca, a fin de poder elevar su calidad de vida en armonía con el medio en el que se desarrollan, mediante la implementación de acciones que permitan lograr un desarrollo sustentable, tanto en la cuenca alta, media y baja. Se trata de alcanzar el bienestar de la población mediante el uso sostenible de los recursos naturales, conservándolos para que los mismos sean aprovechados por las generaciones futuras (Ramirez Lopez, 2015).

1.3. Caracterización biofísica de una cuenca

(Duarte Alarcon, 2015) menciona que la caracterización biofísica de una cuenca hidrográfica se toma en cuenta los siguientes aspectos:

a) Fisiografía y geomorfología: accidentes geográficos (mesetas, valles, lomas, cañones, relieve general) y descripción de paisajes. De ser posible, incluir un mapa fisiográfico y geomorfológico.

b) Zonas de vida: identificar y describir las principales zonas de vida y el área que ocupan. De ser posible incluir un mapa de las zonas de vida.

c) Clima: precipitación mensual, distribución de la precipitación en tiempo y área, distribución mensual de temperatura, humedad relativa, brillo solar, evapotranspiración y vientos.

d) Bosque: se determina área boscosa, cobertura vegetal y el área que ocupa.

e) Suelos: identificar los principales tipos de suelo, área de la cuenca que ocupan y descripción de los mismos. Debe incluir un mapa con los tipos de suelo predominantes.

f) Altitud y Pendiente: clases de topografía (plana, ondulada, fuertemente ondulada, escarpada, muy escarpada) y rangos de altitud, y pendientes. El mapa de pendientes se construye a partir de las curvas a nivel.

g) Uso de la tierra, capacidad de uso de la tierra y conflicto de uso de la tierra: describir los usos de la tierra, la capacidad de uso de la tierra y los conflictos de uso de la tierra, con el área y porcentaje del total de la cuenca asociada a cada uso para determinar sub uso, uso correcto y sobre uso. Debe incluir los tres mapas correspondientes.

h) Síntesis interpretativa de las características biofísicas de la cuenca: resumir de manera analítica las características biofísicas más relevantes de la cuenca, sus interacciones y posibles implicancias.

1.4. Diagnostico biofísico

El diagnóstico biofísico debe evaluar e interpretar el estado o situación de la cuenca, sus problemas, tendencias, potencialidades, limitantes y oportunidades. El diagnóstico biofísico en una cuenca hidrográfica está entonces orientado a identificar, precisar y dimensionar las situaciones que se presenten en el medio biofísico; este análisis nos permite identificar el estado y la tendencia de los componentes ambientales que constituyen el sistema cuenca (Duarte Alarcon, 2015).

Los estudios básicos obtenidos a partir de la caracterización deben interpretarse a fondo para obtener de ellos la información necesaria tendiente a lograr la precisión y dimensionar las situaciones; además proporcionan alternativas de solución para garantizar la modificación favorable del estado (Duarte Alarcon, 2015).

1.5. Cuenca pedagógica

1.5.1. Concepto de cuenca pedagógica

Es un espacio de encuentro social, cultural, entre el saber local de las comunidades dentro la cuenca en relación con la gestión del agua y otros recursos naturales, con el saber académico institucional, en el marco de un proceso de enseñanza y aprendizaje plural intercultural de la Gestión y el Manejo Integral de Cuencas, para generar prácticas, técnicas, formas organizativas y metodologías de gestión concertada de los recursos hídricos (Ruiz Huanca, 2018).

La pedagogía se enfoca en que, los actores locales desarrollen conocimientos (saber) en concomitancia con los valores socio culturales espirituales (ser) para llevar a la práctica lo aprendido (hacer) y asumir (decidir) una posición de gestión social comunitaria del agua, la vegetación y la producción en equilibrio y respeto con los derechos de la madre tierra (Fernandez, 2018).

1.5.2. Organismo de gestión de cuencas (ogc)

Es un mecanismo intercomunal que contribuye al establecimiento de un espacio de concertación que articula a las familias y comunidades campesinas de la cuenca, en una instancia de control social, representativo de las familias y comunidades ante los gobiernos autónomos municipales y oferentes de servicios y una instancia que contribuye a la sostenibilidad de las inversiones GIRH/MIC en microcuencas a través de la apropiación y sensibilización a las comunidades de la cuenca sobre la importancia de continuar con las tareas de mantenimiento, réplica y escalamiento de las prácticas GIRH/MIC en la cuenca (Duarte Alarcon, 2015).

1.6. Cobertura vegetal

A la cobertura vegetal se la puede definir como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisiológicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos (Bennett, 1999).

En la cuenca se encuentran diversos tipos de vegetación, definidos en cierto grado por parámetros físico ambientales, biológicos y edáficos. Los valores de precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial, entre otros parámetros, se usan para delimitar los diferentes tipos de bosque (Bennett, 1999).

El término cobertura se aplica en todo o en parte a algunos atributos de la tierra y que en cierta forma ocupan una porción de su superficie, por estar localizados en ésta, es producto de la acción de factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan y de la acción del hombre sobre el medio (Bennett, 1999).

1.7. Uso actual de la tierra

Varios son los elementos que pueden influir en el uso actual de la tierra y en su resultado concreto en el paisaje agrario. Unos dependen de la naturaleza y otros del hombre. Los elementos físicos que condicionan el uso de la tierra son el clima, el relieve y el suelo. En el clima participan la temperatura y la lluvia, su reparto y cantidad en el año, la evaporación y el grado de humedad. El relieve introduce la variable altitud con la que disminuye la temperatura e interviene en la distribución de la lluvia; las pendientes fuertes aumentan la erosión y retienen menor cantidad de agua en el suelo. El suelo, soporte principal de la actividad agrícola, tiene una gran importancia, ya que si es muy arenoso pierde rápidamente el agua, si es muy impermeable puede empantanarla, también se debe considerar su constitución química. El hombre modifica los aspectos físicos del paisaje por medio de los sistemas agrícolas; por ejemplo, si se practica la rotación de cultivos o no, con o sin

barbechos, si se trabaja en forma individual o colectiva, con o sin maquinaria, si se prefiere el monocultivo o el policultivo. La estructura social también influye según el reparto de la propiedad, la forma y las dimensiones de las parcelas y la densidad de la población (Vargas, 1992)

1.8. Caracterización del suelo

El suelo puede definirse, de acuerdo con el glosario de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984), como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo. Es considerado también como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmosfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos (Hiller, 1998; citado por GEOMEXICO, 2004).

1.9. Clima

Síntesis de las condiciones meteorológicas, caracterizado por los estados y las evoluciones del tiempo (representados por estadísticas a largo plazo que muestran los valores medios, varianzas, probabilidades de valores extremos, etc.) en una porción determinada del espacio (WMO – N°182 – 1992; citado por Boada, 2011).

Partiendo de la paleo-climatología es posible observar que durante los distintos periodos geológicos han ocurrido cambios climáticos, de tal forma que hace millones de años el clima era diferente al de la actualidad, sin embargo, es importante anotar que los cambios climáticos han sido poco drásticos, consistiendo más bien en ligeras variaciones u oscilaciones, de hecho, desde el establecimiento de las redes de observaciones meteorológicas apenas se ha observado un incremento de la temperatura media de la Tierra durante el siglo pasado, dato que se confirma al ver la notoria disminución del área ocupada por los glaciales en las grandes cordilleras. El clima de un lugar se define como un conjunto de manifestaciones

meteorológicas y atmosféricas donde interactúan numerosos elementos y factores condicionantes del medio ambiente y para su determinación se emplean los valores medios de los diferentes elementos meteorológicos que han sido medidos durante un periodo de tiempo que, ha de ser mayor a 30 años, según la Conferencia Internacional de Directores de Servicios Meteorológicos celebrada en Varsovia, en 1935. Este espacio de tiempo es necesario especialmente para el estudio de la precipitación (Boada Cuevas, 2011).

1.10. Red de drenaje

La red hidrográfica es un sistema de circulación lineal, jerarquizado y estructurado que asegura el drenaje de una cuenca; especialmente de una cuenca hidrográfica. Se distingue entre la cuenca teórica, que abarca la totalidad de los drenajes, y la cuenca circulante en la que solo se considera la parte recorrida por las arterias funcionales (Duarte Alarcon, 2015).

La jerarquía de la red marca la importancia creciente de sus elementos. La hidromorfometría tiene por objeto precisar esta jerarquía mediante números (Duarte Alarcon, 2015)

1.11. Geología

La geología influye en mayor o menor grado en la generación de diversos eventos de remoción en masa. Entre los factores de esta categoría se cuentan el tipo de depósito y el material que lo compone, su densidad, plasticidad, humedad, permeabilidad; la litología de las rocas, su estructura, alteración y meteorización (Lara Castillo, 2007).

El tipo de depósito condiciona ciertas características en su comportamiento; por ejemplo, los depósitos volcanoclásticos, glaciales, escombros de falda, aluviales, coluviales, y de antiguos flujos son susceptibles a ser movilizados y/o removilizados, ya que son materiales permeables, donde el agua se infiltra fácilmente, superando su capacidad de infiltración y produciendo la saturación rápida y facilitando el escurrimiento rápido del agua en este material saturado.

En general, esto aplica a materiales sueltos, donde se incluyen también depósitos de deslizamientos antiguos y/o desprendimientos y laderas que presenten reptación lenta o solifluxión. Por otro lado, en materiales menos permeables, como aquéllos de grano fino, densos, arcillosos y rocosos con escasas fracturas, el escurrimiento de agua superficial es relativamente más rápido debido a su poca capacidad de infiltración y a la menor rugosidad de sus estructuras (Lara Castillo, 2007).

1.12. Fisiografía

La fisiografía está definida como la descripción de la naturaleza a partir del estudio del relieve y la litosfera, en conjunto con el estudio de la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera. Para llevar a cabo el análisis fisiográfico, se requiere de información acerca de climatología (precipitación, vientos y cambios de temperatura entre otros), geología, geomorfología, y de otros insumos que van cobrando importancia, a medida que el nivel de detalle aumenta como cobertura vegetal y los suelos que hacen parte del paisaje terrestre (Villota, 1992).

A través del tiempo se ha convertido en uno de los estudios de mayor importancia para los recursos naturales, dado la necesidad del hombre por mejorar los conocimientos de la superficie de la tierra y dar así un óptimo uso del suelo para su sustento y desarrollo sostenible (Villota, 1992).

1.13. Herramientas para el estudio de las características biofísicas

1.13.1. ¿Qué es un sistema de información geográfica?

Un SIG es un sistema que permite al usuario integrar y manipular información desde un equipo de cómputo sobreponiendo y relacionando mapas con datos alfanuméricos y espaciales referidos a distintas temáticas pero con un fin en común, dar soluciones a problemáticas manipulando información geográfica. En general, toda información que contenga alguna referencia geográfica implícita o explícita puede integrarse a un SIG (Pineda Rodríguez, 2005).

Son varias las definiciones que en la bibliografía actual se encuentran sobre los SIG y parten de que son programas informáticos de análisis espacial. No son

sólo medios de visualizar datos, sino también medios para trabajar con esos datos y que contando con las variables que describen un espacio, prevén su evolución futura y plantean alternativas que pueden ser evaluadas (Palacio Buendía, 2017).

(Palacio Buendía, 2017) parte de la premisa de que los métodos cuantitativos, posicionan a la geografía como una ciencia capaz de responder a la demanda que se centra en el inventario, cartografía y descripción de los recursos naturales, en el diagnóstico de su estado de conservación y en la propuesta de acción en espacios naturales singulares. Estos autores en su colección de estudios ambientales hacen un compendio de las múltiples aplicaciones relacionadas con el inventario y seguimiento de los espacios naturales. Citan el uso de los SIG para la creación de bases documentales y bancos de datos para la distribución de información, para conseguir la mejora de la calidad de vida de la población en las áreas de influencia de parques naturales, como herramienta multipropósito en los ámbitos de conservación de la naturaleza y del desarrollo sostenible, para cartografiar impactos ocasionados por actividades humanas, entre otros ejemplos señalados que nos dan una visión de la utilidad de esta herramienta, en diferentes ámbitos de investigaciones.

1.13.2. Elementos de un sistema de información geográfica

a). Hardware

- CPU, unidades de memoria.
- Unidades de entrada de datos: digitalizador, escáner, imágenes satelitales, etc.
- Unidades de salida: pantalla, plotter, impresoras, etc.

b). Software. Principales módulos del software

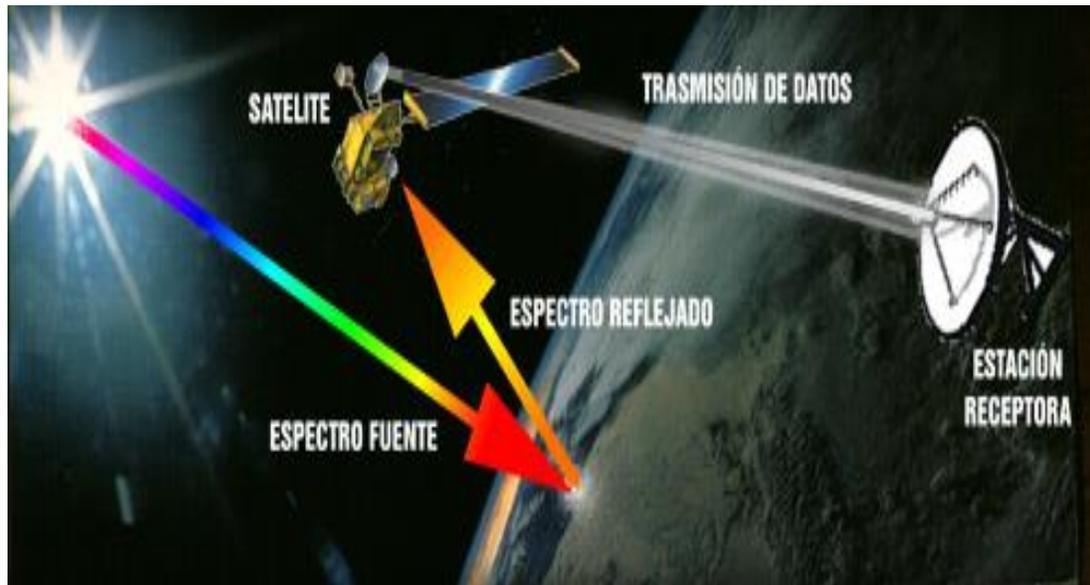
- Entrada y verificación de datos.
- Almacenamiento y gestión de las bases de datos.
- Salida, presentación y visualización de datos.
- Transformación de datos.

1.13.3. Percepción remota

La observación a distancia de la superficie terrestre constituye el marco de estudio de la percepción remota. Esta es una traducción latina del término inglés *remotesensing*, ideado a principios de los 60 para designar cualquier medio de observación remota, si bien se aplicó fundamentalmente a la fotografía aérea, principal sensor de aquel momento. La percepción remota no engloba sólo los procesos que permiten obtener una imagen, sino también su posterior tratamiento en el contexto de una determinada aplicación (Moctezuma Flores, 2005).

La percepción remota es una ciencia que estudia una escena sin que se tenga que entrar en contacto con los elementos que la componen, utilizando diferentes clases de instrumentos para obtener imágenes del entorno. Uno de los instrumentos más utilizados para obtener imágenes de percepción remota apareció gracias al desarrollo tecnológico del satélite, el cual utiliza instrumentos de muy alta resolución en diferentes bandas del espectro electromagnético para obtener imágenes de nuestro planeta y del universo (Moctezuma Flores, 2005).

Figura Nro. 1 Percepción Remota



Fuente: (Moctezuma Flores, 2005)

1.13.4. Teledetección y sensores remotos

La teledetección es aquella técnica que nos permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre. Para que esta observación remota sea posible es preciso que entre los objetos y el sensor exista algún tipo de interacción y el resultado usualmente, pero no necesariamente, es almacenado como una imagen (fuente de datos). Para esto se requiere al menos, tres componentes: foco energético, superficie terrestre y sensor (Bakker; Jansen, 2001; citado por (Aldas Portilla, 2013).

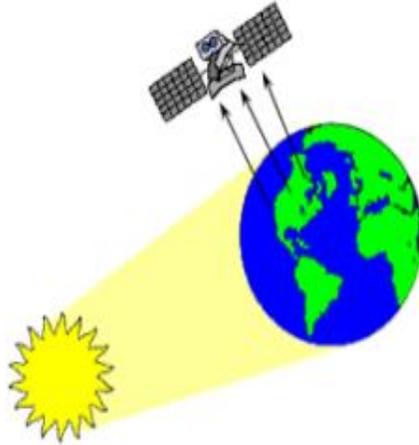
Una de las formas de clasificarlos es el procedimiento de recibir la energía procedente de las distintas cubiertas y ellos son: (1) Pasivos, cuando se limitan a recibir la energía proveniente de un foco exterior a ellos, y (2) Activos, cuando son capaces de emitir su propio haz de energía (Chuvienco, 2002).

El uso de sensores remotos ha jugado un papel importante en la construcción de mapas, planos, interpretación de recursos y sus superficies, planificación territorial y estudios urbanos. La tendencia actual es hacia el incremento de su utilización dado el avance tecnológico, el desarrollo de la computación y bajos costos de obtención de imágenes (Martinez Muños, 2005).

En este contexto, se refiere a dos tipos de sensores:

- **Sensores pasivos**, cuando se limitan a receptar la energía proveniente de un foco exterior a ellos. Para la evaluación de los recursos naturales, las imágenes creadas por los sistemas de percepción pasiva son de mayor aplicación debido a que simplemente reciben las señales emitidas naturalmente y reflejadas por los objetos percibidos. Estas señales generadas por la radiación solar natural, pueden proveer una información muy rica sobre los objetos percibidos. Una ventaja de los sensores pasivos es que trabajan en todo el rango espectral y los activos solo trabajan en la región de las micro-ondas y su desventaja que solo dependen de la luz solar, y no atraviesan nubes, por lo que se limita en algunas tareas.

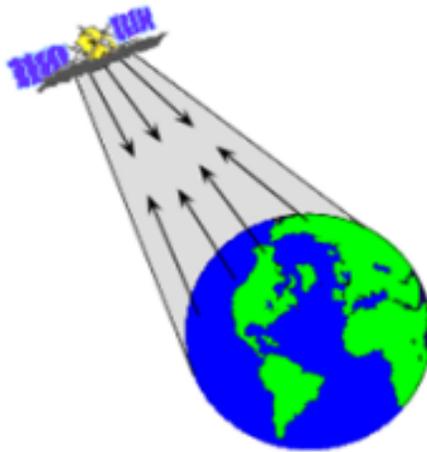
Figura Nro. 2 Sensor Remoto Pasivo.



Fuente: (Chuvieco, 2002).

- **Sensores activos**, cuando tienen la capacidad de emitir su propio haz de energía, son utilizados frecuentemente cuando la radiación natural a una banda específica del espectro no abastece para iluminar adecuadamente el objetivo, es decir la radiación natural está por debajo del umbral de la señal para ruido. El más conocido es el RADAR (“Radio Detection and Ranging” o sea “Detección y Localización por Radio”) o, radiómetro activo de micro-ondas, que trabaja en una banda comprendida entre 0.1 cm y 1 m. El LIDAR (“Laser Imaging Detection and Ranging” o sea “Detección y Alcance de Imágenes Laser”) emite pulsos de luz polarizada entre el ultravioleta y el infrarrojo cercano. La principal ventaja de estos sensores es que atraviesan nubes y no dependen de la luz solar para capturar información, y su principal desventaja es su baja resolución espacial.

Figura Nro. 3 Sensor Remoto Activo.



Fuente: (Chuvienco, 2002).

1.13.5. Interpretación de los datos

1.13.5.1. Interpretación visual de imágenes

La interpretación visual de imágenes, se basa en la habilidad humana de relacionar colores y patrones en una imagen de características del mundo real. Muy a menudo el resultado de la interpretación es hecho explícito a través de la digitalización de la geometría y los datos temáticos objetos relevantes (mapeo). Esta es utilizada para producir información espacial como ser: mapa de suelos, mapas catastrales, mapas de uso de la tierra, etc. (Bakker & Jansen, 2001).

1.13.5.2. Interpretación digital de las imágenes

En el proceso de clasificación digital de imágenes el operador instruye a la computadora que realice una interpretación de acuerdo a ciertas condiciones predefinidas, esta técnica forma parte de la interpretación digital de imágenes (Bakker & Jansen, 2001).

1.13.6. Modelo Digital del Terreno (MDT)

Los MDT son una categoría de modelos simbólicos que ha nacido y se ha desarrollado al amparo de las nuevas tecnologías. Los modelos digitales del terreno se han definido

como un conjunto de datos numéricos que describe la distribución espacial de una característica del territorio (Doyle, 1978).

Para tratar de definir los Modelos Digitales del Terreno (MDT), es necesario precisar y enfatizar el sentido etimológico de su expresión. Fundamentalmente, el MDT es un modelo, es decir, una representación simplificada de la realidad en la que aparecen algunas de sus propiedades. Con ello, la realidad es representada desde el punto de vista exclusivo del intérprete, realzando las características que a criterio del observador son significativas para el propósito del modelo. La intención del modelo es abstraer el mundo real a través de la percepción de ciertas características o propiedades que trascienden a un fenómeno en particular, mientras que otros aspectos simplemente no son tomados en cuenta por su escasa relevancia en relación a la evolución de mencionado fenómeno (Duque Martínez, 2015).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del área de estudio

Las características del área de estudio, los datos fueron elaborados por el proyecto: “Desarrollo de Capacidades locales y académicas en GIRH-MIC e Investigación Acción en la Cuenca Pedagógica Yesera Municipio de Cercado –Tarija” 2018.

2.1.1. Ubicación

2.1.1.1. Ubicación geográfica

Se ubica en el Departamento de Tarija, Provincia Cercado, Municipio de Cercado, en las Comunidades de Yesera Centro, Yesera Sud, Yesera Norte, Yesera San Sebastián, Caldera Grande y Chiguaypolla.

2.1.1.2. Ubicación hidrográfica

Se encuentra en la Región Hidrográfica 4 (Cuenca del Plata). La cuenca Yesera forma parte de la subcuenca hidrográfica del Río Santa Ana, a su vez ella tributa a la cuenca del río Tarija de Codificación pfafstetter 85898.

2.1.1.3. Localización geográfica

Geográficamente se encuentra ubicada entre los paralelos 21°17'20" y 21°28'10" de Latitud Sur y meridianos 64°29'46" y 64°38'27" de Longitud Oeste.

Tabla 1: Vías de Acceso

| Tramo | Estado | Dist. (Km.) |
|-------------------------------------|---------------|------------------------|
| Tarija – Yesera Sur | Asfaltado | 26.07 |
| Yesera Sur – Yesera Centro | Asfaltado | 6.50 |
| Yesera Centro – Yesera Norte | Asfaltado | 4.91 |
| Yesera Norte – Yesera San Sebastián | Ripiado | 5.45 |
| Camino principal – Chiguaypolla | Ripiado | 7.12 |
| Camino principal – Caldera Grande | Ripiado | 5.47 |

Fuente: (MMAyA & UAJMS, 2018).

2.1.3. Caracterización territorial de la cuenca de intervención

La Cuenca Yesera, tiene una superficie de 211.3 Km² una distancia longitudinal considerando el río principal de 29.30 km., una cota máxima de 3271 y una mínima de 2069 m.s.n.m., tiene la función de recarga hídrica. Presenta un perímetro de 72.90 Km.

2.1.4. Población

La población alcanza a 589 familias, como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 2: Familias beneficiarias

| Comunidad | Sexo | | Total |
|-----------------------------|----------|-----------|-------|
| | Femenino | Masculino | |
| Yesera Sur | 83 | 115 | 198 |
| Yesera Centro | 57 | 96 | 153 |
| Yesera Norte | 43 | 72 | 115 |
| Yesera San Sebastián | 7 | 15 | 22 |
| Caldera Grande | 11 | 33 | 44 |
| Chiguay Polla | 16 | 41 | 57 |
| Total | 217 | 372 | 589 |

Fuente: (MMAyA & UAJMS, 2018).

2.1.5. Clima

La cuenca pedagógica de Yesera, por su configuración se puede mencionar que está caracterizado por presentar un clima templado árido de verano e invierno frío semiárido.

La precipitación media mensual del área de intervención es de 55,1 mm, lo cual nos permite clasificar al lugar como un clima templado medianamente seco. En cuanto a la precipitación anual promedio es de 661,9 mm.

En esta zona las temperaturas más altas se presentan en el periodo de octubre a marzo que corresponde a la estación del verano. Las temperaturas más bajas se presentan en los meses de mayo y julio que corresponden al invierno. Entre las temperaturas medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.

2.1.6. Geología

Las estructuras geológicas de la zona están conformadas por serranías bajas de la formación Icla, Santa Rosa y Guamampampa, cuyas colinas están conformadas por rocas de origen sedimentario; de lutitas y limolitas mecáceas, gris oscuras; areniscas sabulíticas blanquecinas y areniscas arcósicas gris marrón y limolitas gris oscuras, de la era paleozoica y periodo devónico. También se tiene la formación Yesera, del periodo terciario, conformada por conglomerados, areniscas arcillosas, limolitas y arcillas rojas (MMAyA & UAJMS, 2018).

En la parte baja se tienen pie de montes de poca magnitud y antiguas terrazas en depósitos fluvio-lacustres del cuaternario, conformado por gravas, arenas, limos y arcillas, en algunos sectores también existe la presencia en superficie de bloques y fragmentos de rocas especialmente en los taludes.

2.1.7. Geomorfología

La cuenca de intervención, se encuentra en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de Los Andes. Está constituida predominantemente por rocas de los sistemas Devónico (lutitas, limolitas, areniscas), con presencia de Cuaternario en la parte central de las subcuencas de Calderas y Yesera. Esto determina cuencas que tienen la característica de ser prevalementemente impermeables, respecto a la formación de aguas subterráneas profundas. Además, las pendientes de las laderas son bastante fuertes lo que favorece el rápido escurrimiento superficial.

La cuenca de Yesera se caracteriza por presentar un paisaje típicamente de valle seco, con elevaciones que no sobrepasan los 3.000 msnm, por lo que, las serranías circundantes son levemente suaves.

En cuanto a los depósitos que se advierten presentes en el área, podemos indicar a las morrenas laterales, depósitos coluviales, fluvio-lacustres, terrazas y depósitos glaciales.

El sistema ordovícico está formado por un paquete de gran espesor de cuarcitas, que es la unidad preponderante. En la secuencia estratigráfica aparecen intercalaciones de pizarras, areniscas cuarzosas, areniscas alteradas de color marrón amarillento, etc.

Sistema cuaternario, estos depósitos son comunes tanto en las laderas como en el lecho de los ríos y quebradas.

Los depósitos fluviales están representados en la zona, por sedimentos turbosos, arcillas orgánicas de mediana a alta plasticidad, limos y arenas muy finas.

Los sedimentos aluviales están representados por gravas, arenas y limos ubicándose a lo largo de los cauces y quebradas.

Los depósitos glaciares se encuentran representados por las morrenas; por la posición que ocupan han sido clasificadas como morrenas laterales.

2.1.8. Fisiografía

Los dos valles, que son muy estrechos, tienen varios, aunque reducidos sectores planos. En general, en las laderas que circundan las partes planas, se tienen pendientes abruptas. En el fondo del valle del río Yesera se presentan sitios con pendientes suaves. En las partes altas las pendientes son fuertes y, por ello, el problema de la erosión y el arrastre de sedimentos es alto.

2.1.9. Forma y relieve

La cuenca tiene un relieve accidentado, el desnivel máximo es de 1202 metros. Las altas pendientes provocan una pérdida de suelo debido a que los escurrimientos alcanzan velocidades erosivas.

La forma de la cuenca es un poco alargada presentando una buena densidad de drenaje, este aspecto en conjunción con las fuertes pendientes repercute en una facilidad de generación de caudales máximos en corto tiempo en desmedro de la infiltración y recarga de los acuíferos.

2.1.10. Recursos hídricos

La cuenca de intervención, constituye una parte de los principales afluentes de la cuenca del río Guadalquivir, desembocando sus aguas en la parte baja del Valle Central de Tarija. La cuenca limita al norte con las comunidades El Puesto, El Nogal, al sur con las comunidades La Gamoneda, Santa Ana La Nueva, al este con las comunidades de Junacas Sud, Mogarracho y al oeste con la comunidad de Calderas, Rumicanha.

De acuerdo a la clasificación y codificación de cuencas PFAFSTERTTER, el área de interés está constituido por una cuenca y una intercuenca, la más pequeña denominada Caldera Grande corresponde a la unidad hidrográfica 858988 a un nivel 6 de la respectiva clasificación corresponde a una cuenca, la segunda la más grande denominada Yesera por el nombre de cauce principal cuyo unidad hidrográfica es 858989 a un nivel 6 de clasificación corresponde a una intercuenca, como se muestra en la siguiente tabla;

Tabla 3: Unidades hidrográficas

| Unidad Hidrográfica | Nivel de clasificación | Denominación | Área km ² |
|---------------------|------------------------|----------------|----------------------|
| 858988 | 6 | Caldera Grande | 169.8 |
| 858989 | 6 | Yesera | 41.6 |
| Total | | | 211.3 |

Fuente: (MMAyA & UAJMS, 2018).

2.1.11. Usos actuales de los recursos hídricos

El uso actual de los recursos hídricos es de aprovechamiento para la producción agropecuaria, en la cuenca pedagógica de Yesera se identificaron diecisiete presas de agua, destinadas para riego principalmente, permitiendo cubrir aproximadamente entre el 55 a 60% de la demanda de riego. Sin embargo, el uso del agua no es eficiente puesto que se practica un riego tradicional por inundación, provocando una no optimización de este recurso vital, además de la erosión a los suelos.

2.1.12. Suelos

Los suelos del área de influencia, están caracterizados en unidades fisiográficas bien definidas, el material parental de los suelos, en su mayoría es procedente de rocas del periodo Tríasico y Cretásico, encontrándose en su litología formada por areniscas, lutitas y limonitas.

Las características físicas de los suelos van variando de acuerdo a la posición fisiográfica en que se encuentren, pero de manera general se puede decir que los suelos ubicados en los complejos montañosos son poco profundos, generalmente tiene un contacto lítico próximo y se evidencia presencia de afloramientos rocosos, siendo su textura de pesada mediana.

Los suelos ubicados en la zona de pie de monte y terrazas aluviales son moderadamente profundos, particularmente en las terrazas sobresalientes.

Tabla 4: Superficie de Unidades de Suelos

| Suelos | Sup_Km ² | % |
|--------------|---------------------|---------------|
| Alfisoles | 23,53 | 61,93 |
| Entisoles | 6,45 | 16,97 |
| Inceptisoles | 7,29 | 19,18 |
| Lecho de río | 0,73 | 1,92 |
| TOTAL | 38,00 | 100,00 |

Fuente: (MMAyA & UAJMS, 2018)

2.1.13. Producción pecuaria

Significa la producción de especies mayores como los Bovinos y menores como ovinos, porcinos y caprinos, además de aves de corral. Se realiza en toda el área de la cuenca pedagógica Yesera, involucrando a la gran mayoría de las familias, el número

de cabezas por familia es considerable por lo que se tiene gran parte de porcentaje de ingresos económicos a través de las ventas. El ganado vacuno genera importantes recursos económicos monetarios, las otras especies tienen una importancia secundaria y están destinados fundamentalmente para el autoconsumo. El sistema de crianza es extensivo y a nivel familiar, donde prima el consumo en pastoreo de pradera nativa y rastrojo de monte bajo, con una complementación de rastrojos de cosecha.

2.1.14. Producción forestal

Las especies arbóreas que predominan son: Algarrobo, churqui, molle, entre otras, también se cuenta con pequeños bosques introducidos con especies como el Pino radiata, Eucalipto.

Tabla 5: Especies forestales

| Nombre Común | Nombre Científico |
|---------------------|--|
| Churqui | <i>Acacia caven</i> ; Molina, 1810. |
| Algarrobo blanco | <i>Prosopis alba</i> ; Grisebach, 1874. |
| Algarrobo negro | <i>Prosopis nigra</i> ; Grisebach, 1875. |
| Molle | <i>Schinus molle</i> ; Linneo, 1753. |
| Jarca | <i>Acacia visco</i> ; Grisebach, 1879. |
| Chañar | <i>Geoffroea decorticans</i> ; Gillies ex Hook. & Arn. 1949. |
| Aliso | <i>Alnus glutinosa</i> ; Gaertn, 1790. |
| Chilca | <i>Baccharis dracunculifolia</i> ; Pyrame de Candolle, 1836. |
| Tusca | <i>Vachellia aroma</i> ; Hook. & Arn. 1833. |
| Tola | <i>Parastrephia quadrangularis</i> ; Meyen & Cabrera, 1954. |

Fuente: (MMAyA & UAJMS, 2018).

2.1.15. Fauna

Según informaciones de los pobladores se pueden observar diferentes especies de vertebrados que cumplen las funciones de equilibrio del ecosistema natural. Se encuentran como las especies más importantes y predominantes, se tienen las siguientes:

Tabla 7: Fauna

| Nombre Común | Nombre Científico |
|--------------------------|------------------------------|
| Comadreja | <i>Mustela nivalis</i> |
| Murciélago | <i>Desmodus rotundus</i> |
| Zorrino | <i>Mephitis mephitis</i> |
| León (puma americano) | <i>Puma concolor</i> |
| Liebre | <i>Lepus californicus</i> |
| Uron | <i>Mustela putorius turo</i> |
| Zorro | <i>Didelphys virginiana</i> |
| Patos de las torrenteras | <i>Mergane ttaarmata</i> |
| Víbora | <i>Vipera aspis</i> |
| Pájaros – palomas | |
| Tarasquis | |
| Bientefue | |

Fuente: (MMAyA & UAJMS, 2018).

2.2. Materiales

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación y para poder lograr los objetivos trazados se requirieron los siguientes materiales:

- Material de fase de campo
- Material de fase gabinete
- Material Cartográfico

2.2.1. Material de fase de campo

Para el desarrollo del trabajo de fase de campo se utilizó:

- Machete
- Cámara fotográfica
- Planillas para la toma de datos
- GPS (Sistema de Posición Geográfico)
- Brújula
- Wincha métrica

2.2.2. Material cartográfico

- Imagen satelital
- Mapa base del área de estudio
- Carta geológica de Tarija hoja 6629

2.2.3. Material de fase gabinete

Se necesitarán los siguientes materiales:

- Computadora
- Impresora
- Material de escritorio en general

Software

- ARGIS VERSION 10.3
- WORD, EXCEL, Etc.
- Imágenes de satélite en formato digital
- Imagen Bing Map de SAS planet de Alta resolución

2.3. Metodología

2.3.1. Etapa de gabinete

La mayor parte de las etapas para la realización y elaboración de los mapas mencionados en los objetivos específicos fue utilizando el software, ArcGis Versión 10.3, en gabinete.

La elaboración de los mapas en ArcGis se trabajó a una escala de 1:6000 para la digitalización de la zona de estudio y para la impresión de los mapas se realizó a una escala de 1:90000.

Para la elaboración de estos mapas de principio a final se describen a continuación:

2.3.2. Manejo y preparación de la geo-información

2.3.2.1. Fase de condiciones previas

En esta fase se realizó la delimitación del área de estudio que es la cuenca pedagógica de Yesera, se delimito con la Imagen descargada de Bing Map de SAS planet de Alta resolución.

Para la realización de este proceso se tomó en cuenta el cauce principal de la cuenca y se procedió a la delimitación de la misma

2.3.2.2. Recopilación de información primaria y secundaria

En esta fase se realizó la búsqueda de información pertinente al desarrollo de la investigación, a través del uso de bases de datos, páginas web, libros, artículos científicos, etc. Adicionalmente se revisó las investigaciones del proyecto de cuencas pedagógicas, todo para la búsqueda de información específica del área de estudio sobre

la cobertura vegetal, uso actual de la tierra, red de drenaje, clima, geología y la fisiografía.

2.3.3. Procesamiento de imágenes satelitales

Para este proceso se llevó a cabo adelante mediante una serie de pasos para poder conseguir la “Proyección Cartográfica UTM WGS84” de las imágenes (Latitud, Longitud) a partir de una herramienta que la podemos encontrar dentro de la extensión “Herramientas de Gestión de Datos” la cual es “Proyección y transformación” y se proyecta al Raster.

En este proceso se nos abre una ventana de diálogo en la que procedemos a llenar los atributos requeridos como ser: el nombre del raster. A continuación, un nombre de salida del proceso. Seguidamente sus sistemas de coordenadas UTM WGS 84 zona 20 sur y damos aplicar el proceso.

2.3.4. Mejoramiento espectral y realce de imágenes

El mejoramiento de la imagen, consistió en ejecutar un procesamiento numérico para realzar, enfatizar o suprimir, ciertas características de la misma. Por ejemplo, para desearse un mayor contraste entre los objetos que integran la imagen, necesita poner énfasis en los límites de distintas coberturas vegetales, etc.

2.3.5. Interpretación visual preliminar

La interpretación visual de las imágenes, se basa en la habilidad humana de relacionar colores y patrones en una imagen de características del mundo real. Muy a menudo el resultado de la interpretación es hecho explícito a través de la digitalización de la geometría y los datos temáticos, y objetos relevantes. Esta es utilizada para producir información espacial como ser: Mapas de suelos, mapas de vegetación, mapas de uso de la tierra, etc. (Bakker & Jansen, 2001).

2.3.6. Filtros

Bajo la denominación de filtros se incluyen a aquellas funciones encaminadas a obtener unas características dadas de la señal eliminando otras que no se desean, aislando componentes de interés. Mediante estas técnicas de filtraje, se suavizará o reforzará contrastes en la imagen, de tal forma que los ND de la imagen se asemejen o diferencien más de los correspondientes a los píxeles que le rodean. Con este procedimiento se podrá tener una mejor representatividad de la imagen clasificada.

2.3.7. Vectorización de la información básica

Una vez teniendo las imágenes clasificadas, mediante las herramientas de conversión del ArcGis, se procedió a convertir el formato de raster a vector, debido a que solo en este formato se podrá realizar las características biofísicas.

Con los diferentes criterios mencionados anteriormente se procedió a la elaboración de un mapa delimitado de la cuenca lo cual se obtuvo la superficie y dicho polígono sirve para realizar los mapas mencionados en los objetivos específicos.

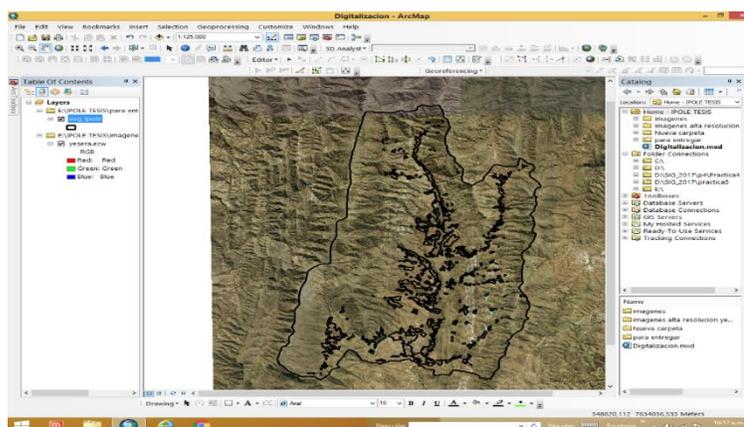
A continuación, se describe el procedimiento para realizar los mapas y describir las características generales biofísicas.

2.3.8. Elaboración del mapa de la Cobertura vegetal

Una vez obtenido el polígono delimitado de la cuenca pedagógica de Yesera junto con la imagen de alta resolución se procedió a la digitalización a una escala de 1:6.000 de todas las diferentes unidades de cobertura que se encontró en la cuenca pedagógica de Yesera.

Para diferenciar las diferentes unidades de cobertura vegetal a partir de la digitalización de las características de la imagen, se utilizó la leyenda de vegetación basada en FAO-UNESCO 1973, posteriormente se realizó la vectorización de la cobertura vegetal; la interpretación de la imagen satelital se complementó con el tono de gris, textura, contraste con el entorno, parcela y rasgos culturales (potreros, caminos y viviendas).

Figura Nro. 5 Digitalización de la cobertura vegetal



Fuente: Elaboración propia-Gabinete SIG

Una vez obtenido el mapa de cobertura vegetal con sus respectivas clasificaciones se procedió a la creación de un shape para posteriormente realizar el mapa de la cobertura vegetal final con sus respectivas características generales y colocar su respectiva leyenda y categoría.

2.3.8.1. Salida técnica de verificación en campo

La metodología utilizada para localizar puntos de muestreo fue el siguiente:

-Muestreo aleatorio

Para determinar la cobertura vegetal en campo se realizó un muestreo aleatorio simple. El requisito principal para aplicar este método de muestreo es el conocimiento previo de la información que permite subdividir a la población. La justificación para la definición de distintos estratos está en que la variabilidad que presentan los mismos es inferior a la que presenta el conjunto del sitio.

En este reconocimiento de campo se realizó una actividad fundamental que es el llenado de planillas.

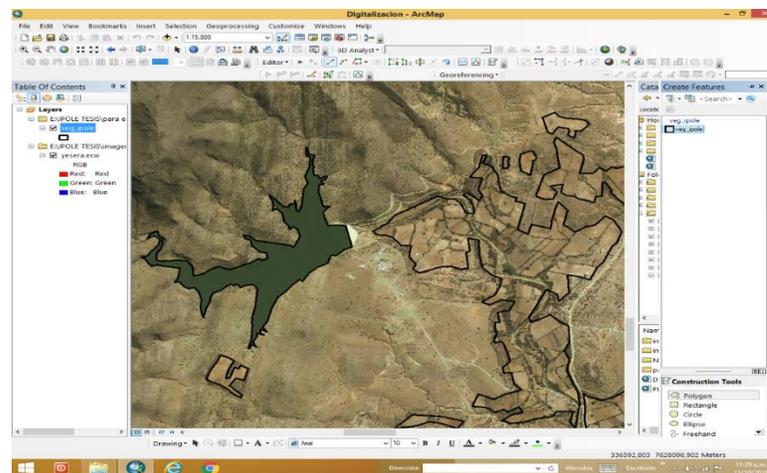
2.3.9. Elaboración del mapa de Uso actual de la tierra

Se elaboró una leyenda preliminar con las principales categorías del uso de la tierra (agrícola, pecuaria y forestal) basada en FAO-UNESCO 1973 de acuerdo a partir de

la información secundaria existente y nivel de referencia de la cuenca pedagógica de Yesera.

Con la imagen de alta resolución y el polígono de la cuenca pedagógica se procedió a la digitalización de toda el área a una escala de 1:6.000 en base a la leyenda de vegetación basada en FAO-UNESCO 1973, a la interpretación visual y elementos como clase de uso de la tierra, vegetación natural, tono de la imagen satelital, accesibilidad, nivel de referencia de la cuenca pedagógica de Yesera.

Figura Nro. 6 Digitalización del uso actual de la tierra



Fuente: Elaboración propia-Gabinete SIG

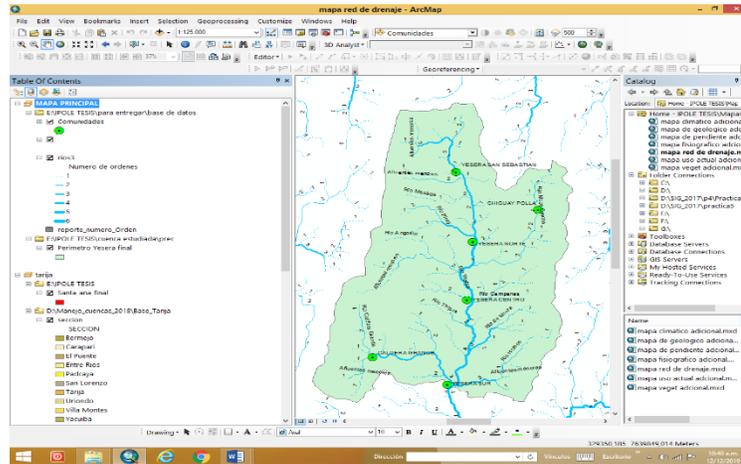
Posteriormente se clasificó la digitalización del uso actual, luego se procedió a la creación del shape para después crear el mapa final con sus características generales y colocar su respectiva leyenda y categoría.

2.3.10. Elaboración del mapa de Red de drenaje

Para la elaboración del mapa de la red de drenaje, comprende lo siguiente. Se procedió a la vectorización en ArcGis con la herramienta Draw Line, tomando en cuenta el cauce principal de la cuenca pedagógica, en este caso el río Yesera, y de los afluentes primarios y secundarios del mismo.

Se creó el número de órdenes de acuerdo a Horton, ya con todos los datos obtenidos. en la red de drenaje se creó un shape para posteriormente crear el mapa final.

Figura Nro. 7 Red de drenaje con número de órdenes



Fuente: Elaboración propia-Gabinete SIG

2.3.11. Elaboración del mapa Climático

La información para la elaboración del mapa climático son las series de datos climáticos registrados en las estaciones meteorológicas, administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y ubicadas dentro de la cuenca pedagógica de Yesera, con los datos obtenidos se trabajó en el ArcGis con la temperatura media y la altitud del área de intervención.

Para dicha elaboración del mapa se usó la clasificación de Caldas Lang (1999) por ser el modelo que mejor se adapta en la cuenca de estudio ya que se adecua mejor a áreas montañosas y por tomar en cuenta la variación de los niveles altitudinales, temperatura media anual y precipitación. Finalmente, se hizo un ajuste de los tipos climáticos al perímetro de la cuenca empleando la imagen satelital.

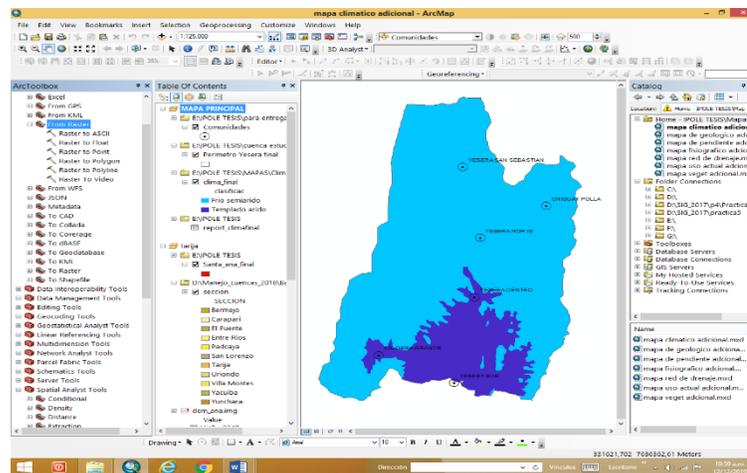
Tabla Nro. 7: Modelo climático según Caldas Lang (1999)

| PISO TÉRMICO | ALTITUD (msnm) | TEMPERATURA ° C. |
|--------------|----------------|-------------------|
| Cálido | 0 -1 000 | $T > 24$ |
| Templado | 1 001-2 000 | $17,5 < T < 24$ |
| Frio | 2 001-3 000 | $12,0 < T < 17,5$ |
| Páramo bajo | 3 001-3 700 | $7,0 < T < 12,0$ |
| Páramo Alto | 3 701- 4 200 | $T < 7,0$ |

En el ArcGis se combinó la altura con la temperatura media con procedimientos realizados en el lugar denominado ArcToolbox posteriormente entrando a spatial analyst tools y finalmente en conversión tools para que los datos se conviertan como se puede ver en la figura nro. 8.

Obtenido el mapa se creó el shape para luego elaborar el mapa final con su leyenda.

Figura Nro. 8 Mapa climático en etapa de elaboración final



Fuente: Elaboración propia-Gabinete SIG

2.3.12. Elaboración del mapa Fisiográfico

Para la elaboración del mapa fisiográfico se basa principalmente en la metodología de levantamiento geomorfológicos del International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) de Holanda para levantamientos fisiograficos de Verstapen H. and Zuidam R. (1991).

El Sistema ITC se basa en el análisis del paisaje empleando productos de sensores remotos basados en la teledetección y sensores remotos, uso de mapas topográficos, análisis del sistema de drenaje.

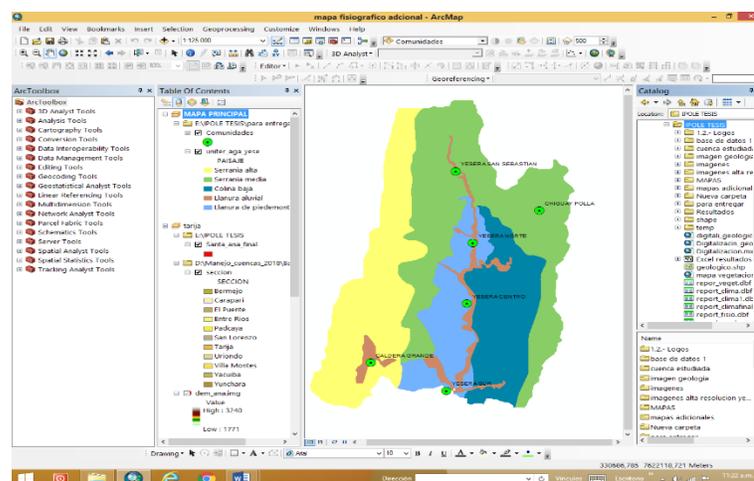
La metodología para la elaboración del mapa fisiográfico comprende las siguientes actividades:

Realce de la imagen digital de satelital.

Interpretación de la imagen satelital mejorada identificando los límites del paisaje fisiográfico similares de acuerdo al relieve, clima, procesos de formación, disección, pendiente y otros para llegar al mapa preliminar de fisiografía de la cuenca pedagógica de Yesera.

Finalmente se realizó el mapa final con su respectiva leyenda.

Figura Nro. 9 Mapa fisiográfico en etapa de elaboración final



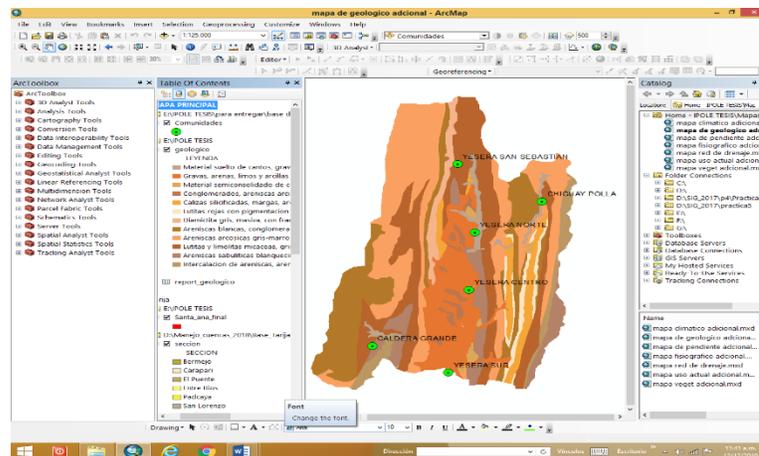
Fuente: Elaboración propia-Gabinete SIG

2.3.13. Elaboración del mapa Geológico

La información cartográfica geológica de mayor escala disponible en la actualidad, que ha sido adecuada para el presente estudio es la carta geológica nacional elaborada por GEOBOL-SGAB (1991), a escala 1:100.000, con información geológica a nivel de Formación, con cobertura parcial del territorio departamental. Lo cual se usó la hoja Tarija 6629.

Se procedió a escanear dicho mapa para luego georreferenciarlo en el ArcGis, después se realizó la digitalización a una escala de 1:6.000, para luego clasificarlo las unidades geológicas encontrados en la cuenca pedagógica de Yesera y generar el mapa geológico con su respectiva leyenda.

Figura Nro. 10 Mapa geológico en etapa final de elaboración



Fuente: Elaboración propia-Gabinete SIG

CAPÍTULO III

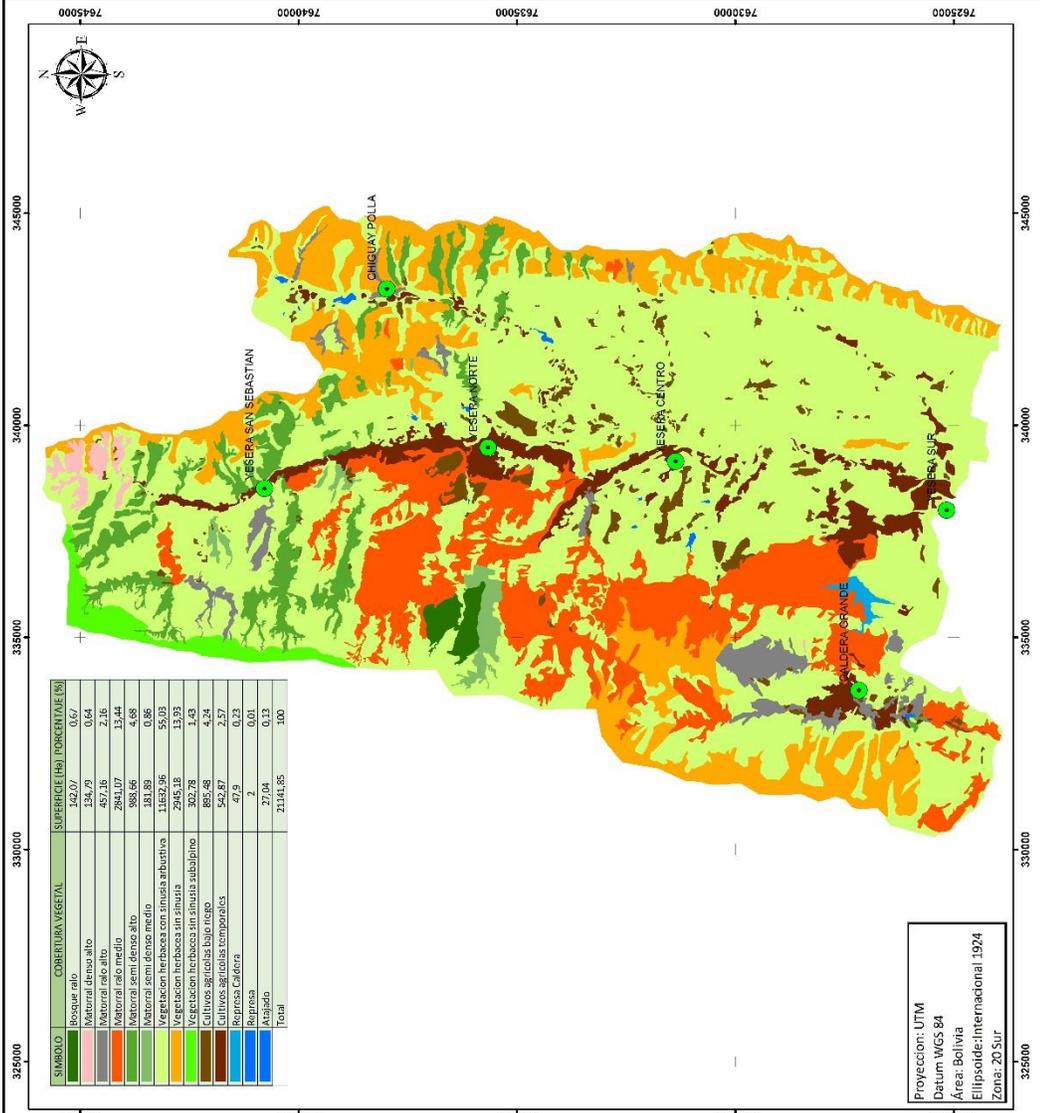
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS

3.1.1. Cobertura vegetal

Mediante la digitalización de la zona de estudio, y utilizando como referencia la leyenda propuesta por FAO – UNESCO (1973), se logró identificar los siguientes tipos de cobertura vegetal:

- Bosque ralo.
- Matorral denso alto.
- Matorral ralo alto.
- Matorral ralo medio.
- Matorral semi denso alto.
- Matorral semi denso medio.
- Vegetación herbácea con sinusia arbustiva.
- Vegetación herbácea sin sinusia.
- Vegetación herbácea sin sinusia subalpino.
- Cultivos agrícolas bajo riego.
- Cultivos agrícolas temporales.
- Cuerpos de agua.



| SÍMBOLO | COBERTURA VEGETAL | SUPERFICIE (Ha) | PORCENTAJE (%) |
|-----------------|--|-----------------|----------------|
| [Green] | Bosque ralo | 142,07 | 0,67 |
| [Light Green] | Matorral denso alto | 134,9 | 0,64 |
| [Yellow-Green] | Matorral ralo alto | 457,16 | 2,16 |
| [Yellow] | Matorral ralo medio | 2841,07 | 13,44 |
| [Light Yellow] | Matorral semi denso alto | 393,06 | 1,86 |
| [Yellow-Orange] | Matorral semi denso medio | 181,89 | 0,86 |
| [Orange] | Vegetación herbácea con sinuisia arbustiva | 134,9 | 0,64 |
| [Light Orange] | Vegetación herbácea sin sinuisia | 2042,16 | 9,53 |
| [Yellow-Orange] | Vegetación herbácea sin sinuisia subalpino | 302,78 | 1,43 |
| [Orange] | Cultivos agrícolas bajo riego | 885,48 | 4,24 |
| [Light Orange] | Cultivos agrícolas temporales | 542,87 | 2,57 |
| [Light Green] | Represa Caldera | 47,9 | 0,23 |
| [Light Green] | Represa | 2 | 0,01 |
| [Light Green] | Atajado | 27,04 | 0,13 |
| | Total | 2114,85 | 100 |

Proyección: UTM
 Datum WGS 84
 Área: Bolivia
 Elipsoide: Internacional 1924
 Zona: 20 Sur



Referencias

- Comunidades
- LEYENDA
- Cobertura Vegetal**
 - Bosque ralo
 - Matorral denso alto
 - Matorral ralo alto
 - Matorral ralo medio
 - Matorral semi denso alto
 - Matorral semi denso medio
 - Vegetación herbácea con sinuisia arbustiva
 - Vegetación herbácea sin sinuisia
 - Vegetación herbácea sin sinuisia subalpino
 - Cultivos agrícolas temporales
 - Cultivos agrícolas bajo riego
 - Represa Caldera
 - Represa
 - Atajado



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEI SARACHO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
 TESIS: CARACTERIZACIÓN BIOTÍPICA DE LA CUENCA PEDAGÓGICA DE YESERA. EMPLEANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA E IMÁGENES DE SENSORES REMOTOS
 MAPA: COBERTURA VEGETAL
 Elaborado por: Ivole Rodríguez Flores - Gabinete SIG

3.1.1.1. Unidades de cobertura vegetal

3.1.1.1.1. Bosque ralo



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.

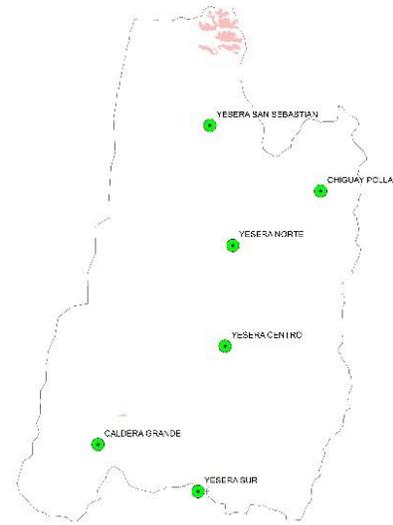


Se localiza como un manchón en la comunidad de Yesera Norte en la parte oeste con una superficie de 142,07 ha. Comprendiendo un porcentaje del 0.67% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Es un pequeño bosque ralo mayormente caducifolio que la mayoría de los árboles pierden su follaje simultáneamente y en conexión con la estación desfavorable, de cobertura variable, formada por árboles de por lo menos de 5 metros de altura, la mayoría de las copas no se tocan, pero cubren por lo menos el 70% de la superficie.

3.1.1.1.2. Matorral denso alto

Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.



Se encuentra como un pequeño manchón en la parte alta de la cuenca pedagógica de Yesera ubicado en la comunidad de Yesera San Sebastián parte Noroeste con una superficie de 134,79 ha. Comprendiendo un porcentaje de 0.64% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

En este pequeño manchón de matorral denso alto mayormente caducifolio está compuesto entre el 60 y 80 % por especies que están entre los 2 a 4 metros de altura el follaje de los matorrales se pierde cada año, la mayoría de los matorrales son relativamente delgados.

La composición de esta unidad está conformada por especies como algarrobo negro (*Prosopis nigra*), algarrobo blanco (*Prosopis alba*), jarca (*acacia visco*), chañar (*Geoffroea decorticans*), churqui (*acacia caven*), tusca (*vachellia aroma*), entre otros.

3.1.1.1.3. Matorral ralo alto



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.



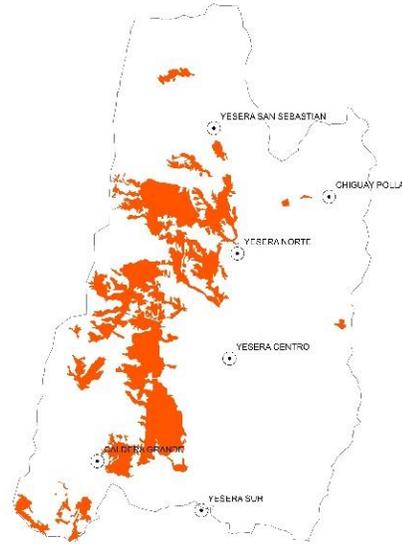
Se encuentra en pequeñas manchas a lo largo y ancho de toda la cuenca en sus distintas comunidades con una superficie de 457,16 ha. Comprendiendo un porcentaje de 2.16% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

En estos pequeños manchones de matorral ralo alto mayormente caducifolio está compuesto menor al 10% por especies que están entre los 2 a 5 metros de altura, el follaje de los matorrales se pierde cada año, la mayoría de los matorrales son relativamente delgados.

La composición de esta unidad está conformada por especies como: algarrobo negro (*Prosopis nigra*), algarrobo blanco (*Prosopis alba*), jarca (*acacia visco*), chañar (*Geoffroea decorticans*), churqui (*acacia caven*), tusca (*vachellia aroma*), entre otras especies.

3.1.1.1.4. Matorral ralo medio

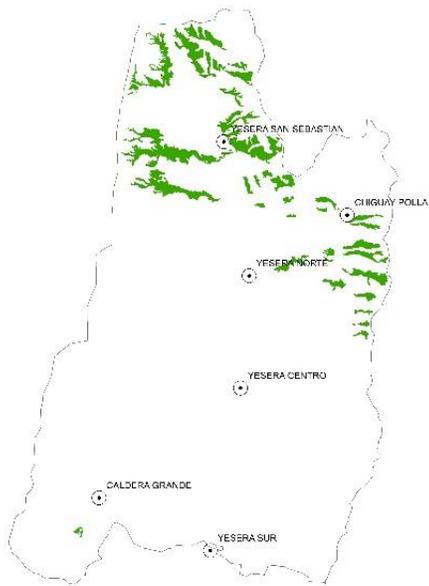
Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.



Se encuentra mayormente como una franja en la parte oeste de la cuenca y con pequeño manchón en la parte este de la comunidad de Yesera centro, con una superficie de 2841,07 ha. Comprendiendo un porcentaje de 13.44% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Está compuesto entre el 10 al 40% por especies que están entre los 0,5 a 2 metros de altura con especies como: Chilca (*Bacharis dracunculifolia.*), thola (*parastrephia quadrangularis*), jarca (*acacia visco*), chañar (*Geofroea decorticans*), churqui (*acacia caven*), tusca (*acacia aroma*), entre otras.

3.1.1.1.5. Matorral semi denso alto



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.

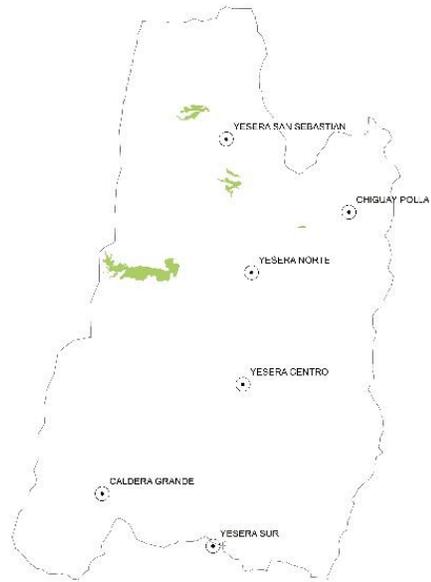


Se encuentra dispersados en las comunidades de Yesera San Sebastián, Yesera Norte, Chiguay Polla y un pequeño manchón en Caldera Grande, con una superficie de 988,66 ha. Comprendiendo una superficie de 4.68% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Está entre los 2 a 5 metros de altura con una densidad entre el 40 y 60%, con especies como: algarrobo negro (*Prosopis nigra*), algarrobo blanco (*Prosopis alba*), jarca (*acacia visco*), chañar (*Geoffroea decorticans*), churqui (*acacia caven*), tusca (*vachellia aroma*) y aliso (*alnus glutinosa.*), entre otras.

3.1.1.1.6. Matorral semi denso medio

Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.



Se encuentra como pequeñas manchas en la parte norte de la cuenca en las comunidades de Yesera San Sebastián y Yesera Norte con una superficie de 181.89 ha. Comprendiendo un porcentaje de 0.86% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

En estos pequeños manchones de matorral semi denso medio está compuesto por una densidad entre el 40 y 60% por especies que están entre los 0,5 a 2 metros de altura con especies como: jarca (*acacia visco*), chañar (*Geoffroea decorticans*), churqui (*acacia caven*), tusca (*vachellia aroma*), aliso (*alnus glutinosa.*), tola (*Parastrephia quadrangularis*), chilca (*Bacharis dracunculifolia*), entre otras.

3.1.1.1.7. Vegetación herbácea con sinusia arbustiva



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.



Esta unidad de vegetación es la que más se encuentra en casi toda la cuenca pedagógica, está presente en todas las comunidades de dicha cuenca, tiene una superficie de 11632,96 ha. Comprendiendo un porcentaje de 55.03% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Está compuesta por toda clase de vegetación herbácea mayormente, con pequeñas formaciones de arbustos y matorrales que crecen en grupos a lo largo de toda la cuenca.

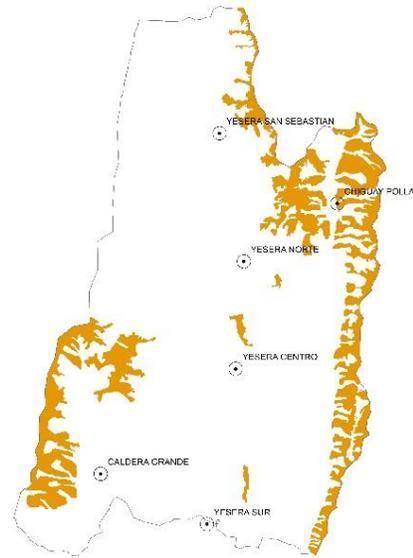
La densidad de la vegetación herbácea es media está entre el 25 y 50% con una altura baja que es menor de medio metro.

La vegetación arbustiva que se encontraron fueron: algarrobo negro (*Prosopis nigra*), algarrobo blanco (*Prosopis alba*), jarca (*acacia visco*), chañar (*Geoffroea decorticans*), churqui (*acacia caven*), tusca (*vachellia aroma*) y aliso (*alnus glutinosa*).

La vegetación herbácea que se encuentra en la cuenca es diversa como los pastizales.

3.1.1.1.8. Vegetación herbácea sin sinusia

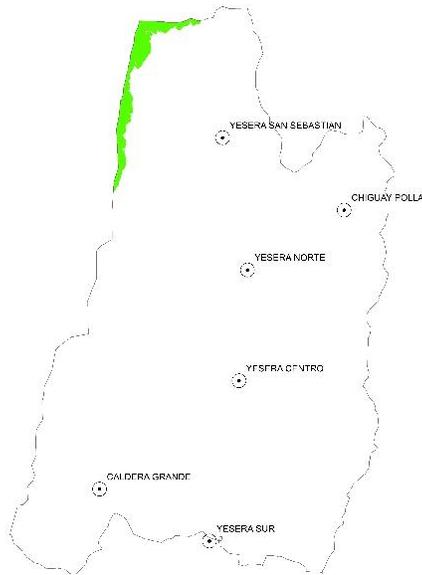
Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.



La vegetación herbácea sin sinusia se encuentra en las partes más altas de la cuenca que abarcan en todas las comunidades con una superficie 2945,18 ha. Comprendiendo un porcentaje del 13.93% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Solo está compuesta de vegetación herbácea incluye todas las formas de crecimiento, sin ningún tipo de arbustos, contiene una densidad densa entre el 50 y 70%, son diversas las especies de la vegetación herbácea encontrando una gran variedad de pastizales naturales.

3.1.1.1.9. Vegetación herbácea sin sinusia subalpino



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura mayor de los 3000 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.



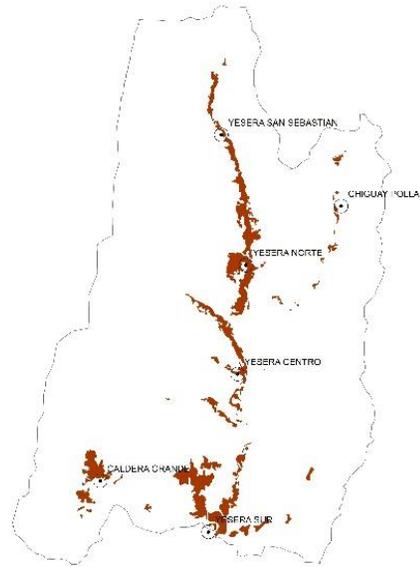
Se encuentra en la parte más alta de la cuenca considerado subalpino ya que sobrepasa los 3000 m.s.n.m. está en la parte noroeste de la comunidad Yesera San Sebastián, abarca una superficie de 302,78 ha. Comprendiendo un porcentaje del 1.43% del total de la cuenca pedagógica.

Está compuesto solamente de vegetación herbácea en sus distintas formas de crecimiento, cubierta con una densidad de 25 a 50%.

Tiene una diversa variedad de vegetación herbácea como son los pastos naturales.

3.1.1.10. Cultivos agrícolas bajo riego

Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.

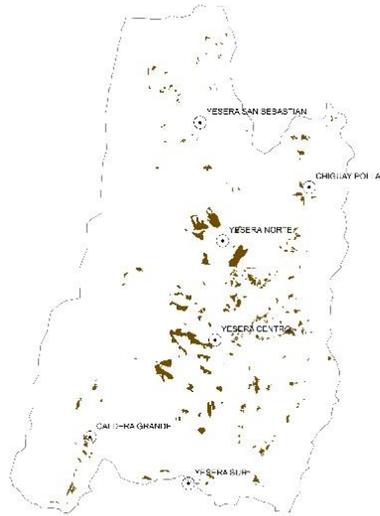


Se encuentra en la parte media de la cuenca como una franja a lo largo, se ubica en todas las comunidades, compuesta por una superficie de 895,48 ha. Comprendiendo un porcentaje del 4.24% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Sus cultivos son bajo riego por inundación, dicha agua se obtiene de las partes altas de la cuenca, de las quebradas y del río principal de la cuenca.

Se encuentra una diversidad de cultivos como ser: maíz, trigo, papa, cebolla, algunos frutales como duraznos y manzanas, entre otros.

3.1.1.11. Cultivos agrícolas temporales



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.



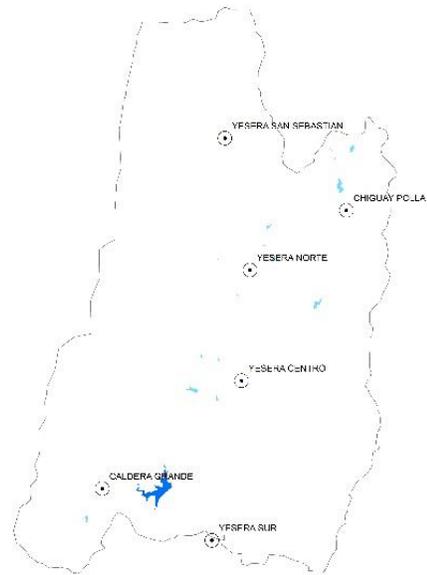
Se encuentra distribuidos pequeños cultivos a lo largo y ancho de toda la cuenca en lugares donde es inaccesible el agua para riego, los cultivos agrícolas temporales tienen una superficie de 542, 87 ha. Comprendiendo una superficie de 2.57% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Estos cultivos se siembran en tiempos de lluvia (noviembre-abril) ya que sus parcelas se ubican en lugares donde el agua de las quebradas y el río principal no llegan.

Mayormente cultivan maíz, papa y cebolla entre otros.

3.1.1.1.12. Cuerpos de agua

Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.



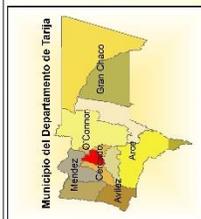
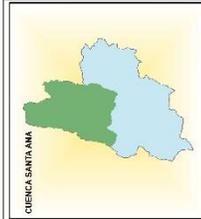
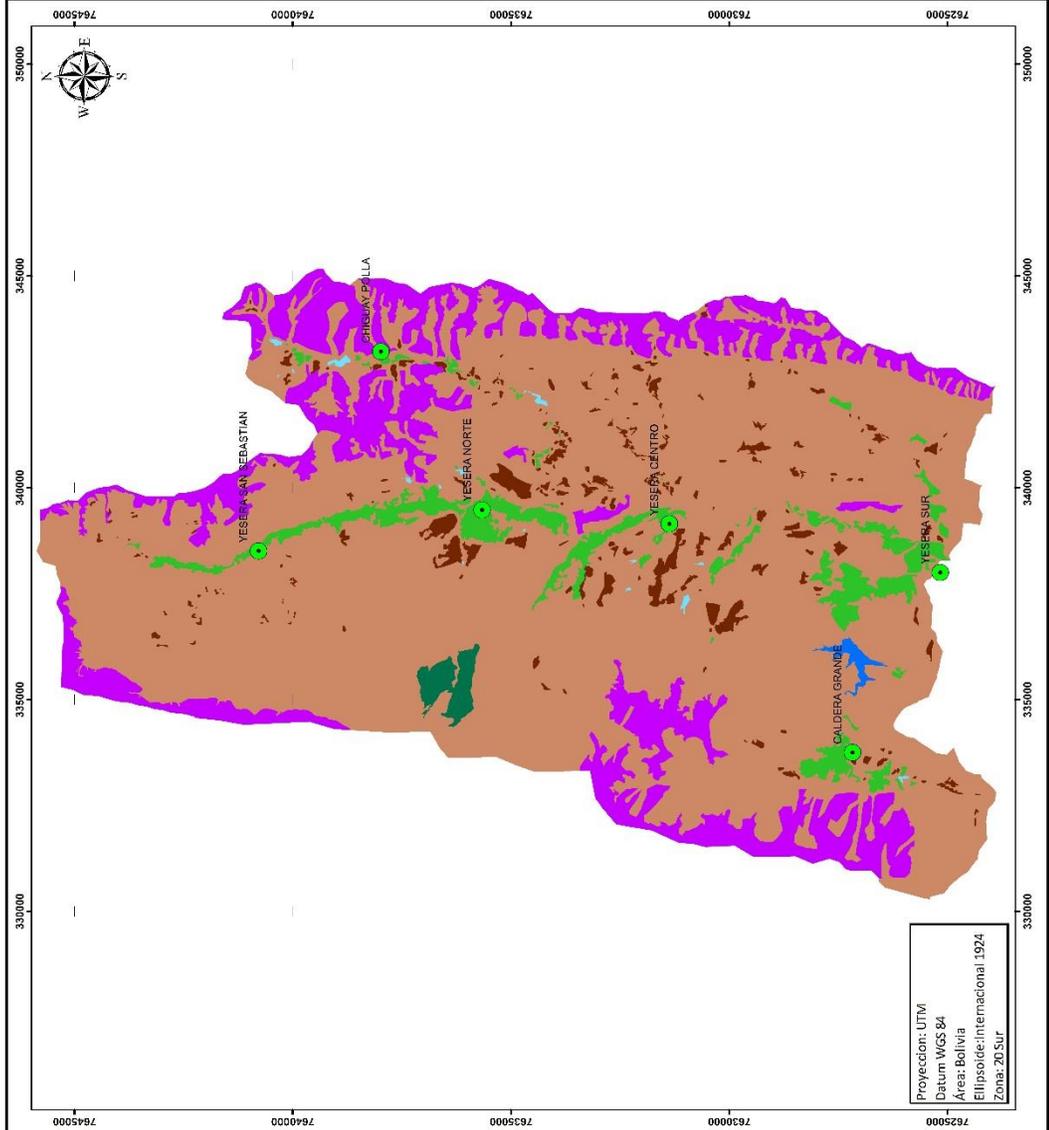
Los cuerpos de agua como las represas y atajados se encuentran en todas las partes de la cuenca, abarcan una superficie de 76,94 ha. Comprendiendo un porcentaje de 0.37% del total de la cuenca pedagógica se Yesera.

Los cuerpos de aguas mayormente lo utilizan para riego, ganado y uso piscícola.

3.1.2. Uso actual de la tierra

Mediante la digitalización de la zona de estudio, y utilizando como referencia la leyenda propuesta por FAO – UNESCO (1973), se logró identificar las siguientes unidades de uso actual:

- Silvopastoril con caprino ovino y bovino.
- Pastoreo extensivo en pastizales.
- Pastoreo extensivo en pastizales con matorral.
- Cultivos anuales con riego.
- Cultivos anuales sin riego.
- Cuerpos de agua.



- Referencias**
- Comunidades
- LEYENDA**
- Silvopastoral con caprino ovino y bovino
 - Pastoreo extensivo en pastizales
 - Pastoreo extensivo en pastizales con matorral
 - Cultivos anuales con riego
 - Cultivos anuales sin riego
 - Represa Caldera
 - Represa
 - Atajado

| USO ACTUAL | SUPERFICIE (Ha) | PORCENTAJE (%) |
|---|-----------------|----------------|
| Silvopastoral con caprino ovino y bovino | 142,07 | 0,67 |
| Pastoreo extensivo en pastizales | 3242,96 | 15,36 |
| Pastoreo extensivo en pastizales con matorral | 16736,54 | 76,8 |
| Cultivos anuales con riego | 895,47 | 4,24 |
| Cultivos anuales sin riego | 562,87 | 2,57 |
| Represa Caldera | 47,9 | 0,23 |
| Represa | 2 | 0,01 |
| Atajado | 27,04 | 0,13 |
| Total | 21141,85 | 100 |



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES

TESIS: CARACTERIZACION BIOFISICA DE LA CUENCA PEDAGOGICA DE YESEÑA, EN EL MUNICIPIO DE TARIJA, DEPARTAMENTO DE TARIJA, BOLIVIA, EN IMÁGENES DE SENSORES REMOTOS

MAPA: USO ACTUAL

Elaborado por: Iole Rodríguez Flores - Gabinete SIG

3.1.2.1. Unidades del uso actual de la tierra

3.1.2.1.1. Silvopastoril con caprino ovino y bovino



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.

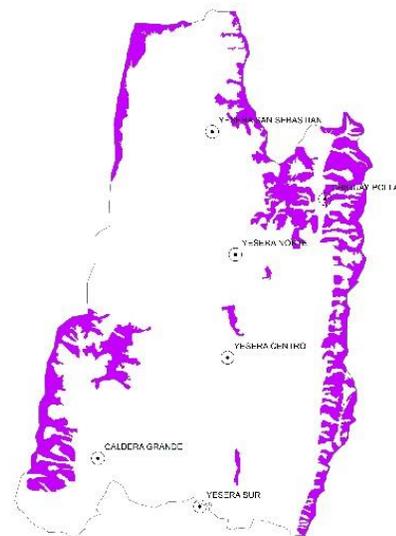
Se encuentra en la parte oeste de la comunidad Yesera Norte dentro la cuenca esta como un pequeño manchón, tiene una superficie de 142.07 ha. Comprendiendo una superficie de 0.67% del total de

la cuenca pedagógica de Yesera.

Está compuesto de un pequeño bosque ralo con pastizales, hacen el pastoreo extensivo con carga animal baja, mayormente realizan el pastoreo los bovinos y muy poco caprino con ovino.

3.1.2.1.2. Pastoreo extensivo en pastizales

Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.

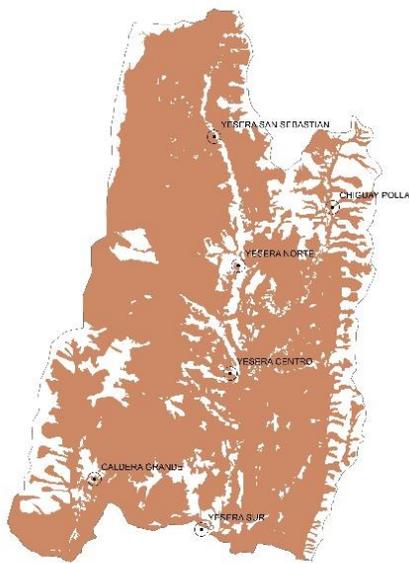




Está ubicado en las partes más altas de la cuenca pedagógica, se encuentran en todas las comunidades, abarca una superficie de 3247,96 ha. Comprendiendo un porcentaje de 15.36% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Compuesto solamente de diversos pastizales naturales, en el uso actual se realiza el pastoreo extensivo (carga animal media a baja) mayormente de bovino rala vez con caprino y ovino.

3.1.2.1.3. Pastoreo extensivo en pastizales con matorral



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.

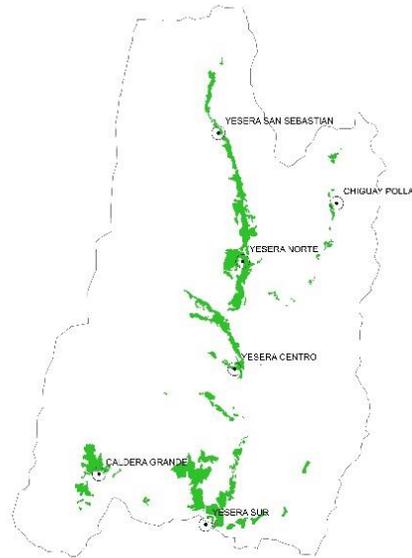


Mayor unidad del uso actual de la tierra que se encuentra en toda la cuenca distribuidas en todas las comunidades, con una superficie de 16236,54 ha. Comprendiendo un porcentaje de 76.8% del total de cuenca pedagógica de Yesera.

Compuesto de pastizales con matorrales de manera naturales, su uso actual es el pastoreo extensivo (carga animal media a baja) de bovino, ovino y caprinos.

3.1.2.1.4. Cultivos anuales con riego

Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.

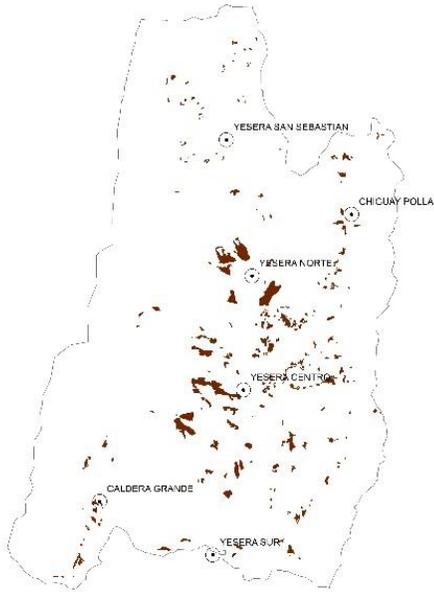


Los cultivos anuales con riego se encuentran en la parte media de la cuenca como una franja a lo largo, se ubica en todas las comunidades, compuesta por una superficie de 895,47 ha. Comprendiendo un porcentaje de 4. 24% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Su uso actual de la tierra son los cultivos anuales bajo riego por inundación, dicha agua se obtiene de las partes altas de la cuenca, las quebradas y del río principal.

Entre los cultivos más sembrados son: maíz, trigo, papa, arveja, alfalfa, cebada forrajera, cebolla entre otros.

3.1.2.1.5. Cultivos anuales sin riego



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14 °C.



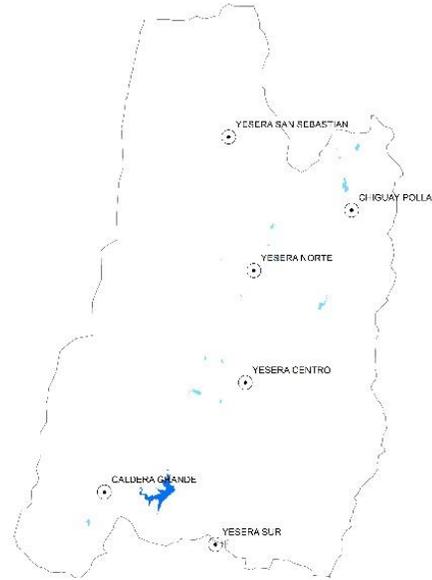
Los cultivos anuales sin riego se encuentran distribuidos en pequeños cultivos a lo largo y ancho de toda la cuenca en lugares donde es inaccesible el agua para riego, los cultivos anuales sin riego tienen una superficie de 542,87 ha. Comprendiendo un porcentaje de 2.57% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Estos cultivos se siembran en tiempos de lluvia ya que sus parcelas se ubican en lugares donde el agua de las quebradas no llega.

Mayormente cultivan maíz, arveja y papa.

3.1.2.1.6. Cuerpos de agua

Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.



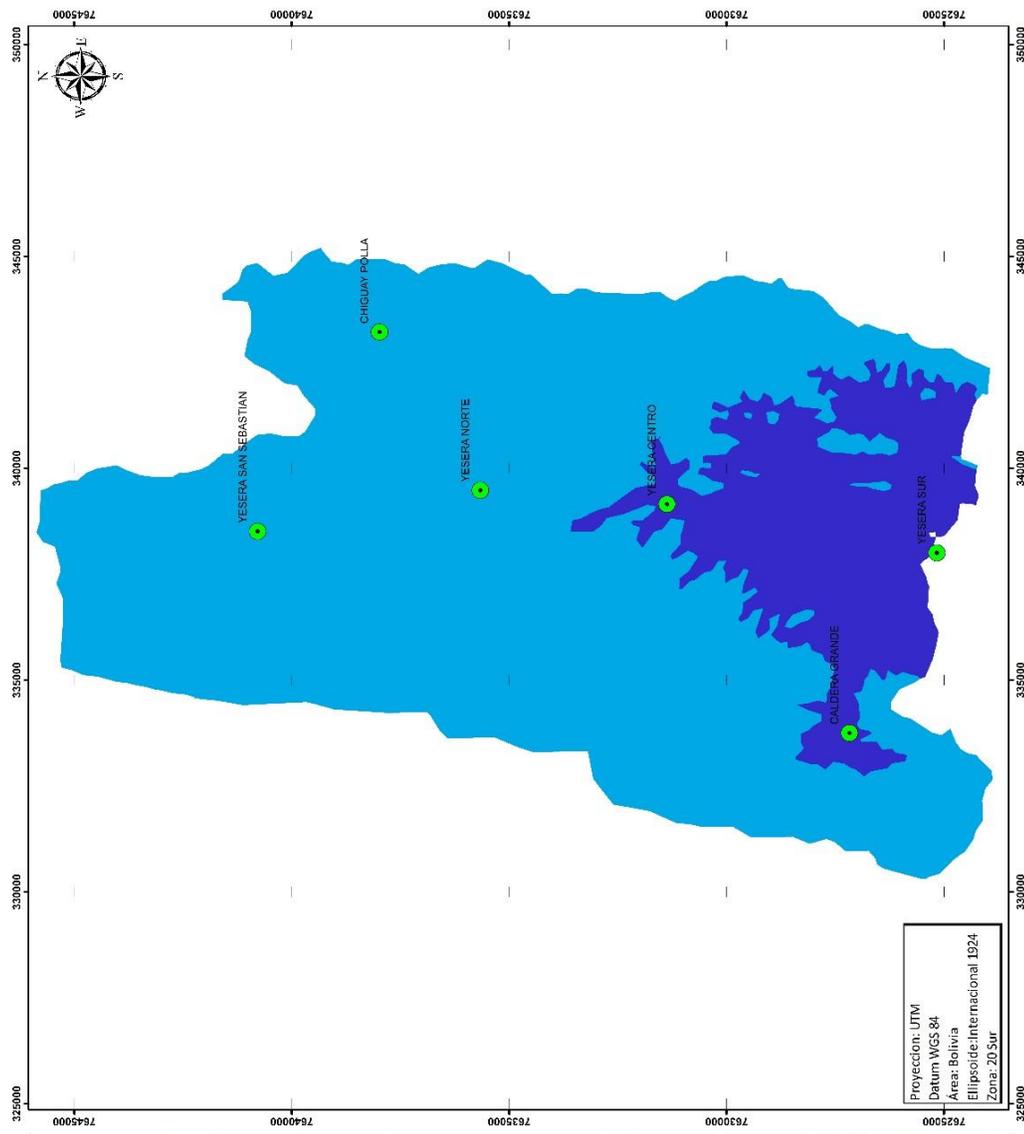
Los cuerpos de agua como la represa Caldera, como las demás represas y atajados se encuentran en todas las partes de las cuencas, abarcan una superficie de 76,94 ha. Comprendiendo un porcentaje de 0.37% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Los cuerpos de aguas mayormente lo utilizan para riego, ganado y uso piscícola.

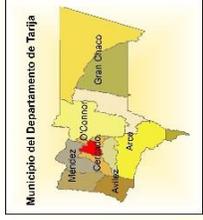
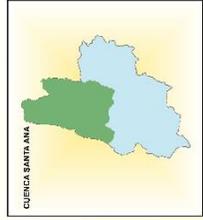
3.1.3. Clima

Como resultado de la aplicación y combinación de la precipitación con la altura de la cuenca pedagógica de Yesera, se determinaron dos tipos climáticos como se indica a continuación:

- Frío semiárido.
- Templado árido.



Proyección: UTM
 Datum WGS 84
 Área: Bolivia
 Elipsoide: Internacional 1924
 Zona: 20 Sur



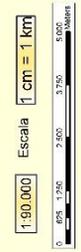
Referencias

- Comunidades

LEYENDA

- Frio semiarido
- Templado arido

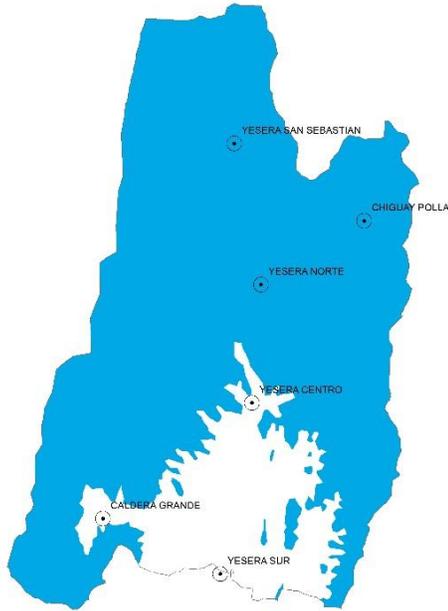
| SIMBOLO | DESCRIPCION | SUPERFICIE (Ha) | PORCENTAJE (%) |
|---------|----------------|-----------------|----------------|
| ● | Frio semiarido | 17323,2 | 81,9 |
| ● | Templado arido | 3818,65 | 18,1 |
| | Total | 21141,85 | 100 |



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
 TESIS: CARACTERIZACION BIOFISICA DE LA CUENCA PEDAGOGICA DE YESERA, EMPLEANDO SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA E IMÁGENES DE SENSORES REMOTOS
 MAPA: CLIMATICO
 Elaborado por: Ipolo Rodríguez Flores - Gabinete SIG

3.1.3.1. Unidades del clima

3.1.3.1.1. Frio semiárido



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.

El clima frío semiárido abarca la mayor parte de la cuenca estando en las comunidades de Yesera San Sebastián, Yesera Norte, Chiguay Polla, pequeñas partes de Yesera Centro y Caldera Grande, y en la parte este de Yesera

Sur. Cuenta con una superficie de 17323,2 ha. Y este clima abarca el 82% de la superficie de la cuenca pedagógica de Yesera.

La temperatura está entre los 12 a 18°C.

3.1.3.1.2. Templado árido

Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 2500 m.s.n.m., con un clima de templado árido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.

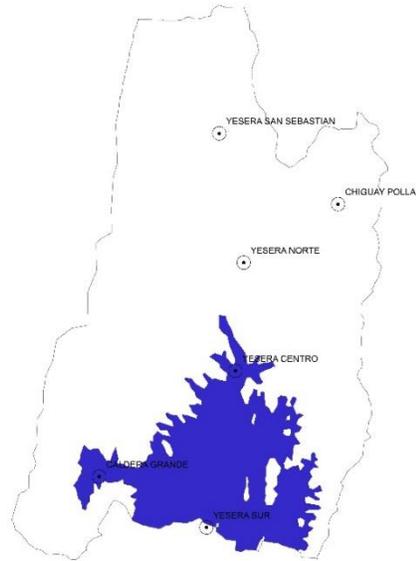
El clima templado árido abarca la menor parte de la cuenca con una superficie de 3818,65 ha. Que contiene un porcentaje del 18% de la cuenca pedagógica, comprende las comunidades de Yesera Sur, parte baja de Caldera Grande y la parte sur de Yesera Centro.

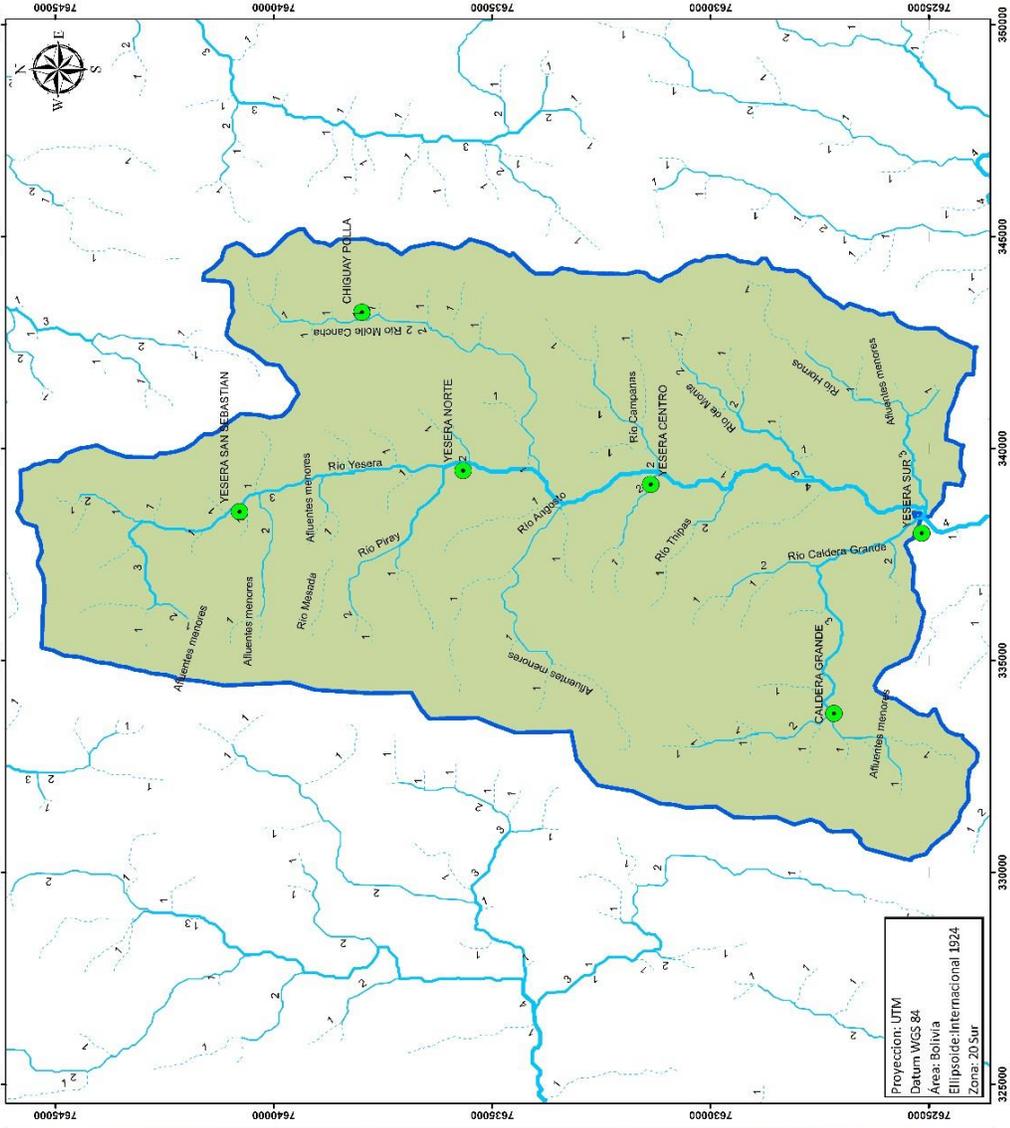
La temperatura está entre los 18 y 25 grados centígrados.

3.1.4. Red de drenaje

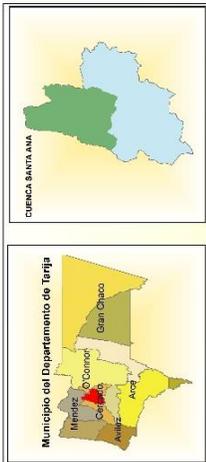
La cuenca pedagógica de Yesera, de acuerdo a Horton tiene cuatro números de órdenes que se menciona a continuación:

- Orden 1 se refiere a nacientes.
- Orden 2 se refiere a quebradas.
- Orden 3 se refiere a río de cuarto orden.
- Orden 4 se refiere a río de tercer orden.





Proyeccion: UTM
 Datum WGS 84
 Area: Bolivia
 Elipsoide: Internacional 1924
 Zona: 20 Sur



Referencias

- Comunidades

Numero de ordenes

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Ciencia estudiada

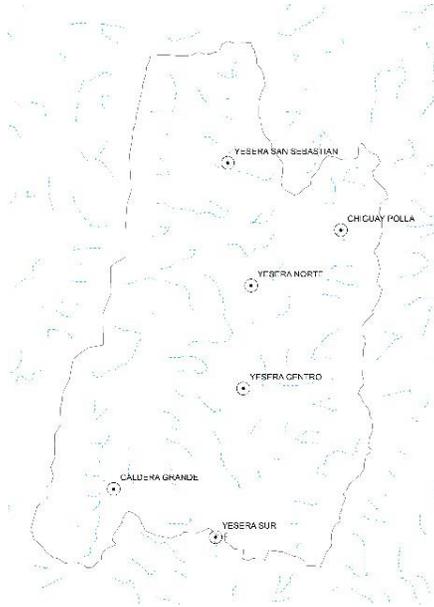
| NUMERO DE ORDENES SEGUN HORTON | | |
|--------------------------------|-------------------|---------------|
| SIMBOLO | DESCRIPCION | LONGITUD (km) |
| 1 | Nacientes | 2596,33 |
| 2 | Quebradas | 1299,63 |
| 3 | Rio cuarto orden | 695,59 |
| 4 | Rio tercer orden | 373,42 |
| 5 | Rio segundo orden | |
| 6 | Rio primer orden | |
| | Total | 4954,97 |



UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
 TESIS: CARACTERIZACION BIOFISICA DE LA CIENCIA PEDAGOGICA DE YESERA, EMPLEANDO SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA E IMAGENES DE SENSORES REMOTOS
 MAPA: RED DE DRENAJE
 Elaborado por: Ivete Rodríguez Flores - Gabinete SIG

3.1.4.1. Números de ordenes según Horton

3.1.4.1.1. Orden 1 – nacientes



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.

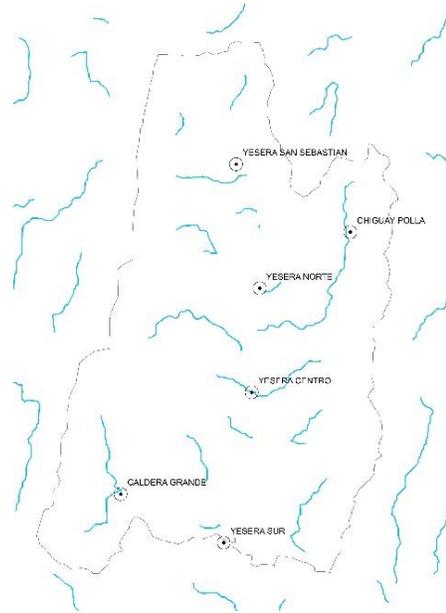


En la cuenca se evidenció varios afluentes menores o nacientes que se encuentran en las partes altas, es donde comienzan a nacer las aguas para posteriormente pasar a las quebradas.

La naciente en dicha cuenca pedagógica abarca una longitud de 2596,33 km.

3.1.4.1.2. Orden 2 – quebradas

Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.

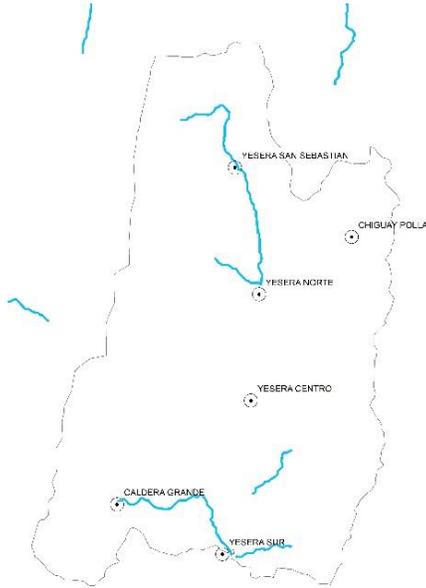


Las quebradas empiezan a partir de las nacientes para luego pasar a un río de cuarto orden, son de poca cantidad de agua cada quebrada.

En la cuenca pedagógica de Yesera se registró un total de 19 quebradas, de las cuales algunas tienen sus nombres como se mostrarán a continuación: en la comunidad de Yeseras San Sebastián en la parte Sudoeste se ubica el río mesada, en Chiguaypolla en la parte central se ubica el río Molle Cancha, en Yesera Norte en la parte Noroeste se ubica el río Piray y en la parte Sudoeste se ubica el río Angosto, en Yesera Centro en la parte Este se ubica el río Campana, en la parte Sudoeste se ubica el río de Monte, en la parte oeste se ubica el río Thipas, Caldera Grande en la parte norte se ubica el río Caldera grande y finalmente en Yesera Sud en la parte este se ubica el río Hornos.

Todas las quebradas del orden 2 juntas hacen una longitud total de 1299,63 km.

3.1.4.1.3. Orden 3 – río de cuarto orden



Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.

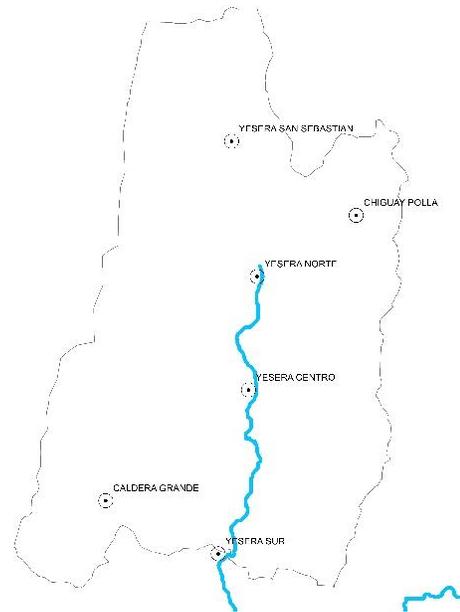


El río de cuarto orden de la cuenca pedagógica de Yesera, son donde las quebradas depositan sus pocas cantidades de aguas que posteriormente el río de cuarto orden a lo largo de su trayecto aumenta una considerable cantidad de agua.

El río de cuarto orden abarca desde la parte central de Yesera San Sebastián que baja hacia abajo por toda la parte media de la cuenca pedagógica, haciendo una longitud total de 695.59 km.

3.1.4.1.4. Orden 4 – río de tercer orden

Unidad que se encuentra ubicada en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental de los Andes a una altura de 2069 a 3271 m.s.n.m., con un clima de frío semiárido y templado árido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.



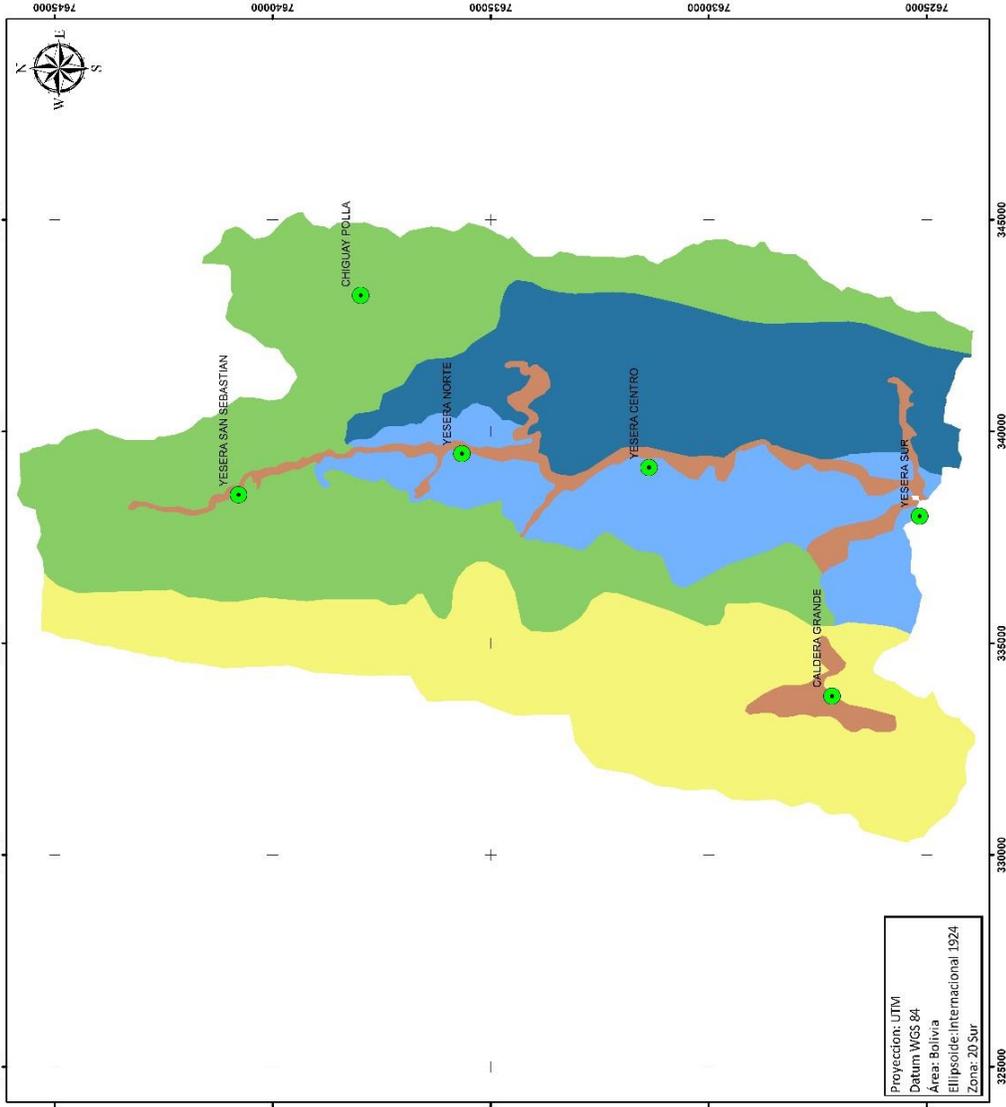
Este río de tercer orden dentro la cuenca pedagógica de Yesera es el río principal en el que todas sus aguas de la cuenca desembocan en este río que se denomina río Yesera, existe uno solo dentro la cuenca y empieza a partir de la comunidad de Yesera Norte desembocando por Yesera Sur.

El río Yesera de tercer orden tiene una longitud de 373,42 km.

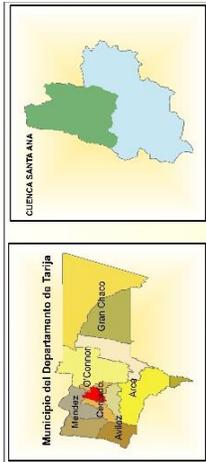
3.1.5. Fisiografía

Se logró identificar las siguientes unidades de paisajes fisiográficos

- Serranía alta.
- Serranía media.
- Colina baja.
- Llanura aluvial.
- Llanura de piedemonte.



Proyección: UTM
 Datum WGS 84
 Área: Bolivia
 Elipsoide: Internacional 1924
 Zona: 20 Sur



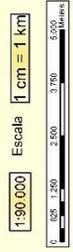
Referencias

- Comunidades

LEYENDA

- Serranía alta
- Serranía media
- Colina baja
- Llanura aluvial
- Llanura de piedemonte

| SÍMBOLO | TERRAZNA | TIPO DE SUELO | USO DEL SUELO | ÁREA (Hectáreas) | Porcentaje (%) |
|----------|-----------------------|-----------------------|---------------|------------------|----------------|
| [Symbol] | Serranía alta | Serranía alta | Indiferente | 595,25 | 28,7 |
| [Symbol] | Serranía media | Serranía media | Indiferente | 290,00 | 13,8 |
| [Symbol] | Colina baja | Colina baja | Indiferente | 272,00 | 12,9 |
| [Symbol] | Llanura aluvial | Llanura aluvial | Indiferente | 102,25 | 4,8 |
| [Symbol] | Llanura de piedemonte | Llanura de piedemonte | Indiferente | 292,00 | 13,8 |
| [Symbol] | Indiferente | Indiferente | Indiferente | 215,50 | 10,0 |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

TESIS: CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA DE LA CUENCA PEDAGÓGICA DE YESERA, EN VISIÓN DE LA PLANIFICACIÓN GEOGRÁFICA E IMÁGENES DE SENSORES REMOTOS

MAPA: FISIOGRAFICO

Elaborado por: Iván Rodríguez Flores - Gabriela SIG

3.1.5.1. Unidades de paisajes fisiográficos

3.1.5.1.1. Serranía alta



Unidad que se encuentra en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental los Andes, la cuenca pedagógica se caracteriza por presentar un paisaje típicamente de valle seco, con elevaciones que sobrepasan los 3.000 msnm. Cuenta con un clima frío semiárido y templado árido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.

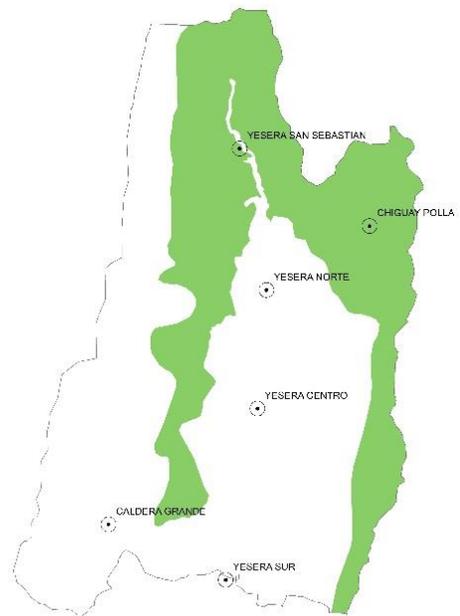


La cuenca pedagógica de Yesera cuenta con una serranía alta en la parte oeste de la cuenca que se extiende como una franja a lo largo, tiene una superficie de 5650,35 ha. Y abarca un porcentaje dentro la cuenca del 27%.

La serranía alta tiene una disección moderada, está en el gran paisaje dentro de serranías ubicado en la cordillera oriental.

3.1.5.1.2. Serranía media

Unidad que se encuentra en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental los Andes, la cuenca pedagógica se caracteriza por presentar un paisaje típicamente de valle seco, con elevaciones que no sobrepasan los 3.000 msnm. Cuenta con un clima frío semiárido y templado árido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.



La serranía media se ubica dentro la cuenca pedagógica de Yesera en todas las comunidades, pero con menor tamaño en Caldera Grande y Yesera Sur, presenta una superficie de 7999,45 ha. Con un porcentaje total de 38% dentro la cuenca.

Presenta una disección muy fuerte, en el gran paisaje está dentro las serranías ubicado en la cordillera oriental.

3.1.5.1.3. Colina baja



Unidad que se encuentra en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental los Andes, la cuenca pedagógica se caracteriza por presentar un paisaje típicamente de valle seco, con elevaciones que no sobrepasan los 2500 msnm. Cuenta con un clima frío semiárido y templado árido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.

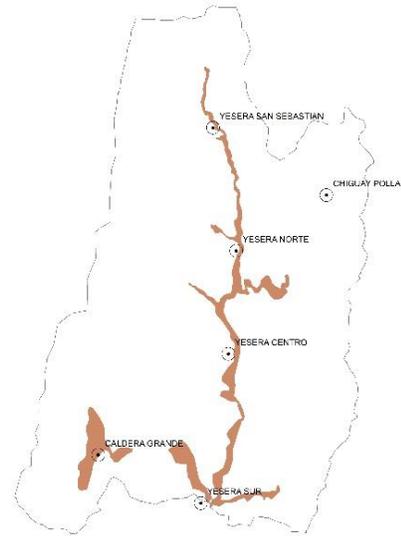


Las colinas bajas se encuentran en la parte este de las comunidades Yesera Norte, Yesera Sur y Yesera Centro, tienen una superficie de 3770,78 ha. Y abarca dentro la cuenca un porcentaje del 18% del total de la superficie.

Presenta una disección ligera, está ubicado en las colinas dentro del gran paisaje, en la cordillera oriental.

3.1.5.1.4. Llanura aluvial

Unidad que se encuentra en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental los Andes, la cuenca pedagógica se caracteriza por presentar un paisaje típicamente de valle seco, con elevaciones que no sobrepasan los 3.000 msnm. Cuenta con un clima frío semiárido y templado árido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.



Dentro la cuenca pedagógica de Yesera las llanuras aluviales se encuentran en las partes bajas, va como una franja delgada en medio de la cuenca a lo largo, presenta una superficie de 1021,83 ha. Que abarca el 5% de porcentaje dentro la cuenca.

La llanura aluvial presenta una moderada disección, se ubica en las llanuras dentro del gran paisaje perteneciente a la cordillera oriental.

3.1.5.1.5. Llanura de piedemonte



Unidad que se encuentra en el interior de la cadena montañosa de la Cordillera Oriental los Andes, la cuenca pedagógica se caracteriza por presentar un paisaje típicamente de valle seco, con elevaciones que no sobrepasan los 3.000 msnm. Cuenta con un clima frío semiárido y templado árido y con una temperatura medias máximas y mínimas existe una variación promedio de 14°C.



Dentro la cuenca pedagógica de Yesera las llanuras de piedemonte se encuentran en las partes bajas, se ubican en las comunidades de Yesera Norte, Yesera Centro y Yesera Sur están como una franja que pasa por las tres comunidades, presenta una superficie de 2699,44 ha. Y presenta un porcentaje de 13% del total de la cuenca.

La llanura piedemonte presenta una disección fuerte, se ubica en el piedemonte dentro del gran paisaje perteneciente a la cordillera oriental.

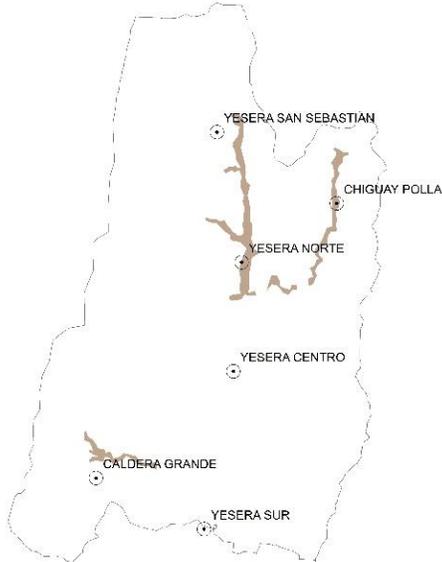
3.1.6. Geología

En la cuenca pedagógica de Yesera se pudo identificar las siguientes unidades de geología:

- Material suelto de cantos, gravas, arenas, limos y arcillas.
- Gravas, arenas, limos y arcillas.
- Material semiconsolidado de cantos, gravas, arenas, limos y arcillas.
- Conglomerados, areniscas arcillosas, limolitas y arcilitas rojas.
- Calizas silicificadas, margas, arcilitas y chert.
- Lutitas rojas con pigmentación verde, y diacmititas violáceas.
- Diamictita gris, masiva, con fractura concoidal.
- Areniscas blancas, conglomerados y diacmititas grises.
- Areniscas arcóscicas gris-marrón y limolitas gris oscuras.
- Lutitas y limolitas micáceas, gris oscuras.
- Areniscas sabulíticas blanquecinas.
- Intercalación de areniscas, areniscas limosas y lutitas gris verdosas.

3.1.6.1. Unidades de geología

3.1.6.1.1. Material suelto de cantos, gravas, arenas, limos y arcillas



Se ubica en las partes bajas de las comunidades de Caldera Grande, Yesera Norte, Yesera San Sebastián y Chiguay Polla, esta unidad geológica tiene una superficie de 502,65 ha. Haciendo un porcentaje de 2,4% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

El material suelto de cantos, gravas, arenas, limos y arcillas pertenece a la edad del cuaternario, perteneciendo a las formaciones de depósitos aluviales.

3.1.6.1.2. Gravas, arenas, limos y arcillas

Se ubica como una franja en las partes bajas de las comunidades de Yesera Norte, Yesera Centro y Yesera Sur, esta unidad geológica tiene una superficie de 2708,7 ha. Haciendo un porcentaje de 12,8% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Las arenas, gravas, limos y arcillas pertenecen a la edad del cuaternario, perteneciendo a las formaciones de depósitos coluvio fluvial.



3.1.6.1.3. Material semiconsolidado de cantos, gravas, arenas, limos y arcillas



Esta unidad geológica se ubica en pequeños manchones en las partes bajas de las comunidades de Yesera Norte y Yesera Sur, tiene una superficie de 153,92 ha. Y un porcentaje 0.7% del total de la superficie.

Este material semiconsolidado de cantos, gravas, arenas, limos y arcillas pertenece a la edad del cuaternario, perteneciendo a las formaciones de depósitos de terrazas.

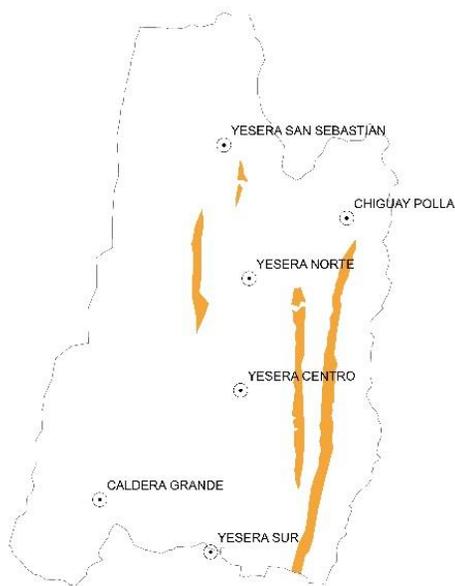
3.1.6.1.4. Conglomerados, areniscas arcillosas, limolitas y arcilitas rojas

Esta unidad geológica se ubica en las partes bajas como pequeños manchones en las comunidades de Yesera Norte, Yesera Centro y Yesera Sur, tiene una superficie de 297,82 ha. Y un porcentaje de 1.4% del total de la cuenca pedagógica.

Este material de conglomerados, areniscas arcillosas, limolitas y arcilitas rojas pertenece a la edad del terciario, formado con formaciones Yesera.



3.1.6.1.5. Calizas silicificadas, margas, arcilitas y chert



Esta unidad geológica se ubica en franjas en la parte este de la cuenca y una pequeña franja en el centro, están en las comunidades de Yesera San Sebastián, Yesera Norte, Yesera Centro y Yesera Sur, tiene una superficie de 943,95 ha. Y un porcentaje de 4.5% del total de la cuenca pedagógica.

Esta unidad de Calizas silicificadas, margas, arcilitas y chert pertenecen a la edad pérmico, formados con formaciones Vitiacua.

3.1.6.1.6. Lutitas rojas con pigmentación verde, y diacmititas violáceas

Esta unidad geológica se ubica como pequeñas franjas delgadas en la parte este de la cuenca pedagógica, ubicados en las comunidades de Chiguay Polla, Yesera Norte, Yesera Centro y Yesera Sur, tiene una superficie de 483,54 ha. Y con un porcentaje de 2.3% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

La unidad de Lutitas rojas con pigmentación verde, y diacmititas violáceas pertenece a la edad del carbonífero formado por formaciones Taiguati.



3.1.6.1.7. Diamictita gris, masiva, con fractura concoidal



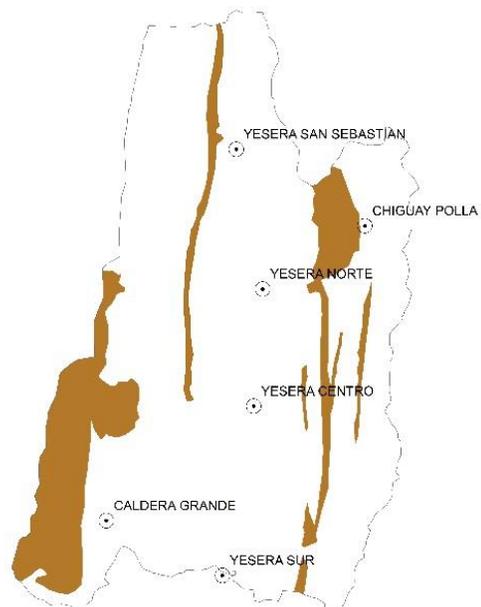
Esta unidad geológica se ubica como una pequeña franja delgada en la parte norte de la cuenca pedagógica, ubicados en las comunidades de Yesera San Sebastián, Yesera Norte y Yesera Centro, tiene una superficie de 548,25 ha. Y un porcentaje de 2.6% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Esta unidad de Diamictita gris, masiva, con fractura concoidal pertenece a la edad del carbonífero formado por formaciones Tarija.

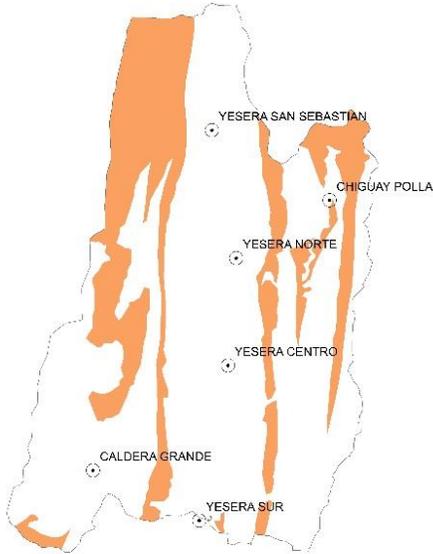
3.1.6.1.8. Areniscas blancas, conglomerados y diacmititas grises

Esta unidad geológica se ubica en franjas delgadas en el centro, parte oeste y parte este de la cuenca pedagógica, está ubicada en todas las comunidades, tiene una superficie de 3394,9 ha. Y un porcentaje de 16.1% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Esta unidad Areniscas blancas, conglomerados y diacmititas grises pertenece a la edad del carbonífero formado por formaciones Tupambi.



3.1.6.1.9. Areniscas arcósicas gris-marrón y limolitas gris oscuras



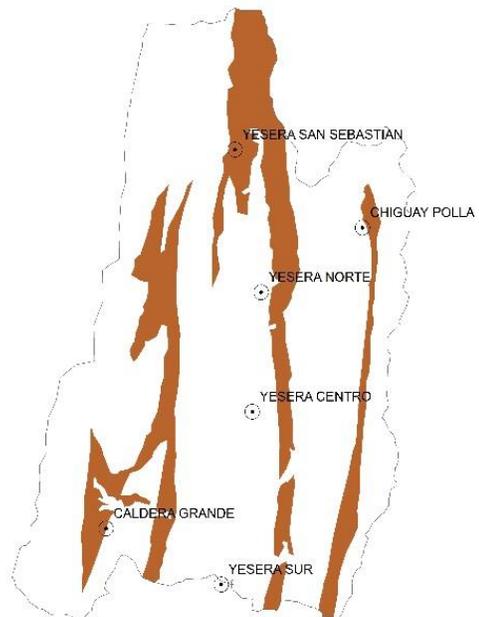
Esta unidad geológica se ubica en franjas en las partes este y oeste de la cuenca pedagógica, en todas las comunidades comprende, tiene una superficie de 5549,27 ha. Y con un porcentaje de 26.2% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Esta unidad Areniscas arcósicas gris-marrón y limolitas gris oscuras pertenece a la edad devónico formado por formaciones Huamampampa.

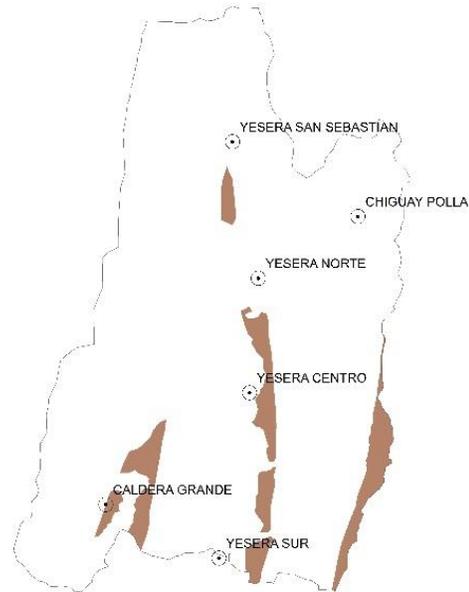
3.1.6.1.10. Lutitas y limolitas micáceas, gris oscuras

Esta unidad geológica se ubica en franjas en todas las partes de la cuenca pedagógica, en todas las comunidades comprende esta unidad geológica, tiene una superficie de 4337,9 ha. Y con un porcentaje de 20.5% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Esta unidad de Lutitas y limolitas micáceas, gris oscuras pertenece a la edad devónico formado por formaciones Icla.



3.1.6.1.11. Areniscas sabulíticas blanquecinas



Esta unidad geológica se ubica en franjas en las partes media y sur de la cuenca pedagógica, ubicados en las comunidades de Yesera San Sebastián, Yesera Norte, Yesera Centro, Yesera Sur y Caldera Grande tiene una superficie de 1409,67 ha. Y con un porcentaje de 6.7% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Esta unidad de Areniscas sabulíticas blanquecinas pertenece a la edad devónico formado por formaciones Santa Rosa.

3.1.6.1.12. Intercalación de areniscas, areniscas limosas y lutitas gris verdosas

Esta unidad geológica se ubica en franjas delgadas en las partes este y sur de la cuenca pedagógica, ubicados en las comunidades de Chiguay Polla, Yesera Norte, Yesera Sur, Yesera Centro y Caldera Grande tiene una superficie de 811,78 ha. Y con un porcentaje de 3.8% del total de la cuenca pedagógica de Yesera.

Esta unidad de Intercalación de areniscas, areniscas limosas y lutitas gris verdosas pertenece a la edad silúrico formado por formaciones Tarabuco.



3.2. DISCUSIÓN

Se identificó nueve unidades de cobertura vegetal en el área de estudio, lo cual se cumplió con las expectativas ya que se realizó de la mejor manera que fue mediante la digitalización, pero se puede complementar estudios realizando más a profundo cada característica biofísica teniendo los recursos necesarios. Estas unidades de cobertura vegetal varían a lo largo y ancho de la cuenca pedagógica de Yesera, existiendo una variación de diversas especies de vegetación.

Los cultivos con riego mayormente están a los lados del río principal de la cuenca pedagógica de Yesera, a diferencia de los cultivos sin riego que están en lugares donde el agua no llega y esperan la época de lluvias para realizar sus cultivos tradicionales.

El clima varía casi nada, es constante a lo largo del tiempo, se mantiene constante con sus dos tipos de clima que son frío semiárido ubicados en las partes más altas y el templado árido en las partes bajas.

Sus afluentes y red de drenajes empiezan en las partes más altas de la cuenca, estas se denominan nacientes lo cual a medida que van descendiendo sus pocas cantidades de agua van aumentando considerablemente hasta llegar al río principal, por ser con pendientes muy fuertes las nacientes, bajan en gran fuerza el agua generando un poco de arrastres de sedimentos, pero esto se controla a medida que llega a la parte media y baja de la cuenca pedagógica de Yesera.

En la serranía alta del área de estudio existe poca vegetación con respecto a las llanuras de pie de monte, donde se observa mayor cantidad de vegetación y pastoreo extensivo, el estudio de la fisiografía evidencio que existen 5 unidades fisiográficas, estas difícilmente cambiarán en miles de años.

Las diversas unidades geológicas encontradas en este estudio realizado muestran que el suelo está formado y compuesto por varias unidades lo cual tiene diversas formaciones.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

-Cobertura vegetal: Se evidenció que la cuenca pedagógica de Yesera está cubierta en su mayoría de vegetación herbácea con sinusia arbustiva lo cual equivale al 55.03% del total de la cuenca, está distribuido en todas las comunidades pertenecientes a la cuenca pedagógica de Yesera, las demás unidades encontradas son pequeñas cantidades que de igual manera se encuentran en distintos lugares.

Las diferentes unidades de cobertura vegetal varían en cuanto a las especies y el lugar en el que se encuentren, dependen de varios factores como físicos y biológicos.

-Uso actual de la tierra: Se encontraron 6 unidades del uso de la tierra en toda la cuenca pedagógica de Yesera, los cultivos agrícolas se realizan más que todo en la parte baja de la cuenca aprovechando el cauce principal que es el río Yesera, los cultivos que realizan en su mayoría son anuales.

Existen en gran parte de la cuenca pedagógica de Yesera el pastoreo extensivo con bovino y rala vez ovino y caprino, aprovechan el pastoreo en praderas y colinas con pasturas naturales.

-Clima: En la cuenca pedagógica de Yesera existen dos tipos de climas que son: frío semiárido encontrados en la zona más alta de la cuenca y templado árido que está en las zonas más bajas de la cuenca, en estos dos climas no hay mucha variación en cuanto para que realicen los comunarios sus cultivos.

En las partes altas de la cuenca pedagógica de Yesera existen mayores precipitaciones, es la zona de recarga hídrica de la cuenca. La vegetación que se encuentra en cada lugar varía de acuerdo al clima que existe.

-Red de drenaje: Existen cuatro números de órdenes a lo largo de la cuenca pedagógica de Yesera, las nacientes comienzan de las partes más altas de la cuenca, lo cual luego estas se unen a las quebradas donde va aumentando la cantidad de agua,

posteriormente estas quebradas llegan a un río de cuarto orden para finalmente llegar a un único río de tercer orden que es denominado río Yesera.

-Fisiografía: La cuenca pedagógica de Yesera contiene cinco unidades de paisajes fisiográficos, estos están bien marcados en toda la cuenca.

Existe una serranía alta que sobrepasan los 3000 m.s.n.m. ubicada como una franja a lo largo de la parte oeste de la cuenca, la mayor unidad de paisaje fisiográfico que se encontró fue las serranías medias que están presentes en toda el área de estudio donde en esta unidad se realiza el pastoreo. En las partes bajas de la cuenca pedagógica de Yesera existen las llanuras aluviales los cuales aquí se realizan mayormente los diferentes cultivos.

-Geología: Se encontró en la cuenca pedagógica de Yesera doce unidades de geología de las cuales la mayoría contiene gravas, arenas, limos y arcillas. Todas las unidades geológicas están bien definidas, las estructuras geológicas de la zona están conformadas por varias formaciones como: depósitos Aluviales, formaciones depósitos Coluvio Fluvial, formaciones de depósitos de Terrazas, formaciones Yesera, formaciones Vitiacua, formaciones Taiguati, formaciones Tarija, formaciones Tupambi, formaciones Huamampampa, formaciones Icla, formaciones Santa Rosa y finalmente formaciones Tarabuco.

4.2 RECOMENDACIONES

- Crear concientización para los comunarios que habitan en la cuenca pedagógica de Yesera, acerca de la importancia y de la diversidad de los recursos naturales, ya que se pudo encontrar diversas características biofísicas valiosas.
- Utilizar la información generada en esta investigación para potenciar al proyecto de la cuenca pedagógica de Yesera, para un manejo integral.
- Cuidar los recursos naturales de la cuenca ya que cumplen diversas funciones.
- Investigar e invertir en cultivos alternativos que a la vez sean productivos económicamente.

- Evitar la contaminación para que no existan cambios en la vegetación nativa y en los cultivos agrícolas.
- Cuidar las partes altas de la cuenca para que siga aportando la calidad del recurso hídrico a las partes bajas.