

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.- La tierra y los recursos de la tierra

Según **FAO/UNEP (1997)** con el término tierra, se refieren a un área definible de la superficie terrestre, abarcando todos los atributos de la biósfera inmediatamente por arriba y por debajo de esa superficie, incluyendo aquellos atributos climáticos cercanos a esta. El suelo y las formas del terreno, la superficie hidrológica, incluyendo lagos poco profundos, ríos, humedales y pantanos, las capas sedimentarias cercanas a la superficie y el agua subterránea asociada y las reservas geo-hidrológicas, las poblaciones animales y vegetales, los modelos de asentamientos humanos y los resultados físicos de la actividad humana pasada y presente terrazas, estructuras para drenaje o almacenamiento de agua, caminos, edificios y otros.

Los recursos tierra son lentamente no renovables, sin embargo, su tasa de degradación excede su tasa natural de regeneración. En términos prácticos, esto significa, que la tierra que se pierde por degradación no es naturalmente reemplazada dentro del lapso de una vida humana, dando lugar así a una pérdida de oportunidades para las siguientes generaciones **FAO/UNEP (2000)**.

1.1.1.- El manejo de los recursos tierra.

El mejoramiento del manejo de la tierra que asegura un mejor uso de los recursos y promueve la sostenibilidad a largo plazo, es fundamental para el futuro de la producción de alimentos y para el bienestar económico de las comunidades rurales. A causa de los aspectos dinámicos del manejo de la tierra, es esencial tener un enfoque flexible y adaptable a este "proceso" para supervisar la calidad y la cantidad de los recursos de la tierra del mundo tales como suelo, agua, nutrimentos de las plantas y para determinar cómo las actividades humanas afectan esos recursos. Sin embargo, la evaluación sistemática de la sostenibilidad de los planes de uso de la tierra, actuales o futuros, pueden ser entorpecidos por demasiados datos detallados difíciles de

interpretar, por falta de información básica con la cual comparar el cambio o por datos que son inconsistentes en el tiempo o en el área geográfica. **USDA (1994)**.

1.2.- Cobertura de la tierra.

La definición de cobertura de la tierra es fundamental, ya que en muchas clasificaciones y leyendas se la confunde con la definición de uso de la tierra (Land use).

Según **DI GREGORIO (2005)** la cobertura de la tierra, es la cobertura (bio) física que se Observa sobre la superficie.

Cuando nos remitimos pura y estrictamente a la cobertura de la tierra, debería estar restringido a la descripción de la vegetación y elementos antrópicos. Consiguientemente, áreas donde la superficie terrestre consiste en afloramientos rocosos o suelo desnudo, están describiendo la tierra (Land) propiamente y no la cobertura de la tierra. Así mismo, es discutible si debiésemos considerar realmente a los cuerpos de agua como cobertura de la tierra. Sin embargo, en la práctica, la comunidad científica usualmente incluye a estos elementos dentro el término cobertura de la tierra. **FAO/UNEP (2005)**.

La cobertura biofísica tal cual se observa directamente o a través de sensores remotos y que incluye la vegetación natural o cultivada, construcciones hechas por el hombre y otros como agua, hielo, afloramientos rocosos, depósitos de arena, evaporitas, etc. **Superintendencia Agraria. (2001)**.

La cobertura puede ser considerada como la proporción de un área de la tierra, substrato o superficie acuática cubierta por un estrato o capa de plantas, consideradas al nivel vertical más grande de cada planta en el estrato o capa. **Eiten (1968)**.

Se hace una distinción entre cerrado (más de 60-70%), abierto (de 70-60% a 20-10%), cerrado a abierto (entre 100 y 15%) y escaso (de 20-10% a 1%). La razón de expresar la cobertura a través de rangos en lugar de usar valores absolutos. Como las plantas herbáceas son de carácter estacional, se debe aclarar que la cobertura de la vegetación herbácea siempre debe ser considerada en la época de máximo desarrollo.

Cerrado (más de 70-60%) - Un estrato o capa de cierto tipo de Forma de Vida que cubre más de 70-60% de un área definida. Una cobertura cerrada compuesta por árboles o arbustos tiene sus copas interpuestas, tocándose o muy escasamente separadas. En el último caso, la distancia entre dos perímetros no es mayor a 1/6 el diámetro promedio de la copa. Las copas pueden formar un dosel cerrado regular o irregular. **Eiten (1968)**.

Abierto (70-60% a 20-10%) - Un área definida que está cubierta por una cierta forma de Vida entre 70-60 y 20-10 %. En el caso de árboles y arbustos, las copas usualmente no se entrelazan. La distancia entre los perímetros puede variar desde valores muy bajos hasta dos veces el promedio del diámetro. **Eiten (1968)**.

Esta categoría se subdivide en Abierta (70-60 a 40%) y Muy Abierta (40 a 20-10%).

Escaso (20-10 a 1%) - Un área definida que está cubierta por un cierto estrato de plantas entre 20-10 a 1%. La distancia entre dos perímetros de una Forma de Vida es mayor al doble del promedio del diámetro perimetral. **Eiten (1968)**. En muchos casos, una Forma de Vida escasa o rala puede estar asociada con otra Forma de Vida de mayor cobertura continua, por ejemplo, las sabanas están caracterizadas por árboles escasos que se levantan sobre un estrato herbáceo cerrado o abierto. Se hace una distinción entre Escaso (20-10 a 4%) y Disperso (4-1%).

Cerrado a Muy Abierto (100 a 15%) - Un estrato de una cierta Forma de Vida que cubre entre 100 a 15% de un área definida. Las copas pueden formar un dosel cerrado regular o irregular (ver también: abierta; cerrada).

Cerrado a Abierto (100 a 40%) - Un estrato de cierta Forma de Vida que cubre entre 100 y 40% de un área definida. Las copas forman un dosel cerrado regular o irregular (ver también: abierto; cerrado).

1.2.1.- Definición de las clases de cobertura vegetal.

1.2.1.1.- Bosque.

Comprende toda formación vegetal leñosa natural mayor a 1 hectárea, con predominio de especies arbóreas de una altura superior a 5 metros o más, una cubierta

de dosel superior al 30 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ, o que por su formación y composición, deba considerarse como tal. Se desarrollan sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; se incluyen la vegetación secundaria o en transición. No incluye tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano. **Diana (2012).**

Según la FAO, "bosque" es definido por tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 mts, y una cubierta de copas superior al 10% o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano. **FAO/UNEP (2005).**

De otro lado en el informe de la Conferencia de las Partes celebrado en Marrakech Anexo de definiciones señala: "bosque" es la superficie mínima de tierras de entre 0,05 y 1,0 hectáreas (ha) con una cubierta de copa (o una densidad de población equivalente) que excede del 10 al 30% y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de entre 2 y 5 metros (m) a su madurez in situ. **CNUCC (2002).**

1.2.1.2.- Vegetación arbustiva y herbácea.

Vegetación arbustiva

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica. Se incluyen otros tipos de cobertura tales como las áreas cubiertas por vegetación arbustiva con dosel irregular y presencia de arbustos, palmas, enredaderas y vegetación de bajo porte. **Diana (2012).**

Vegetación herbácea.

Se definen como herbáceas aquellas plantas sin tallo o tronco persistente, ni retoños encima de la superficie y que no tengan una estructura firme definida. **Scoggan (1978).**

Existen dos categorías dependiendo en su fisonomía, llamadas Gramíneas y No Gramíneas **Kuechler y Zonneveld (1988); UNESCO (1973).**

El clasificador Herbáceas puede ser aplicado en dos casos:

- _ La vegetación es una mezcla intrincada de Formas de Vida diferentes (por ejemplo, Gramíneas y No Gramíneas) que forman un estrato continuo de los dos elementos.
- _ El nivel de detalle de la descripción de la clase no requiere una separación entre Gramíneas y no Gramíneas.

No Gramíneas - Son todas las plantas herbáceas de hoja ancha en el sentido común (por ejemplo, girasol, trébol, etc.) y todas las plantas herbáceas no gramíneas UNESCO (1973). Por tanto, se incluyen los helechos, excepto los árboles helechos Kuechler y Zonneveld (1988) y aquellas muy bajas sin hojas y suculentas. Eiten (1968).

Gramíneas - Incluyen todos los pastos herbáceos y otras plantas de hojas muy angostas con apariencia de pasto, pero que no son pastos de acuerdo a la definición taxonómica. Kuechler y Zonneveld (1988). Los bambúes son técnicamente pastos pero ellos son Leñosos en su forma y por tanto clasificados como Arbustos o Árboles.

1.2.1.3.- Áreas Antrópicas

Son áreas que exhiben una mayor alteración por las actividades humanas ya sea en términos de actividades agrícolas, pecuarias, agroforestales, usos urbanos, etc. Comprende desde unidades netamente agrícolas, hasta unidades miscelánicas conformadas por un patrón irregular de parcelas agrícolas mezcladas con matorrales, pastizales y otras coberturas no mapeables a escalas pequeñas.

1.3.- Uso de la Tierra.

El uso de tierra está caracterizado por los arreglos, actividades e insumos que el hombre emprende en un cierto tipo de cobertura de la tierra para producir, cambiarla o mantenerla. Esta definición establece un enlace directo entre la cobertura de la tierra y las acciones del hombre en su medio ambiente.

Los siguientes ejemplos son una ilustración adicional de las definiciones anteriores:

- "Pastizal" es un término de cobertura, mientras que "área de pastoreo" o "cancha de tenis" se refieren al uso que se da a esta cobertura.
- "Área de recreación" es un término de uso de tierra que puede ser aplicable a diferentes tipos de cobertura, por ejemplo: superficies arenosas, como una playa; un área construida como parque de recreación; bosques, etc. **Di Gregorio (2005)**.

La tierra no debe ser considerada simplemente como el suelo y la superficie topográfica sino que abarca muchos otros elementos como los depósitos superficiales, los recursos de agua y clima y también las comunidades animales y vegetales que se han desarrollado como resultado de la interacción de esas condiciones físicas. Los resultados de las actividades humanas, reflejadas en cambios en la cobertura vegetativa o en las estructuras, también son vistas como características de la tierra. Cambiando uno de los factores tal como el uso de la tierra, tendrá un impacto sobre otros factores como la flora y la fauna, los suelos, la distribución superficial del agua y el clima. Los cambios en esos factores se pueden fácilmente explicar en razón de la ecodinámica del sistema y la importancia de sus relaciones en la planificación y el manejo de los recursos de la tierra es evidente. **FAO/UNEP (2000)**.

1.3.1.- Uso actual de la tierra.

Se refiere a la actividad humana presente al momento de hacer la observación y/o a la descripción de sus características en una época determinada sin tomar en consideración su potencial o uso futuro. **Superintendencia Agraria (2001)**.

1.4.- Herramientas para el estudio de la cobertura de la tierra

1.4.1.- ¿Qué es un SIG.?

Un SIG es fundamentalmente una herramienta para trabajar con información georreferenciada, para el manejo de información geográfica y los elementos básicos que canalizan la gestión de todo aquello que de un modo u otro, presente un componente geográfico susceptible de ser aprovechado. **Víctor (2014)**.

Para comenzar a tener una idea correcta de lo que representa e implica un SIG, veamos un sencillo ejemplo. Supongamos el caso de un organismo o empresa cuyo trabajo incluye la gestión de una masa forestal. Este trabajo de gestión implicará algunas actividades en las cuales se utiliza en mayor o menor medida información georreferenciada:

- ❖ Delimitación de las distintas zonas inventariables y unidades dasocráticas (montes, cantones, rodales, etc.)
- ❖ Diseño de inventarios.
- ❖ Realización de inventarios y gestión de sus datos para la obtención de resultados tales como estimaciones de volúmenes maderables.
- ❖ Gestión de infraestructuras del monte tales como vías de comunicación, torres de vigilancia contra incendios, etc.

Partiendo del ejemplo anterior, podemos dar una definición más precisa y formal de lo que realmente es un SIG. Básicamente, un SIG ha de permitir la realización las siguientes operaciones:

- ❖ Lectura, edición, almacenamiento y en términos generales, gestión de datos espaciales.
- ❖ Análisis de dichos datos. Esto puede incluir desde consultas sencillas a la elaboración de complejos modelos, y puede llevarse a cabo tanto sobre la componente espacial de los datos (la localización de cada valor o elemento) como sobre la componente temática (el valor o el elemento en sí).
- ❖ Generación de resultados tales como mapas, informes, gráficos, etc.

En función de cuál de estos aspectos se valore como más importante, encontramos distintas definiciones formales del concepto de un SIG. **Víctor (2014)**.

En palabras habituales, un SIG es un conjunto de software y hardware diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos». **Víctor (2014)**.

Es un sistema compuesto por hardware, software, procedimientos y equipo humano para capturar, manejar, manipular, transformar, analizar y modelizar datos geográficos, permitiendo representar los objetos del mundo real en términos de posición, atributos y de las interrelaciones espaciales, con el objeto de analizar estos datos y de resolver problemas de gestión y planificación. **Francisco (2014).**

1.4.2.- Elementos de un SIG.

a). Hardware.

- CPU, unidades de memoria.
- Unidades de entrada de datos: digitalizador, escáner, imágenes de satélites, 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.
- Interacción con el usuario preguntas. Generación de informes. Creación de nuevos datos y nueva cartografía, transformaciones.

1.4.3.- Concepciones del mundo Raster vs. Vectorial.

Desde el punto de vista de la informática existen dos formas diferentes de entender la representación del mundo. Para entender cualquier sistema de cartografía digital es muy importante saber cuál de estos dos sistemas se utiliza. **Francisco (2014).**

RASTER

VECTORIAL

VENTAJAS

VENTAJAS

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estructuras simples de datos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gráficos y mapas más precisos |
|--|---|

- Fácil análisis de áreas.
- Tecnología barata.
- Buena representación de límites Confusos.
- Buen análisis de redes.
- Menos volumen de memoria.
- Actualización de datos sencilla.

INCONVENIENTES

- Gran volumen de almacenamiento.
- Exactitud posicional baja.
- Mala presentación gráfica.

INCONVENIENTE

- Estructuras complejas de los datos.
- Mal análisis de superficies.
- Mala representación de límites difusos.

1.5.- Teledetección y Sensores Remotos

1.5.1.- Principios físicos de teledetección

La Teledetección (también llamados sensores remotos) es definida como la ciencia y tecnología por medio de la cual las características de los objetos de interés pueden ser identificadas, medidas o analizadas sin contacto directo. Esto se hace por medio de la adquisición y registro de energía reflejada o emitida para luego traducirla a archivos de computadora o imágenes impresas para su posterior interpretación.

1.5.1.1.- La Teledetección

La teledetección está basada en sus principios tecnológicos en propiedades de las ondas electromagnéticas definidas como la asociación de dos campos perpendiculares: El campo eléctrico y el campo magnético. Físicamente, las ondas electromagnéticas son definidas por tres características: El ancho de onda (λ), la frecuencia (ν) y la polarización; estas variables son unidas a la velocidad c con la relación: $C = \lambda \nu$. La polarización de la onda es función de la evolución del campo

eléctrico en un plan, en estas condiciones la onda es polarizada de una manera rectilínea, espiral o elíptica.

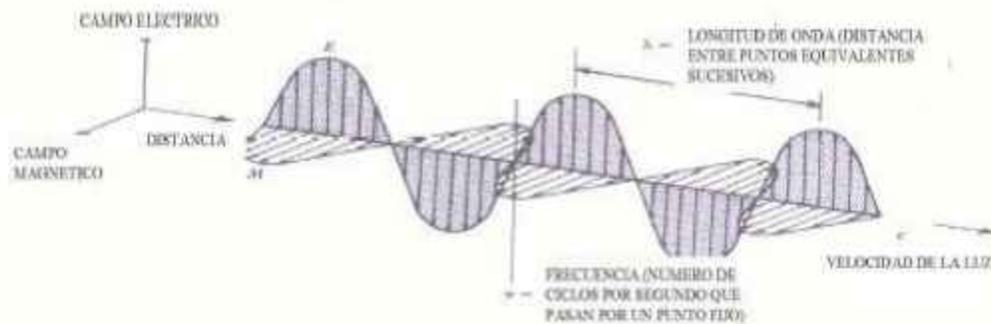


FIGURA Nro. 1 Principios de Teledetección.

El desplazamiento de la onda en su plan de evolución posee una energía potencial (E) definida por un rayo electromagnético proporcional a la frecuencia de la onda electromagnética según $E = h \nu$ (h: constante de Planck = $6.626 \cdot 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$).

La teledetección está interesada de manera particular en los espectros electromagnéticos producto de la interacción de los rayos electromagnéticos generados durante el intercambio energético entre la tierra y el sol. En esta relación se destacan por su uso los espectros siguientes:

- a.- El dominio del visible, comprendido en el intervalo de onda del orden de 0.38 hasta 0.78 micro-m. En este intervalo se capta el canal pancromático utilizado en los estudios urbanos.
- b.- El dominio del infrarrojo cercano, comprendido en el intervalo de 0.78 hasta 3 micro-m, de gran uso en los estudios relacionados con la determinación de los contenidos en agua.
- c.- El dominio del infrarrojo medio, comprendido en el intervalo de 3 hasta 8 micro-m, toma como base de su emisión y reflexión la superficie terrestre. Este dominio es destinado a los estudios de los contenidos en humedad de la actividad clorofiliana.

d.- El dominio del infrarrojo térmico, comprendido en el intervalo de 8 hasta 15 micro-m, toma como base la emisión exclusiva desde la superficie terrestre, destinado en general a los estudios relacionados con la meteorología.

Estos cuatro dominios y otros del espectro magnético, delimitan el campo de la teledetección pasiva, es decir en este caso, los sensores poseen solamente la propiedad de captar los rayos electromagnéticos emitidos y/o reflejados desde diferentes fuentes. Al contrario, en la teledetección activa, las fuentes de emisión están confundidas con los mismos sensores diseñados para captar la reflexión de los rayos electromagnéticos emitidos desde las mismas fuentes emisoras (radares, sonares, laser).

En el campo de la teledetección activa, se destacan por su uso las hiperfrecuencias emitidas y captadas dentro del intervalo comprendido entre 2 hasta 30 cm. de ancho de onda. Es un campo de muy baja energía, utilizado con gran frecuencia en los estudios oceanográficos.

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. **Chuvieco (2002)** 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)**.

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. **Chuvieco (2002)**.

1.5.2.- Escáneres multiespectrales

Los escáneres multiespectrales miden a través del escaneo la energía electromagnética reflejada por la superficie de la tierra. Esto resulta en una imagen digital (datos) y su unidad elemental es el píxel. Las aplicaciones de los escáneres multiespectrales están relacionadas principalmente en el mapeo de la cobertura de la tierra, vegetación, mineralogía superficial y agua superficial.

1.5.2.1.- Sistemas de media resolución.

El programa Landsat.

El programa Landsat es el programa civil de observación de la tierra más antiguo. Comenzó el año 1972 con el Satélite Landsat-1. Hasta ahora al último Landsat (el 7) se ha incorporado un nuevo sensor, el ETM+, que mejora las características del TM, añadiéndole una banda pancromática de 15 m de resolución, y aumentando la resolución de la banda térmica a 60 m. **Chuvieco (2002).**

Existen muchas aplicaciones de los datos Landsat TM, ETM en el mapeo de la cobertura de la tierra, uso de la tierra, mapeo del suelo, mapeo geológico, etc.

1.6.- Sistemas de Clasificación de la cobertura de la tierra.

Una proporción de las clasificaciones existentes son ya sea clasificaciones de vegetación (ej. Eiten, 1968; UNESCO 1973; Kuechler y Zonneveld, 1988) clasificaciones generales de la cobertura de la tierra o sistemas relacionados a la descripción de elementos específicos (como áreas agrícolas). De esa forma, ellas están limitadas en su capacidad de definir el rango completo de posibles clases de la cobertura de la tierra.

Un ejemplo es la Clasificación de la UNESCO (diseñada para servir en primer lugar para mapas de cobertura vegetal a escala 1:1000 000) el cual considera solamente vegetación natural, mientras que otras áreas vegetadas, como áreas cultivadas y áreas urbanas con vegetación, son ignoradas. Otras clasificaciones de cobertura vegetal, incluso si consideran áreas agrícolas, no describen estas clases con el mismo nivel de detalle como aquel utilizado para áreas con vegetación natural.

1.6.1.- Problemas con sistemas de clasificación actuales.

En la mayoría de clasificaciones actuales, los criterios utilizados para derivar clases no están aplicados sistemáticamente. Muchas veces, el uso de rangos diferentes depende de la importancia dada por el usuario a un elemento particular (ej. en muchos sistemas los rangos de cobertura para distinguir áreas dominadas por árboles, son muchas, mientras que un solo rango de cobertura es utilizado para definir áreas dominadas por arbustos o pasturas). **Di Gregorio (2005).**

En algunas clasificaciones, la definición de clase es imprecisa, ambigua o ausente. Esto significa que estos sistemas fallan en proveer consistencia interna. También muchos sistemas de clasificación actuales, no son generalmente aptos para propósitos de mapeo y procesos subsecuentes de monitoreo. El enfoque integral requiere una clara distinción de los límites entre clases. Además, el uso de criterios diagnósticos y su arreglo jerárquico para formar una clase, debe ser una función de la mapeabilidad, es decir la habilidad para definir un límite claro entre dos clases. De ahí, que los criterios diagnósticos deben ser arreglados jerárquicamente de manera tal que se asegure que a los niveles más altos de clasificación se tenga un alto grado de exactitud geográfica. **Di Gregorio (2005).**

1.7.- Interpretación de los datos.

1.7.1.- Interpretación Visual de Imágenes.

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 objetos relevantes (mapeo). Esta es utilizada para producir información espacial como ser: mapas de suelos, mapas catastrales, mapas de uso de la tierra, etc. **Bakker; Jansen (2001).**

1.7.2.- Interpretación digital de las imágenes.

Clasificación digital.

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).**

Tradicionalmente se han dividido los métodos de clasificación en dos grupos: supervisado y no supervisado, de acuerdo a la forma en que son obtenidas las estadísticas de entrenamiento. El método supervisado parte de un conocimiento previo del terreno, a partir del cual se seleccionan las muestras para cada una de las categorías.

Clasificación No Supervisada.

En la clasificación no supervisada no se establece ninguna clase a priori, aunque es necesario determinar el número de clases que queremos establecer, y se utilizan algoritmos matemáticos de clasificación automática.

Los más comunes son los algoritmos de clustering que divide el espacio de las variables en una serie de regiones de manera que se minimice la variabilidad interna de los píxeles incluidos en cada región. Cada región de este espacio de variables define de este modo una clase espectral. El procedimiento consta de una serie de pasos, en cada paso se identifican los dos individuos más próximos, se hace una clase con ellos y se sustituyen por el centroide de la clase resultante. De este modo cada paso analiza un individuo menos que el anterior ya que los individuos van siendo sustituidos por clases. El proceso se detiene cuando se ha alcanzado un número de clases igual al número de clases que había sido establecido a priori.

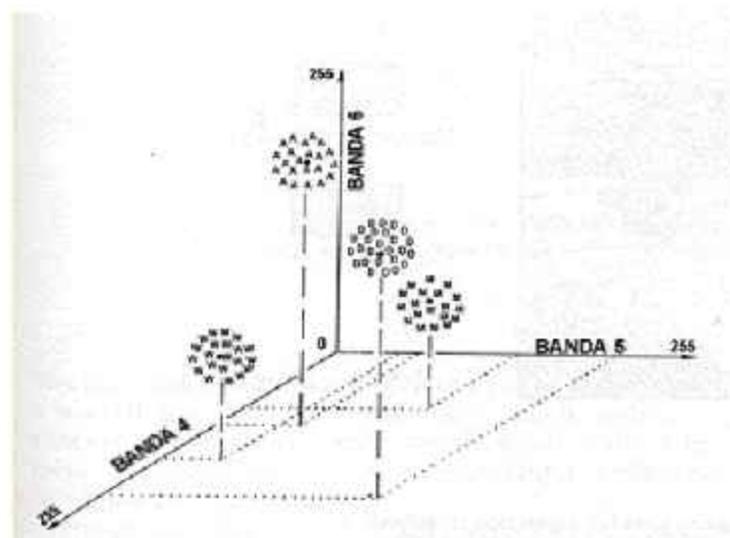


FIGURA Nro. 2 Algoritmos de clustering

El resultado final de un proceso de clustering suele ser un dendrograma en el que puede verse como los diversos individuos se aglutinan en clases, primero los que están a una menor distancia (los más parecidos) y como posteriormente las clases se unen entre sí. A partir de un dendrograma podemos elegir el número de clases que queremos mantener en función de diferentes criterios.

Puesto que una imagen de satélite contiene del orden de millones de pixels no tendría sentido hacer un dendrograma completo, ni siquiera utilizar todos los pixeles. En su lugar se establece una muestra con la que se inicia el proceso. El usuario debe decidir a priori con cuantas clases quiere trabajar y el programa parará en el momento que toda la muestra inicial se haya reducido a ese número de clases. El resultado final será la caracterización de cada una de las clases obtenidas

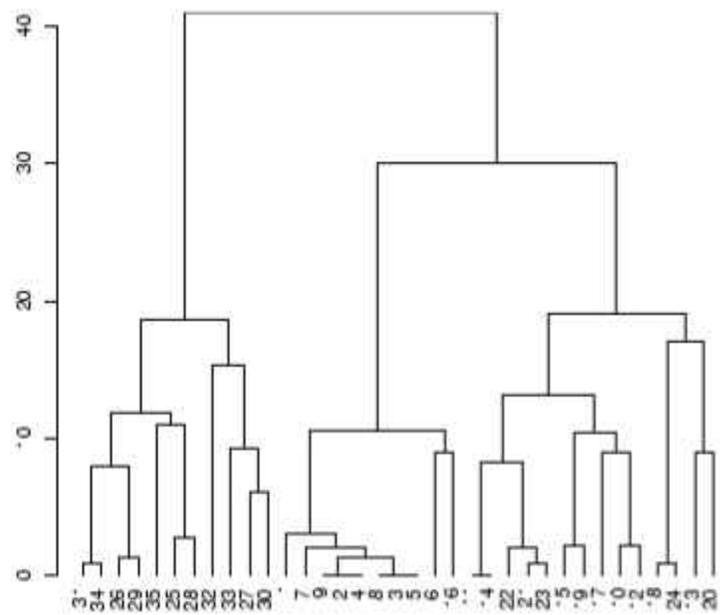


FIGURA Nro. 3 Dendrograma

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1.- Localización del área de estudio.

2.1.1.- Ubicación geográfica.

La Provincia Avilés se encuentra ubicada al Noroeste del departamento de Tarija, conformado por los Municipios de Uriondo y Yunchará.

La distribución geográfica del presente trabajo está definido por la parte baja de la Sub Cuenca del río Camacho, constituido por 43245,05 has, localizando en la parte central del departamento de Tarija que conforma la Primera Sección Municipal de la Provincia Avilés.

Geográficamente se localiza entre los paralelos $21^{\circ} 35' 2.89''$ a $21^{\circ} 51' 47.68''$ de latitud sur y los meridianos $64^{\circ} 20' 53.25''$ a $65^{\circ} 0' 46.13''$ de longitud oeste, sobre una altitud que oscila entre (1680 m.s.n.m) en la parte más baja, y la parte más alta es (2982 m.s.n.m) con colinas irregulares, sub redondeadas. El acceso a la cuenca, es a través del camino carretero Tarija - Bermejo, desviándose a la altura de Calamuchita. Las condiciones de accesibilidad a la cuenca son buenas durante todo el año; con algunas irregularidades en la época de lluvias (diciembre a marzo). Este acceso se lo puede realizar mediante el servicio de transporte diario de trufis que parten de Tarija hasta la localidad de Calamuchita.

2.1.2.- Características Climáticas.

2.1.2.1.- Clima.

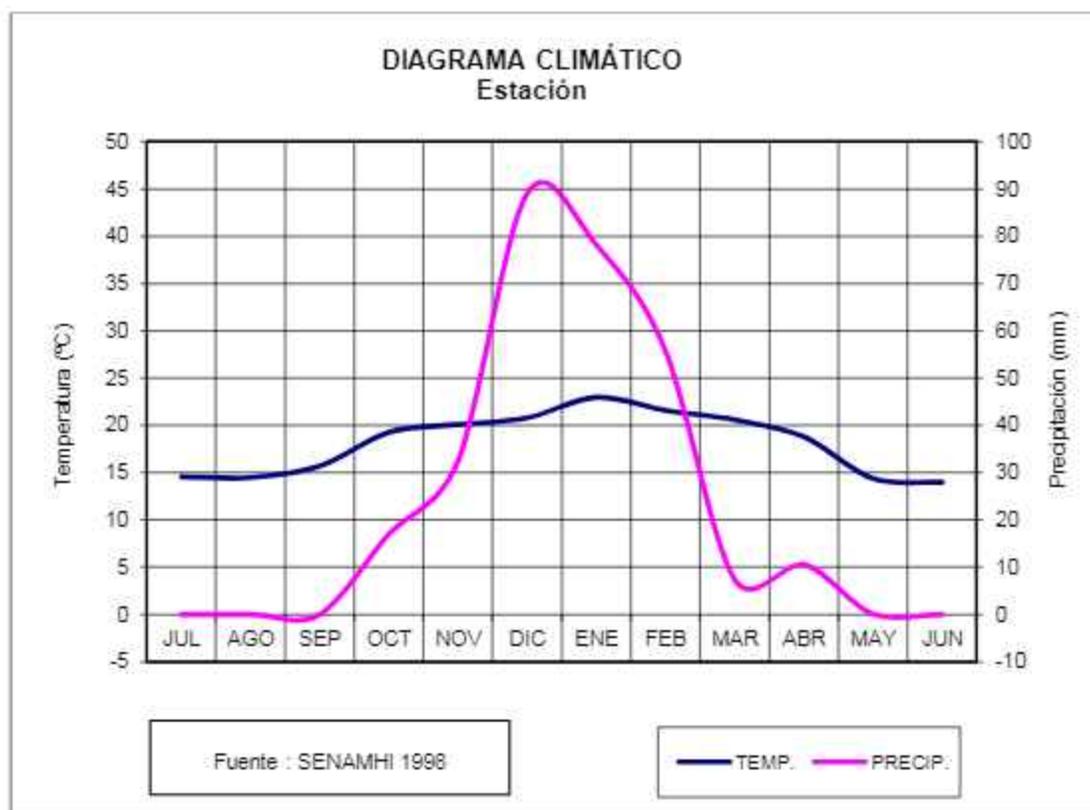
El clima varía por ser semiárido fresco **PDM (2011)** con una temperatura media anual de 17.5°C . que varía de temperaturas medias anuales entre ($16 - 20^{\circ}\text{C}$) y precipitaciones más abundantes (600 mm anuales).

Cuadro Nro. 1 Resumen climático del año 1998

Índice	Unid.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	29,2	27,9	27,5	26,3	24,4	24,4	24,7	24,1	24,2	27,5	26,4	27,8	26,2
Temp. Min. Media	°C	16,9	15,2	13,8	11,3	4,4	3,6	4,5	5,0	7,3	11,2	13,9	15,9	10,1
Temp. Media	°C	23,0	21,6	20,6	18,8	14,4	14,0	14,6	14,5	15,7	19,3	20,1	20,8	18,1
Temp. Max. Extr.	°C	35,5	35,0	34,5	37,5	35,5	33,0	32,5	33,5	36,0	37,5	34,0	35,0	35,0
Temp. Min. Extr.	°C	13,5	11,0	8,5	1,0	-3,5	-2,5	-1,0	-1,0	-2,5	3,0	8,5	4,0	3,3
Precipitación	Mm	78,1	55,7	7,3	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	32,4	89,1	24,2
Pp. Max. 24 Hrs.	Mm	33,8	32,0	5,0	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	10,8	32,7	11,1
ETP		11,3	10,6	10,1	9,2	7,1	6,9	7,2	7,1	7,7	9,5	9,9	10,2	8,9
BH		66,8	45,1	-2,8	1,4	-7,1	-6,9	-7,2	-7,1	-7,7	7,5	22,3	78,9	15,3
Días con lluvias		18	18	20	16	11	9	6	4	6	10	12	15	

(Fuente: SENAMHI)

FIGURA Nro. 4 Diagrama climático del año 1998



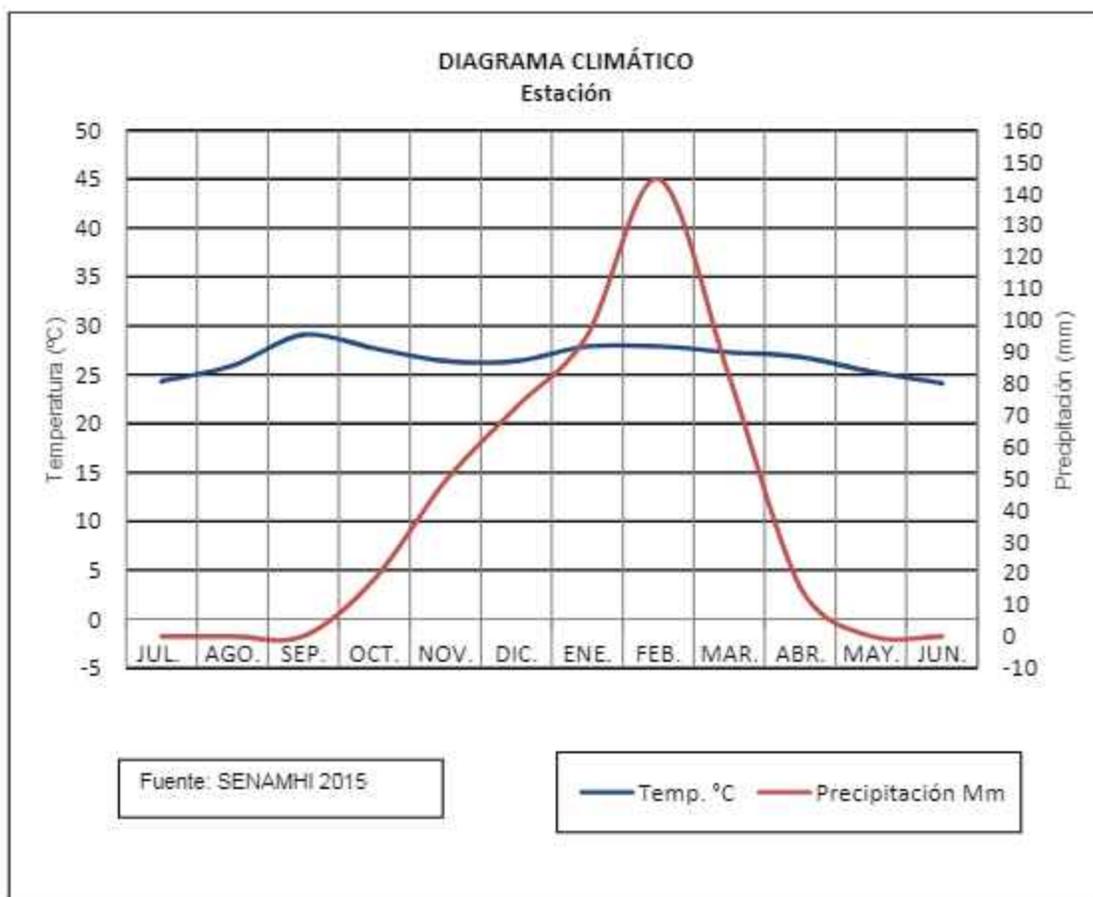
(Fuente: Elaboración propia)

Cuadro Nro. 2 Resumen climático del año 2015

Índice	Unid	ENE	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUA L
Temp. Max. Media	°C	27,9	27,3	26,8	25,3	24,1	24,3	25,9	29,1	27,7	26,4	26,4	27,9	26,6
Temp. Min. Media	°C	14,0	14,2	14,1	11,4	4,6	1,0	14,2	2,4	7,0	10,1	14,1	15,4	10,2
Temp. Media	°C	21,0	20,8	20,4	18,2	14,4	12,6	20,0	15,8	17,4	18,2	20,2	21,6	18,4
Temp. Max. Extr.	°C	33,0	33,0	30,0	32,0	31,0	32,0	32,0	37,5	37,0	39,0	35,0	37,0	34,0
Temp. Min. Extr.	°C	11,0	12,0	8,0	4,0	-2,0	-5,0	-5,0	-4,0	-1,0	0,5	6,5	10,5	3,0
Precipitación	Mm	95,1	144,5	82,0	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,1	49,1	72,5	39,7
Pp. Max. 24 Hrs.	Mm	22,0	35,0	39,5	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	23,0	31,0	14,4
ETP		10,3	10,2	10,0	8,9	7,1	6,2	9,8	7,8	8,5	8,9	9,9	10,6	9,0
BH		84,8	134,3	72,0	6,6	-7,1	-6,2	-9,8	-7,8	-8,5	9,2	39,2	61,9	30,7
Días con lluvias		9	8	4	2	0	0	0	0	0	5	6	6	

(Fuente: SENAMHI)

FIGURA Nro. 5 Diagrama climático del año 2015



(Fuentes: Elaboración propia)

2.1.2.2.- Precipitaciones Pluviales.

Las lluvias mayormente son de origen orográfico, principalmente por la condensación de las masas húmedas provenientes del sur este, estas presentan precipitaciones altas en la zona montañosa.

El periodo de lluvias entre los meses de octubre a marzo, es considerado de mucha importancia porque coincide con la época de siembra, hecho que aprovechan familias dedicadas al agro. Las precipitaciones mínimas son entre abril a julio.

2.1.3.- Características Biofísicas.

2.1.3.1.- Morfología.

Morfológicamente, el área de estudio se localiza en la provincia fisiográfica de la Cordillera Oriental, formado por una zona montañosa estructural, llanuras erosionadas, zona de valles formadas por una serie de terrazas fluvio - lacustres y terrazas aluviales a lo largo del río Camacho que corresponde el 76 % y un porcentaje de 24 % que corresponde al Subandino.

2.1.3.2.- Vegetación.

La vegetación con que cuenta esta zona refleja unas características particulares de topografía y climáticas de la región.

Cuadro Nro. 3 Lista de especies Arbóreas.

Nº	Familia	Nombre científico	Nombre común
Árboles			
1	Anacardiaceae	Schinus molle L.	Molle
2	Bignoniaceae	Jacaranda mimosifolia D. Don	Tarco
3	Betulaceae	Alnus acuminata H.B.K.	Aliso lambran
4	Caricaceae	Carica quercifolia (A. St. Hil) Solms-Laub.	Papayilla
6	Leguminosae	Geoffroea decorticans (Gill ex Hook & Am.) B.	Chañar
7	Leguminosae	Acacia caven (Md.) H. & A.	Churqui
8	Bignoniaceae	Tecoma stans (L.) Juss. ex H.B.K.	Guaranguay
9	Leguminosae	Acacia visco Griseb	Jarca
11	Leguminosae	Prosopis alba Griseb	Thaco o algarrobo
12	Leguminosae	Enterolobium contortisiliquum	Timboy
13	Leguminosae	Tipuana tipu (Benth) Kuntza	Tipa
14	Leguminosae	Acacia armoa Gillies ex. Hook & Am.	Tusca
15	Myricaceae	Myrica pubescens	Aliso bravo
16	Nyctaginaceae	Bougainvillea trolli Heimerl	Huancar
17	Nyctaginaceae	Bougainvillea stipitata Griseb	Huancar
18	Nyctaginaceae	Bougainvillea sp.	Huancar
19	Podocarpaceae	Podocarpus parlatorei Pilger	Pino de cerro
20	Salicaceae	Sambucus peruviana	Sauco
21	Saxifragaceae	Escallonia reticulata Sleumer	Chachacomo
22	Juglandaceae	Juglans australis Griseb	Nogal

(Fuente: PDM Uriondo 2011)

Cuadro Nro. 4 Lista de especies Arbustivas.

Nº	Familia	Nombre científico	Nombre común
Árboles			
1	Anacardiaceae	Schinus molle L.	Molle
2	Bignoniaceae	Jacaranda mimosifolia D. Don	Tarco
3	Betulaceae	Alnus acuminata H.B.K.	Aliso lambran
4	Caricaceae	Carica quercifolia (A. St. Hil) Solms-Laub.	Papayilla
5	Leguminosae	Anadenanthera colubrina (Vell. Conc.) Benth.	Cebil
6	Leguminosae	Geoffroea decorticans (Gill ex Hook & Am.) B.	Chañar
7	Leguminosae	Acacia caven (Md.) H. & A.	Churqui
8	Bignoniaceae	Tecoma stans (L.) Juss. ex H.B.K.	Maranguay
9	Leguminosae	Acacia visco Griseb	Jarca
10	Leguminosae	Prosopis Kuntzai Hams.	Lanza Lanza
11	Leguminosae	Prosopis alba Griseb	Thaco o algarrobo
12	Leguminosae	Enterolobium contortisiliquum	Timboy
13	Leguminosae	Tipuana tipu (Benth) Kuntza	Tipa
14	Leguminosae	Acacia armoa Gillies ex. Hook & Am.	Tusca
15	Myricaceae	Myrica pubescens	Aliso bravo
16	Nyctaginaceae	Bougainvillea trolli Heimerl	Huancar
17	Nyctaginaceae	Bougainvillea stipitata Griseb	Huancar
18	Nyctaginaceae	Bougainvillea sp.	Huancar
19	Podocarpaceae	Podocarpus parlatorei Pilger	Pino de cerro
20	Salicaceae	Sambucus peruviana	Sauco
21	Saxifragaceae	Escallonia reticulata Sleumer	Chachacomo

(Fuente PDM Uriondo 2011)

Cuadro Nro. 5 Lista de especies de gramíneas

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común
Gramíneas			
46	Poaceae	Andropogon sp.	Pasto
47	Poaceae	Aristida adscencionis L.	Cola de zorro
48	Poaceae	Aristida enodis Hack	Cola de zorro
49	Poaceae	Aristida mendocina Henrard	Pasto
50	Poaceae	Bothriochloa barbinodis (Lag.) Herter	Pasto
51	Poaceae	Bothriochloa saccharoides (Sw.) Rydb.	Pasto
52	Poaceae	Bouteloua curtipendula (Michx.)	Pasto bandera
53	Poaceae	Cenchrus ciliaries L.	Cadillo
54	Poaceae	Chloris gayana Kunth.	Pasto rodes

(Fuente PDM Uriondo 2011)

2.1.3.3.- Fauna.

En la región se encuentra una gran variedad de animales silvestres de las cuales nombramos a continuación: liebre, viscacha, paloma, huayco, conejo, etc.

Cada una de estas especies se encuentra dependiendo de la zona más húmeda o poca humedad y mayor vegetación. PDM (2011).

2.1.3.4.- Suelos.

Los suelos de esta zona son casi en su totalidad de origen aluvial, variando la textura de moderadamente liviano a mediano y pesado y en algunas zonas muy profundos.

La caracterización y clasificación científica de suelos del ámbito territorial del Municipio de Uriondo, según las unidades de terreno identificadas y mapeadas. Estas unidades de terreno se encuentran en su mayoría dentro de la Provincia Fisiográfica de la Cordillera Oriental, y las restantes dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino. **PDM (2011).**

A continuación se presentan las distintas unidades de terreno en el Municipio de Uriondo.

2.1.3.4.1.- Gran paisaje de montañas de las provincias fisiográficas cordillera oriental y subandino.

a). Paisaje de montaña alta con disección fuerte.

El paisaje de Montañas Altas con Disección Fuerte se divide en los subpaisajes de Pendiente Superior, Pendiente Media y Pendiente Inferior. Esta unidad de terreno presenta fisonomía de cuerpo masivo con cimas variables y divisorias de aguas poco discernibles; en algunos sectores es frecuente la existencia de movimientos en masa de material meteorizado por acción de la gravedad.

Los suelos en la mayor parte de la superficie en general son muy superficiales, aunque en relieves con terracetos que conforman la extensión de las laderas, que son escasas áreas, moderadamente profundas, ya que en estas existe un proceso de acumulación coluvial continuo.

En general en esta unidad por las características físicas mencionadas casi no existe actividad agrícola, pero sí de pastoreo extensivo de ganados.

Los suelos según la clasificación Agrológica, por su Capacidad de Uso, corresponden a la clase No Arables VII a VIII, con limitantes de suelo (por su fertilidad baja y profundidad efectiva muy superficial) y erosión. **PDM (2011).**

b). Paisaje de montaña alta con disección moderada.

El paisaje de Montaña Alta con Disección Moderada, que se encuentra en el extremo Oeste de la extensión geográfica del Municipio de Uriondo, es parte territorial de la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama. Esta unidad de terreno presenta fisonomía de cuerpo masivo con cimas variables y divisorias de aguas poco discernibles; es frecuente la existencia de movimientos en masa de material meteorizado.

Los suelos en la mayor parte de la superficie, en general son muy superficiales, aunque en relieves con terracetas dentro de las laderas, resultado de procesos de acumulación coluvial, que son escasas áreas, son profundos. En general en esta unidad por las características físicas mencionadas, y además por tratarse de Área de Protección, no existe actividad agrícola ni de pastoreo de ganados. **PDM (2011).**

2.1.3.4.2.- Gran paisaje de serranías de las provincias fisiográficas cordillera oriental y subandino.

a). Paisaje de serranía media, disección fuerte.

El paisaje de Serranías Media, con Disección Fuerte, comprende también los Subpaisajes de Cima, Pendiente Superior, Pendiente Media y Pendiente Inferior. Presentan formas elongadas con cimas sub-redondeadas, irregulares y divisorias de aguas perfectamente discernibles; estas serranías presentan una marcada orientación Norte-Sur, se localiza en transición a la Provincia Fisiográfica del Subandino. Las pendientes varían entre muy escarpadas (60 a 90%) a extremadamente escarpadas (mayor a 120%) sin embargo existen áreas reducidas que presentan pendientes de inclinadas a moderadamente escarpadas (2 a 30%) y son las que tienen uso agrícola con cultivos anuales, ya que en la mayor parte del área, los suelos son superficiales y con afloramientos rocosos.

El material parental del cual se origina y constituye esta unidad corresponde principalmente a rocas sedimentarias del grupo clástico como: areniscas, lutita, limolita y arcillita. **PDM (2011).**

Según la clasificación Agrológica de Capacidad de uso, los suelos son No Arables de Clase VI y VII con limitantes principalmente de suelo (por su baja fertilidad y profundidad efectiva superficial) y erosión. **PDM (2011).**

b). Paisaje de serranía baja, disección muy fuerte.

Los suelos son de superficiales a moderadamente profundos (68 a 100 cm) con abundante pedregosidad y en áreas sin cobertura vegetal se presenta mucho afloramiento rocoso; condición que limita la actividad agrícola, aparte de la topografía escarpada. El material parental del cual se origina y constituye esta unidad corresponde principalmente a rocas metamórficas del grupo ácido, como la cuarcita y sedimentarias del grupo clástico como: lutita y arenisca. **PDM (2011).**

c). Paisaje de serranía media, disección moderada.

La mayor parte de los suelos son muy superficiales y con afloramientos rocosos, existiendo limitaciones para la agricultura y solo en el mejor de los casos es apto para pastoreo extensivo de ovinos y caprinos, solo en las partes de pendiente ligera los suelos son profundos. Por las fuertes pendientes y altas precipitaciones pluviales, el suelo formado es altamente vulnerable a procesos de erosión y remoción en masa.

El material parental del cual se origina y constituye esta unidad corresponde principalmente a rocas sedimentarias del grupo clástico como la limonita, arcillita y arenisca; también se presenta sedimentos orgánicos como la caliza y otras rocas carbonatadas. **PDM (2011).**

2.1.3.4.3.- Gran paisaje de colinas de la provincia fisiográfica cordillera oriental.

a). Paisaje de colina media con disección fuerte.

Los suelos tienen profundidad efectiva y radicular moderadamente profunda (50 a 100 cm); presenta un buen drenaje y excesivamente drenado en las cimas, la

permeabilidad o drenaje interno es moderadamente rápido y el drenaje externo presenta escurrimiento rápido, el perfil al momento de su evaluación presentaba humedad.

En la superficie existe mucha piedra y poco afloramiento rocoso; en general existe erosión hídrica severa en sus tipos de laminar a cárcavas principalmente en los límites de las disecciones.

De acuerdo al sistema de clasificación Agrológica de suelos (Capacidad de uso) estas subunidades de Colina Media presentan terrenos de la Clase No Arables V en las pendientes mayores a 10% y de Clase Arables IV en las pendientes menores a 10% las limitantes son principalmente de suelos (fertilidad baja) y de erosión. **PDM (2011).**

b). Paisaje de colina media con disección ligera.

Los suelos en general tienen profundidad efectiva y radicular muy superficial (<30 cm) en muy escasos casos existen suelos moderadamente profundos (50 cm); el drenaje es de clase bien drenado, la permeabilidad o drenaje interno es moderadamente rápido y el drenaje externo presenta escurrimiento rápido, el perfil al momento de su evaluación presentaba humedad.

En la superficie se observa mucha piedra, grava, y poco afloramiento rocoso; en general existe erosión hídrica severa en sus tipos de laminar a cárcavas principalmente en los límites de las disecciones.

Según el sistema de clasificación Agrológica de suelos (Capacidad de uso) estas subunidades Cima y Pendiente Superior de Colina Media presentan terrenos de la Clase No Arables VII a VIII con limitantes principalmente de suelos (fertilidad baja y profundidad muy superficial) y erosión. **PDM (2011).**

2.1.3.4.4.- Gran paisaje de valles de la provincia fisiográfica cordillera oriental.

a). Paisajes de llanura fluvio lacustre.

Los suelos en general tienen profundidad efectiva y radicular moderadamente profundas (50 - 100 cm), el drenaje es de clase bien drenado, la permeabilidad o drenaje interno es moderadamente rápido y el drenaje externo presenta escurrimiento moderadamente rápido, el perfil al momento de su evaluación presentaba humedad.

Según el sistema de clasificación Agrológica de suelos (Capacidad de uso) esta sub-unidad presenta terrenos de la Clase Arables IV con limitantes principalmente de suelos (fertilidad baja y profundidad superficial) y erosión. **PDM (2011).**

b). Paisaje de Llanura Fluvio Lacustre.

Los suelos en general tienen profundidad efectiva y radicular moderadamente profundas a profundas (50 – 100 – 150 cm), el drenaje es de clase moderadamente bien drenado, la permeabilidad o drenaje interno es moderadamente rápido y el drenaje externo presenta escurrimiento lento a moderadamente rápido, el perfil al momento de su evaluación presentaba humedad.

En la superficie existe cantidad de piedra, asimismo existe erosión hídrica moderada a severa en los terrenos con pendiente inclinada en sus tipos de laminar a cárcavas principalmente en los límites de las disecciones, existiendo derrumbe por socavamiento fluvial en las quebradas. **PDM (2011).**

Según el sistema de clasificación Agrológica de suelos (Capacidad de uso) esta sub-unidad de llanura fluvio lacustre presenta terrenos de la Clase Arables II a III con limitantes principalmente de suelos (fertilidad baja) y erosión. **PDM (2011).**

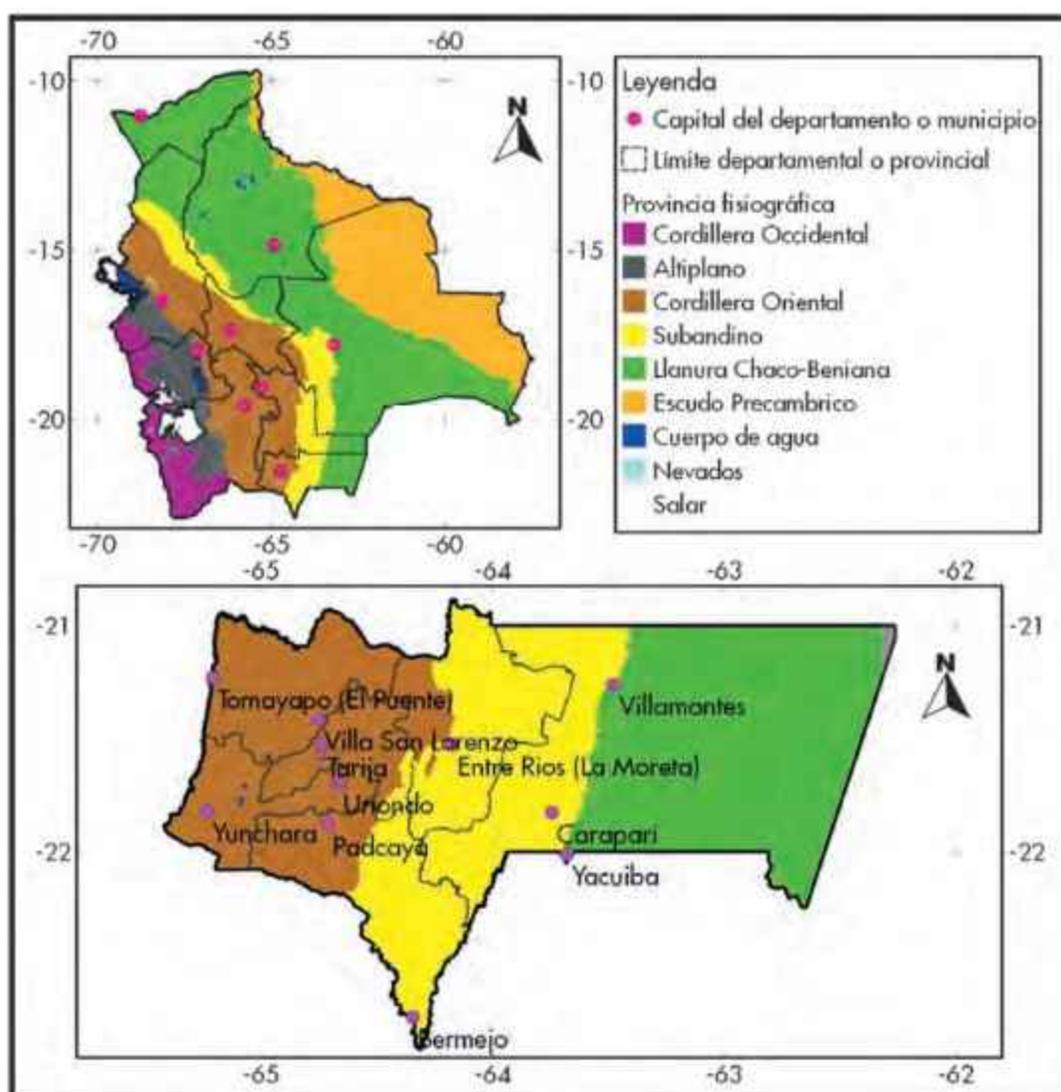
2.1.4.- Características fisiográficas.

El mapa fisiográfico de Bolivia consta de seis provincias fisiográficas: la Cordillera Occidental, el Altiplano, la Cordillera Oriental, el Subandino, la Llanura Chaco-Beniana y el Escudo Precámbrico.

En Tarija se encuentra de oeste a este las provincias fisiográficas de la Cordillera Oriental, el Subandino y la Llanura Chaco-Beniana en su zona sud correspondiente al Chaco.

EL área de estudio pertenece a la provincia fisiográfica (**cordillera oriental**), esta provincia fisiográfica que forma un arco desde el límite con Perú hasta la frontera con Argentina, se ubica desde el norte del lago Titicaca en el Departamento de La Paz, se prolonga hasta el sur por el sector occidental de Cochabamba, noreste de Potosí hasta el extremo occidental de los departamentos de Chuquisaca y Tarija en el sur del país.

FIGURA Nro. 6 Provincias Fisiográficas.



(Fuente: Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia)

La cordillera Oriental según varios autores citados por **Rafiqpoor (1994)** se ha originado por movimiento orogénico hercinianos y plegamientos ligeros e intensivos del paleozoico inferior, seguidos de procesos de sedimentación y posterior orogenia del devónico/Carbonífero que provocó que el mar se retirara, lo que originó la formación de una plataforma continental sin eventos importantes de plegamiento. Posteriormente la modelación del relieve por la acción del clima, la meteorización, erosión y degradación en general, seguido por procesos de transporte y sedimentación fluvio-glacial formando piedemontes, llanuras, terrazas y otras formas de paisaje que conforman los valles interandinos.

De norte a sur presenta una continuidad de serranía como San Buenaventura, Muchane, Pílon, Cerro Astalaya, Colorado, la cordillera de Tunari con 5035 msnm, San Benito, por el sector del Departamento de Santa Cruz se presentan serranías aisladas como Mataracu, San Rafael, Cerro Amboro, la serranía de Presto en Chuquisaca y la Cordillera de Sama en Tarija.

El clima predominante varía de frío a semi húmedo de semiárido a árido según la altitud de relieve, de acuerdo al **ZONISIG (1998)**. La vegetación natural es también variable, se destacan las formaciones de pajonales y arbustal mixto de altura, los pastizales de altura como la formación de gramíneas, también se destacan importantes formaciones matorrales y bosques andinos en laderas y fondos de valle.

Los suelos de las montañas, serranías y colinas de la cordillera Oriental son generalmente superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, con mucha pedregosidad superficial y afloramiento rocoso, con texturas medias a finas afectados por procesos de erosión hídrica laminar y cárcavas especialmente en el paisaje de colinas. Los suelos en los pies de montes, abanicos y llanuras generalmente se caracterizan por ser también superficiales a moderadamente profundos, moderadamente a bien drenados con una alta pedregosidad y rocosidad superficial con textura media a gruesa generalmente franco arenoso.

2.1.5.- Características Demográficas.

La población de la Provincia Avilés de acuerdo al censo del Instituto Nacional de Estadística, es de 13.309 habitantes de los cuales el 49 % son mujeres y 51 % son hombres, siendo toda la población rural como se indica en el cuadro adjunto.

2.1.5.1. Población, Superficie y Densidad.

Cuadro Nro. 6 Características Demográficas

Provincia	Superficie		Población		Densidad
	Km2	%	Habitantes	%	Hab./Km2
Avilés	2742	7.3	13308	4.5	6.4

(Fuente: PDM Uriondo 2011)

2.1.5.2.- La Dinámica Poblacional.

Considera que la población no es estática, es decir que varía de un tiempo a otro, se estudian los movimientos poblacionales más importantes como la migración, tasa de crecimiento y la tasa de analfabetismo.

Se considera la migración como los movimientos territoriales humanos, donde se pueden clasificar en definitivos y temporales.

La migración se da en todas las comunidades del Valle de Concepción, relacionados con el tipo de producción o de año agrícola; sin embargo existen otras razones que influyen para que la población tenga que migrar, entre ellas tenemos: la insuficiencia

de trabajo, los bajos ingresos pero principalmente el rendimiento bajo de la producción agrícola, este tipo de migración es temporal, la población se desplaza hacia la Argentina y al resto del departamento.

La migración produce consecuencias severas, como el descuido de los terrenos, haciendas y afecta la educación de sus hijos.

La tasa de migración del Municipio de Uriondo es de 2.07% anual.

La tasa de crecimiento anual de acuerdo al censo y datos proporcionados por el INE es de 1.06 %.

La tasa de masculinidad es de 100%

El índice de fecundidad, es decir cantidad de hijos por mujer es de 4%.

La Tasa de Mortalidad es de cada 1000 niños 61 mueren.

La tasa de analfabetismo anual es de 24.31 %.

2.1.5.3.- Producción.

La principal actividad económica de los pobladores del Municipio es la agricultura, pilar fundamental de la economía de la población, entre los cultivos de la zona podemos nombrar los siguientes productos: papa, maíz, cebolla, arveja, pero principalmente el cultivo de la vid que les reditúa buenos dividendos, dicho producto además de ser comercializado para el consumo de mesa, una parte se destina para la elaboración de vinos y singanis; sin embargo no podemos dejar de lado la ganadería, pues se cría ganado vacuno, porcino y caprino.

Siendo la agricultura la actividad principal que desarrolla alrededor de 6.000 has. de tierra cultivable – frontera que está siendo ampliada por la implementación del riego.

Con relación al insumo utilizado en la producción agrícola, en algunos casos se utiliza la semilla mejorada y semilla tradicional.

No debemos dejar de señalar que a esta producción les persiguen una serie de enfermedades y plagas por lo que se debe hacer uso de fertilizantes e insecticidas.

El destino de la producción agrícola para su comercialización es el mercado, en un porcentaje elevado y el saldo es para su auto consumo.

Los productos generalmente son trasladados a los mercados de la ciudad de Tarija, donde se fijan precios estables; sin embargo en los últimos tiempos se está llevando la producción al resto del país principalmente a Santa Cruz.

Cuadro Nro. 7 Tipos de Uso de la Tierra.

Uso comunal del suelo	Superficie en Has.	Superficie en %
Pastoreo	2245	28,8932
Cultivable	355	4,5689
Cultivable bajo riego	65	0,8366
Cultivable sin riego	290	3,7323
Forestal	1.000	12,8700
Superficie total aproximada	3815	49,0991

(Fuente: PDM Uriondo 2011).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- MATERIALES.

Para la realización de este trabajo se utilizó:

3.1.1.- Material de gabinete.

Material de escritorio (CDs, Flash drive (1GB), Hojas, etc.)

Equipos de computación:

- Portátil HP.
- Impresora, CANON.

Software

- ARGIS VERSIÓN 10.3
- WORD, EXEL, etc.

3.1.2.- Material Cartográfico

- Imagen Satelital Imagen LANDSAT ETM 7 Y 8.
- ASTER.

3.1.3.- Material de campo.

- Wincha métrica.
- Brújula.
- Eclímetro.
- GPS (Sistema de Posición Geográfico)
- Cámara fotográfica digital.
- Tijera de podar.
- Machete.
- Planillas para la toma de datos de vegetación.

- Planillas para la toma de datos del uso de la tierra.

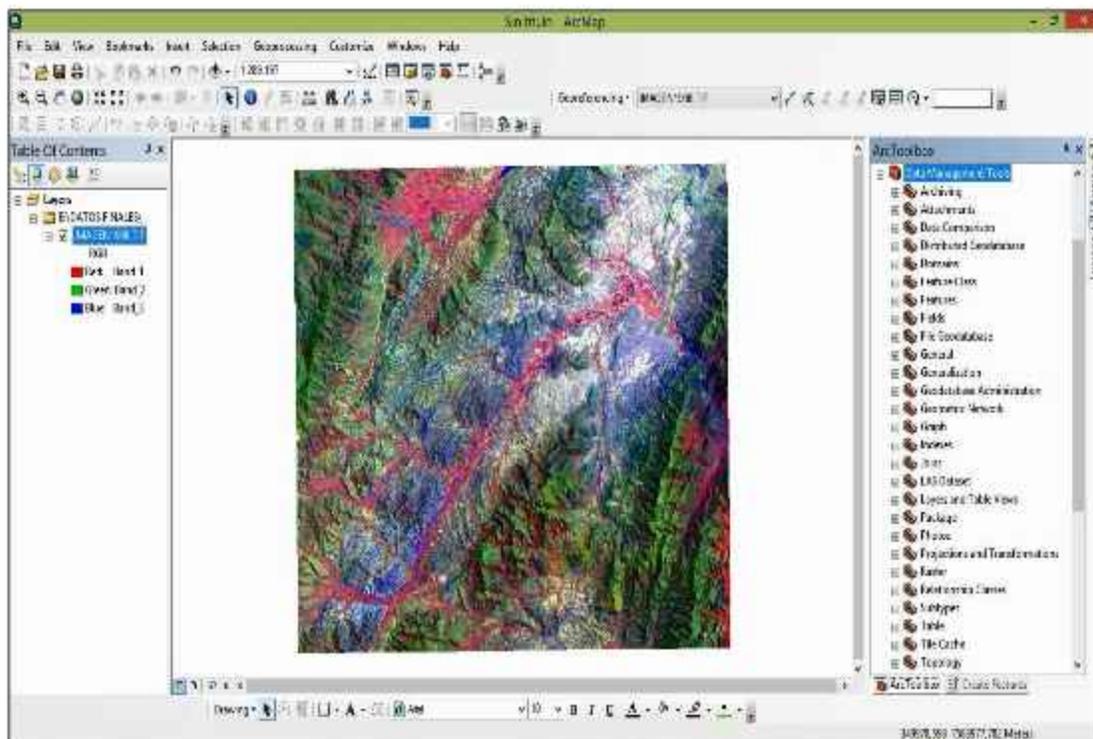
3.2.- METODOLOGÍA.

La metodología aplicada y pasos que se siguieron para alcanzar los objetivos planteados se describen a continuación.

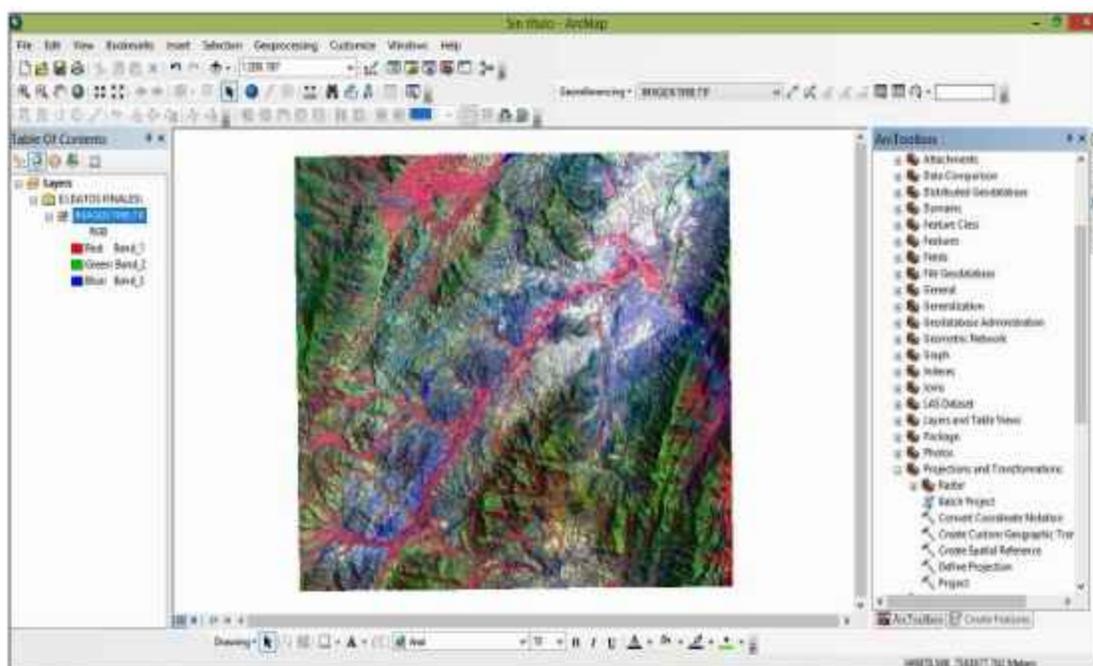
3.2.1.- Manejo y preparación de la geo-información.

3.2.1.1.- Corrección Geométrica de Imágenes Satelitales.

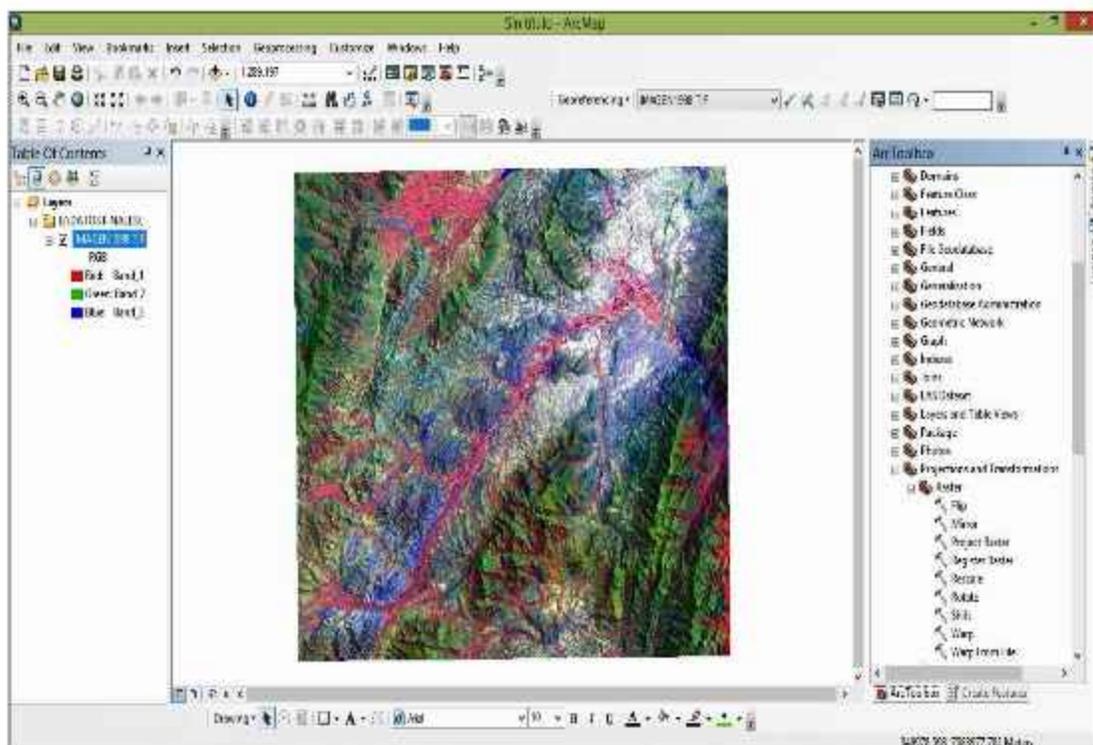
Este proceso se lo llevó adelante mediante una serie de pasos para poder conseguir la “Proyección Cartográfica UTM WGS 84” de las imágenes (Latitud, Longitud) a partir de una herramienta que la podemos encontrar dentro de la extensión “Herramientas de Gestión de Datos” la cual es “Proyección y Transformación” y se proyecta el Raster, como se demuestra a continuación:



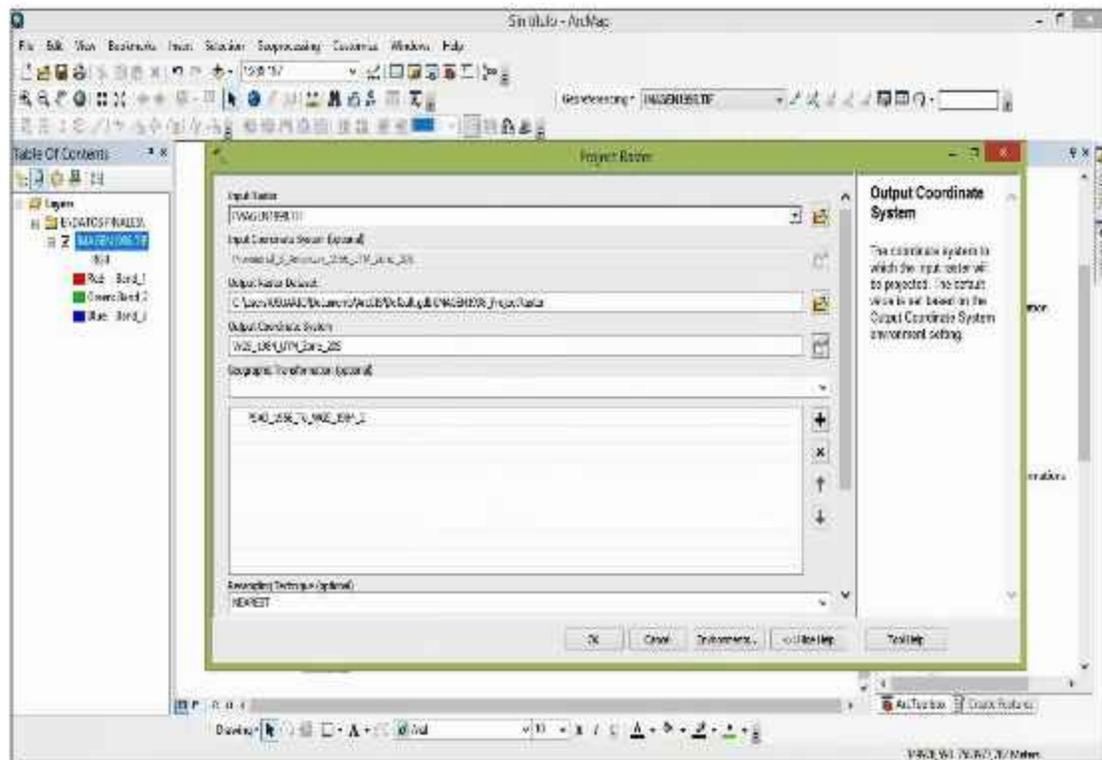
Buscando la Herramienta de Data Management tools.



Seleccionando Projections y Transformations.

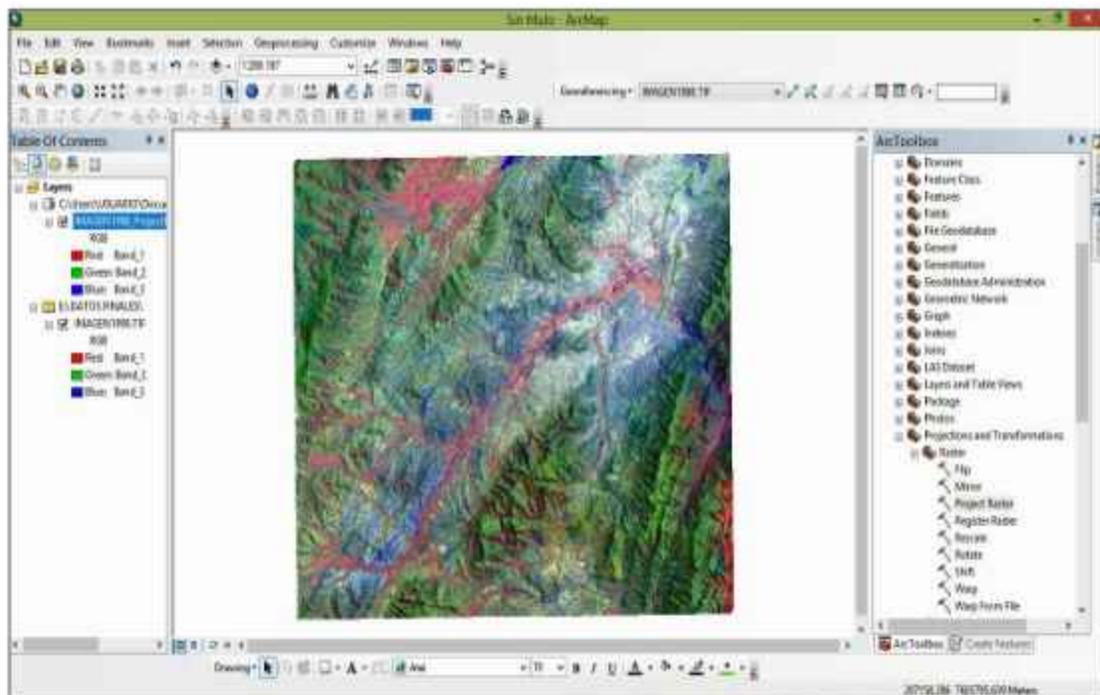


Buscando la Herramienta Raster dentro de Projections y Transformations.



Abriendo la ventana de proyección de raster y llenando sus atributos en cada celda de la misma.

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 "Imagen 1998". A continuación un nombre de salida del proceso considere como Imasat1998.P. Seguidamente sus sistemas de coordenadas UTM WGS 84 zona 20 Sur y damos aplicar el proceso y como resultado se presenta a continuación.

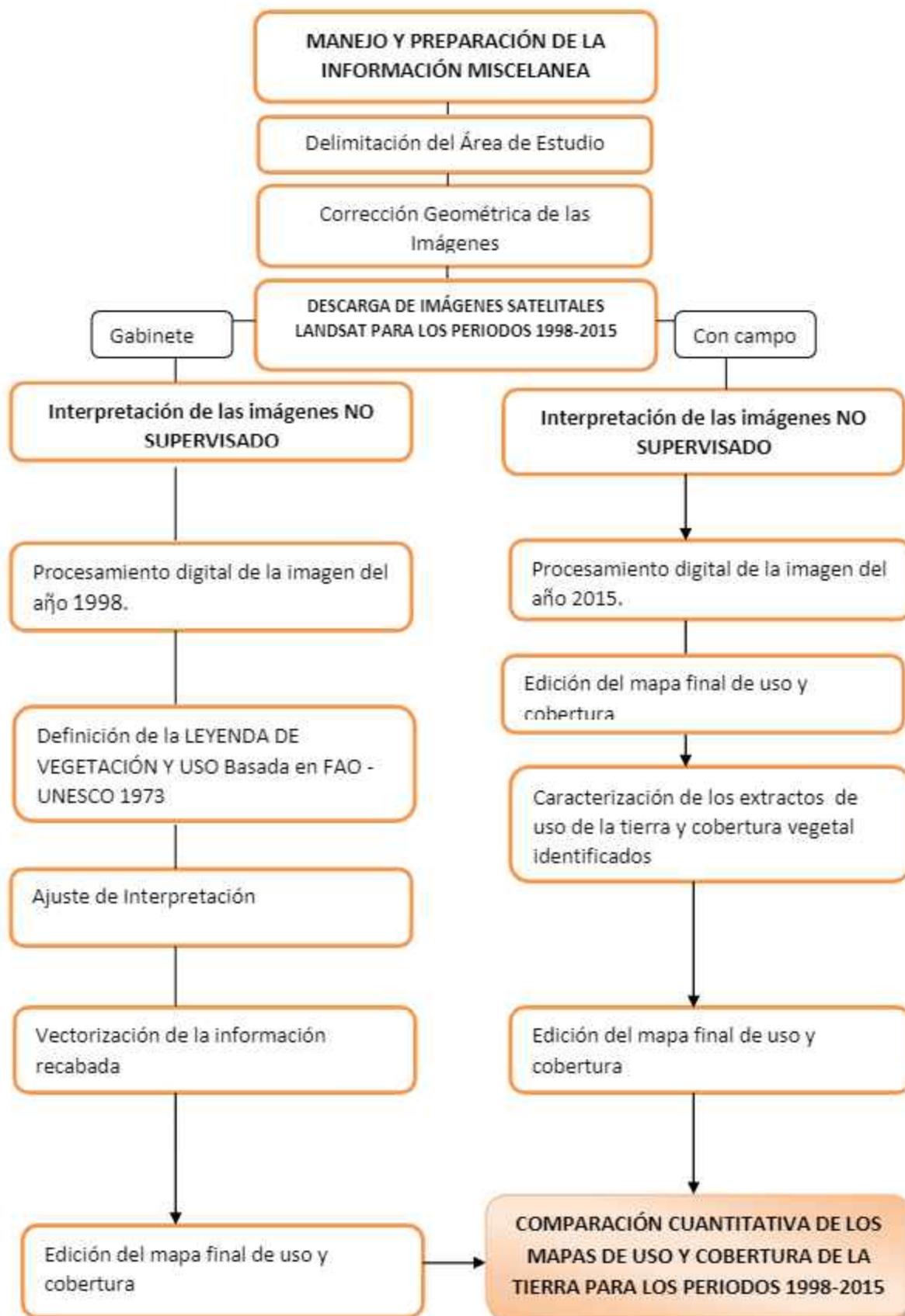


Consiguiendo la proyección de la imagen.

Este proceso se lo realizó para todas las imágenes del presente trabajo de investigación.

3.2.2.- Marco de Trabajo.

A continuación se detalla cada uno de los pasos seguidos:



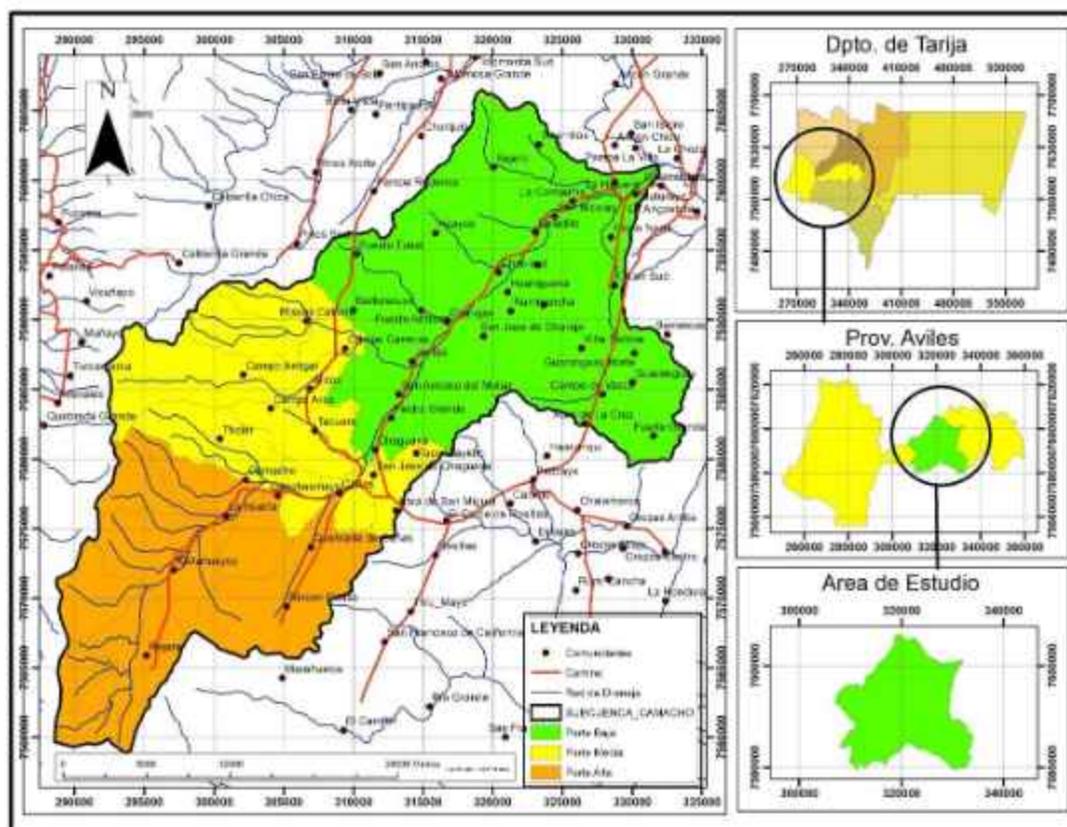
3.3.- Etapa de Gabinete.

3.3.1.- Fase de condiciones Previas.

En esta se hizo la delimitación del área de estudio, para la cual se realizó una serie de procesos como ser: la adquisición del MDT, orto rectificación del MDT como ya se detalló anteriormente, de la cual se consiguió la información temática del área de estudio.

Para la realización de este proceso se tomó en cuenta el cauce principal del río Camacho, con la extensión Hec-GeoRas, se procedió a la delimitación de la Subcuenca para posteriormente hacer la clasificación de la misma en parte alta, media y baja, como se muestra en la imagen.

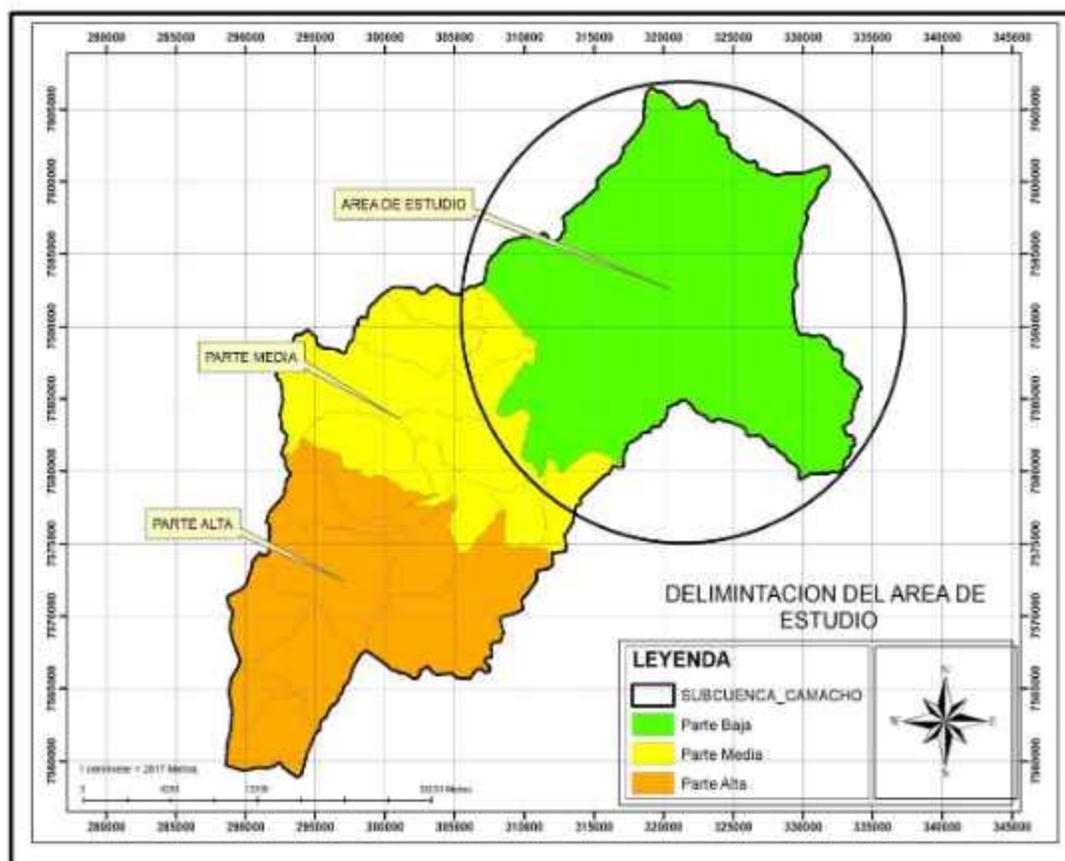
FIGURA Nro. 7 Mapa base de ubicación del área de estudio.



(Fuente: Elaboración Propia)

Posteriormente se seleccionó la parte baja de la Subcuenca ya que es el área de interés para el presente trabajo de investigación como se detalla a continuación.

FIGURA Nro. 8 Mapa de delimitación del área de estudio.



(Fuente: Elaboración Propia)

3.3.2.-Descarga de imágenes LANDSAT ETM + 7 Y 8.

En esta fase se adquirió las imágenes del sensor ETM LANDSAT de manera gratuita de la página web www.landsat.org siendo una de las muchas imágenes que están a disponibilidad del usuario con un simple registro en la página del sensor, las cuales se descargaron de los periodos 1998-2015.

FIGURA Nro. 9 IMAGEN 2015

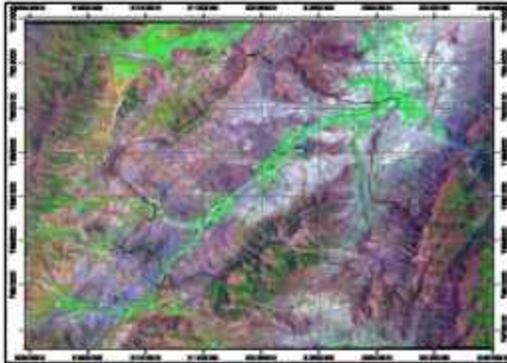
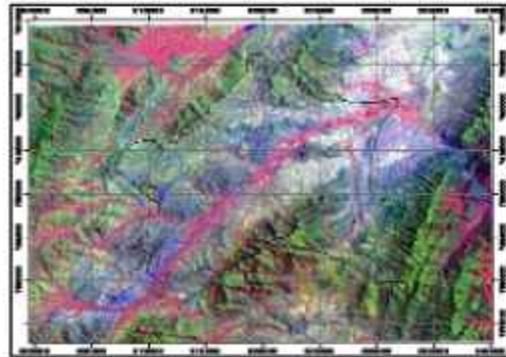
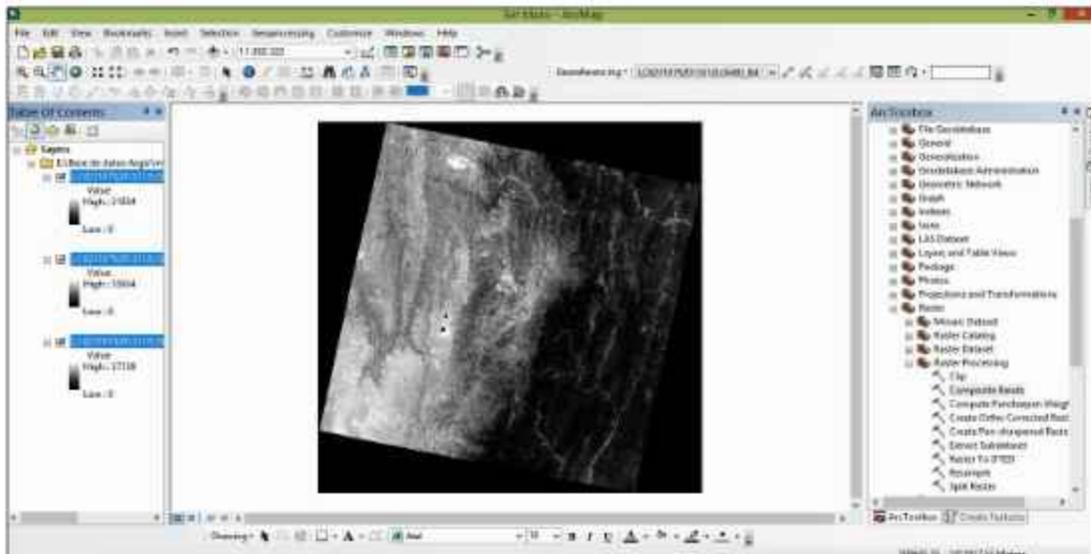


FIGURA Nro. 10 IMAGEN 1998

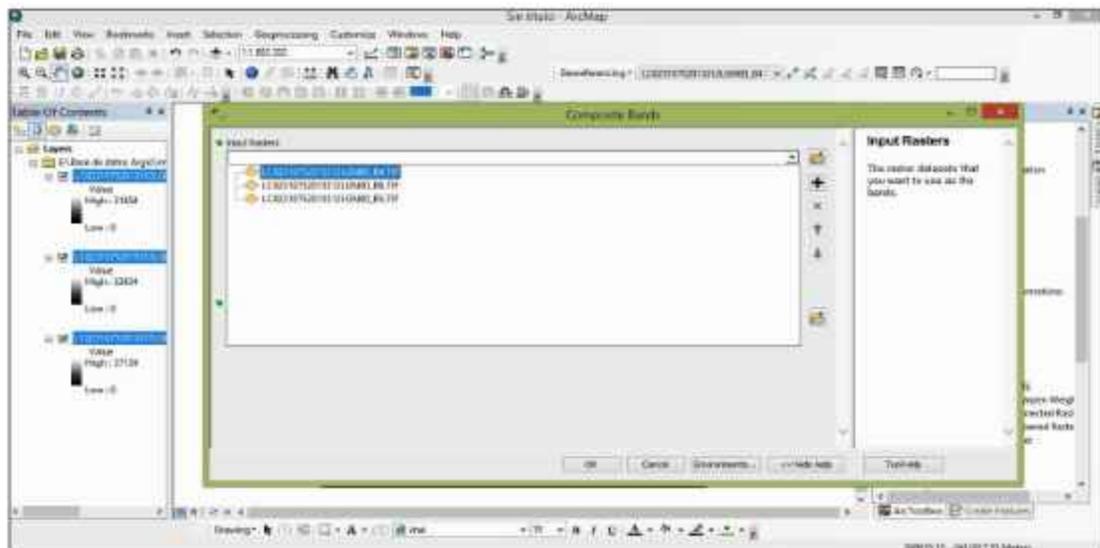


3.3.3.- Procesamiento digital de la imagen.

Se procedió con una serie de pasos para realizar el mejoramiento de contraste de las bandas utilizando una combinación (3.5.2) mediante el método de combinación de bandas, con la finalidad de mejorar la tonalidad y el color y por ende poder tener una mejor calidad visual, aumentando la variabilidad de colores y contrastes de tonos. Se realizaron los siguientes pasos:



Cargando las bandas espectrales para realizar su respectiva combinación.

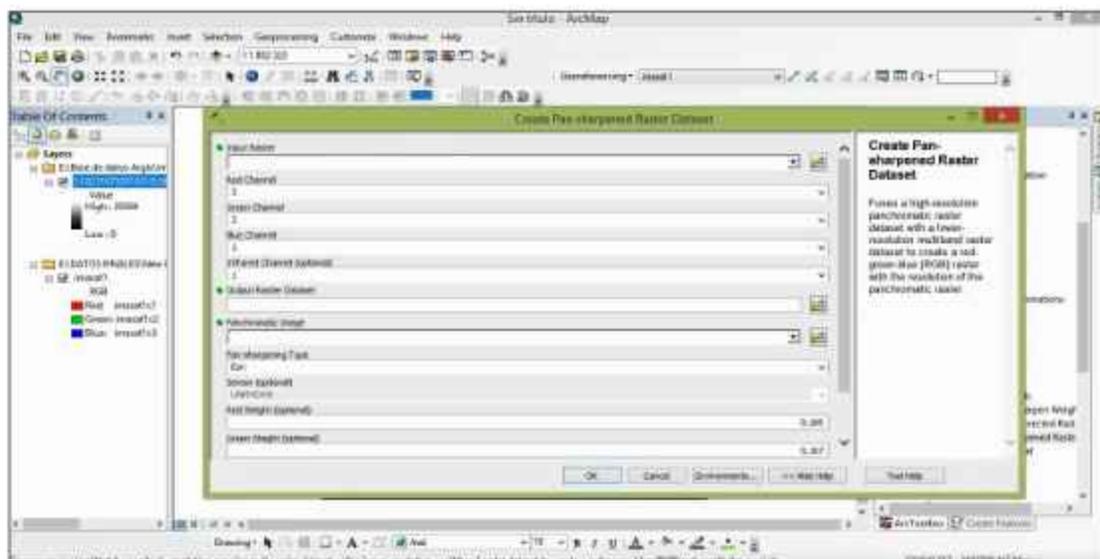


Abriendo la herramienta Composite Bands para realizar el mosaico.



Obteniendo una Imagen combinada con una resolución 30x30.

Una vez termina la combinación (3.5.2) se procedió a realizar nuevamente el mismo proceso utilizando otra herramienta de trabajo la Créate Pan-sharpened Raster Datased en este caso con la imagen pancromática para tener una mejor visibilidad y realizar una buena interpretación y que sea confiable la clasificación.



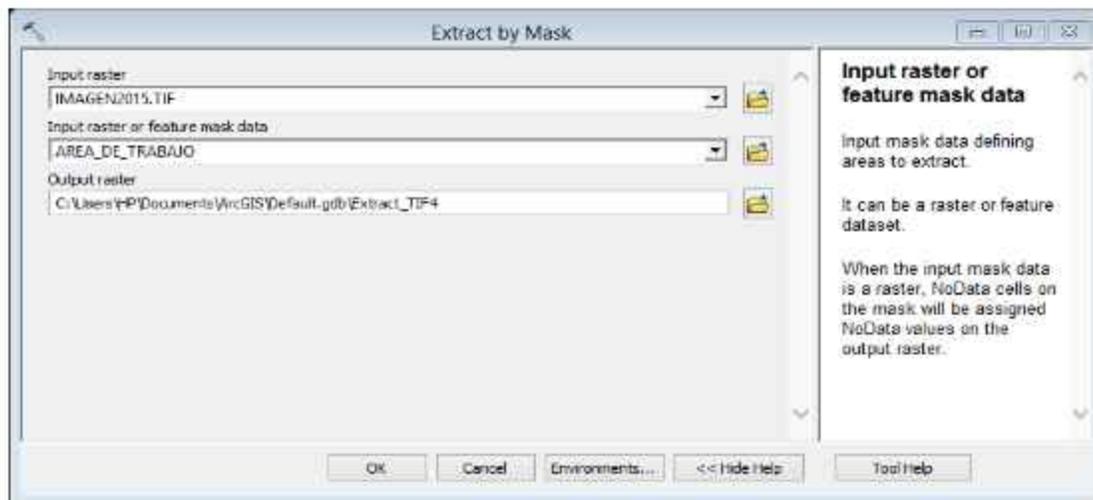
Realizando el proceso de CreatePan-sharpened Raster Dataset.

En este proceso se nos abre una ventana de diálogo donde se nos pide una serie de atributos que debemos llenar, primeramente el nombre de raster en este caso la imagen combinada anterior con una resolución 30x30m, posteriormente los otros parámetros dejamos por defecto, hasta donde nos pida un nombre de salida del proceso para luego ingresar la banda Pancromática que lleva una resolución 15x15m. Damos aplicar el proceso y se obtuvo el siguiente resultado.



Obteniendo una imagen con una resolución de 15x15m

Seguidamente se procedió a realizar un corte del área de trabajo mediante la herramienta "Extracción por máscara". La cual la encontramos dentro de la herramienta Spatial analyts tools, donde se abre una ventanas de diálogo y procedemos a llenar los atributos requeridos.



Realizando el corte del área de estudio.

Terminado el proceso se obtiene una imagen recortada del área de interés de estudio.

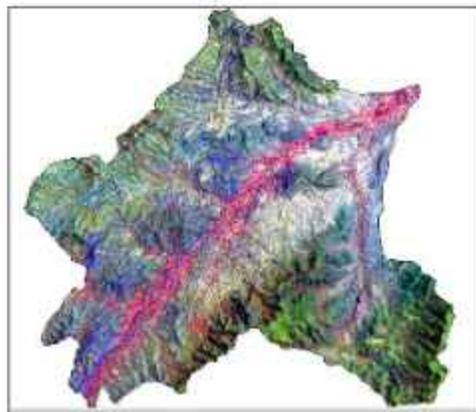


FIGURA Nro. 11 Área de estudio superficie. 43245,04 ha.

Posteriormente con la herramienta Iso clusters Unsupervised Classification, la cual permite realizar una clasificación no supervisada, se procedió a la clasificación en

doce macro-patrones de diferentes tonalidades de color, las cuales me reflejaron el uso y la cobertura de la tierra en el área de estudio como se muestra a continuación.

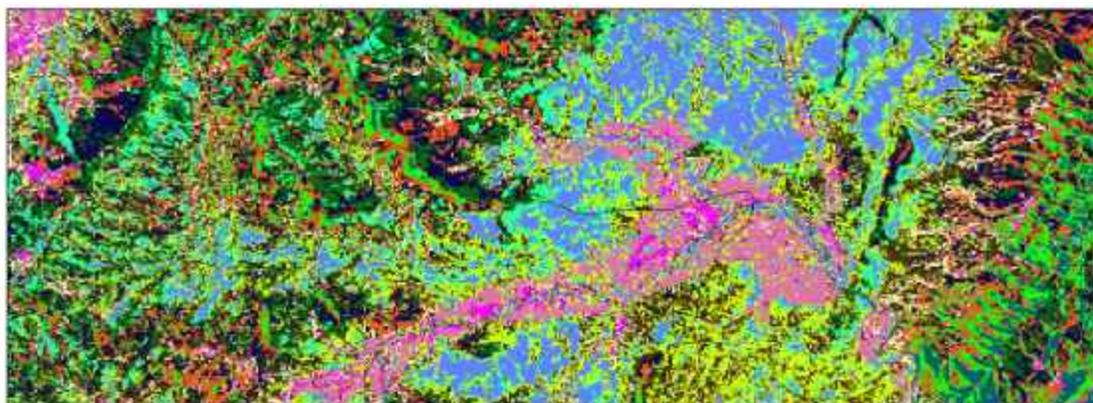


FIGURA Nro. 12 Clasificación en doce macro-patrones de la imagen.

Para luego identificar de los diferentes tipos de cobertura y uso de la tierra, mediante la propuesta metodológica de la **FAO - UNESCO (1973)**. (Ver Anexo Nro. 1)

3.3.4.- Interpretación visual preliminar.

Para conocer la variación general de la cobertura y uso de la tierra en el área de estudio, con la ayuda de la leyenda propuesta por **FAO - UNESCO (1973)** se procedió a interpretar los macropatrones de cobertura y uso de suelo. Esta interpretación visual se fundamentó en los estándares de interpretación como son el tono, color y la exposición de acuerdo al relieve, todas estas características me ayudó en la comprensión y a poder reflejar la realidad lo que es en el campo, pero principalmente en la generación de la leyenda.

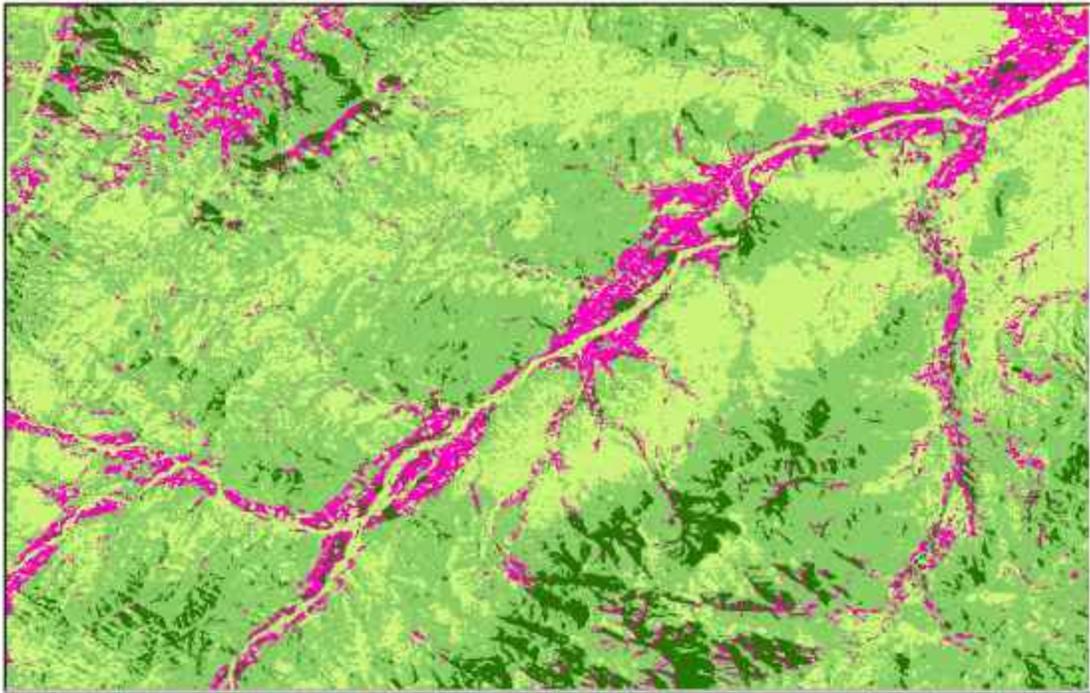


FIGURA Nro. 13 Identificación de los extractos de cobertura y uso de la tierra.

3.3.5.- Ajuste de Interpretación.

En este punto se procedió a realizar un filtro de mejoría 4 x 4 ya que es una extensión muy pequeña con la finalidad de poder tener una mejor representatividad de la imagen clasificada y poder evitar el salpiqueo de polígonos (polígonos pequeños) que muchas veces hacen que se tenga una mala representatividad de la clasificación.

FIGURA Nro. 14 Imagen con Filtro

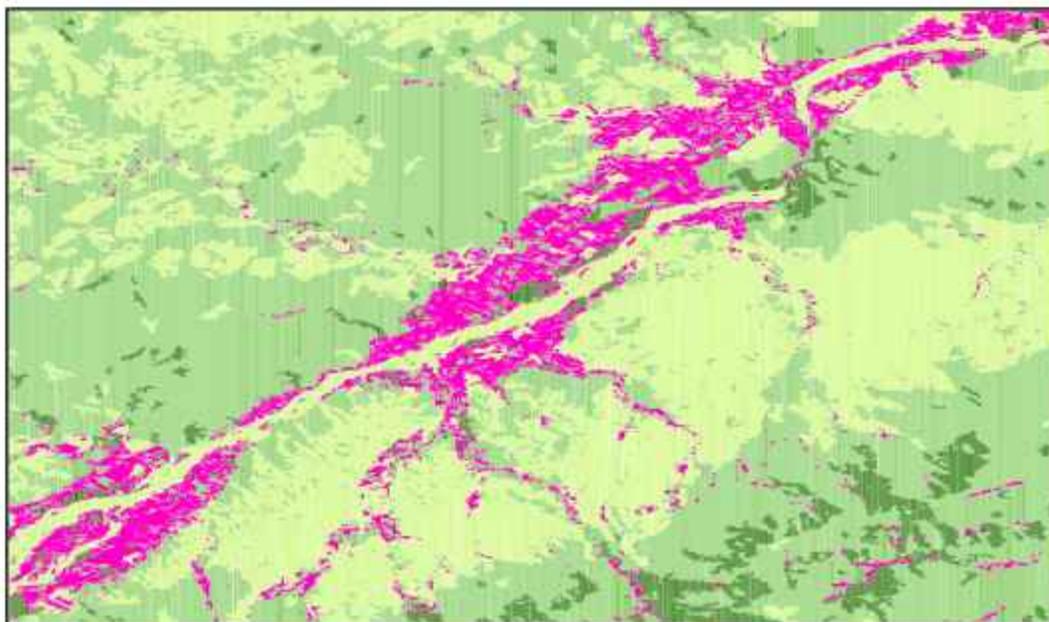


FIGURA Nro. 15 Imagen sin Filtro



3.3.6.- Vectorización de la información Básica.

Con el fin de obtener la cartografía básica en formato vectorial se realizó una conversión de un formato raster a un formato vector con la finalidad de determinar los diferentes tipos de información cuantitativa de un raster que presenta la imagen.

Este proceso se lo realizó con una herramienta del Argis Conversión tools, la cual convierte de formato raster a formato vectorial como se muestra a continuación en las respectivas figuras.

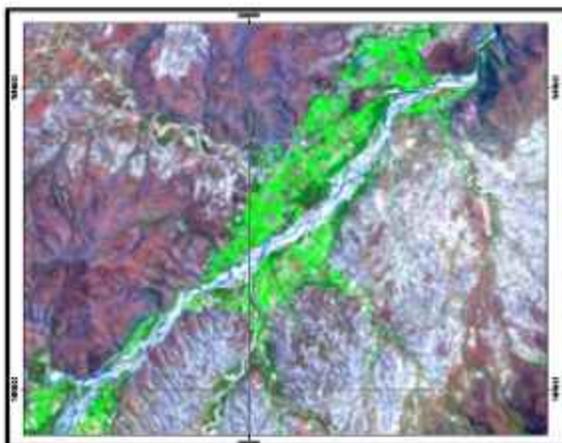


FIGURA Nro. 16 Un Raster.

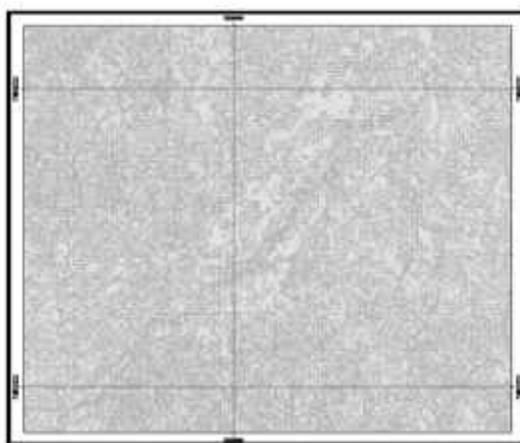


FIGURA Nro. 17 Un Vector

3.3.7.- Elaboración del mapa de uso y cobertura no supervisado 1998.

3.3.7.1.- Mapa de Cobertura Vegetal de la tierra Año 1998.

Con los diferentes tipos de criterios mencionados anteriormente se procedió a la elaboración del mapa de cobertura de la tierra. (Ver Anexo Nro.2)

3.3.7.2.- Mapa de Uso de la tierra del 1998.

De igual manera con los mismos criterios mencionados anteriormente se procedió a la elaboración del mapa de uso de la tierra. (Ver Anexo Nro. 3)

3.3.8.- Elaboración del mapa base de campo, uso y cobertura de la tierra del año 2015.

3.3.8.1.- Mapa de Cobertura Vegetal de la tierra 2015.

De la misma manera y tomando en cuenta los diferentes tipos de criterios mencionados anteriormente se procedió a la elaboración del mapa de cobertura de la tierra. (Ver Anexo Nro. 4)

3.3.8.2.- Mapa de Uso de la tierra del 2015.

Seguidamente se procedió a la elaboración del mapa de uso de la tierra. (Ver Anexo Nro. 5)

3.4.- Etapa de Campo.

3.4.1.- Caracterización de los extractos de uso de la tierra y cobertura vegetal identificados.

La caracterización de los extractos identificados tanto de uso y cobertura de la tierra, se empleó el método de mapeo libre, este método permite espaciar y localizar las observaciones según el criterio de relación con el paisaje, en la cual se ubicaron puntos de muestreos en las partes más altas, donde se me permitió realizar una buena deducción y una confiable interpretación.

La caracterización del uso de la tierra se visitó (in situ) comunidad por comunidad, con la ayuda del mapa ya genera de manera no caracterizada y tener una mejor interpretación de la imagen, de igual manera para la caracterización de la cobertura vegetal, se emplearon los mapas elaborados ya anteriormente con la guía metodológica de **FAO – UNESCO (1973)** que sirvió como referencia o/y guía de campo para la recopilación de información de cobertura vegetal y uso de la tierra en la parte baja de la Subcuenca “El Camacho”.

En toda el área de estudio se levantaron puntos de muestreo con el uso de planillas de campo elaboradas, GPS (Sistema de Posición Geográfico) para determinar las coordenadas geográficas.

3.4.2.- Recolección de las muestras botánicas.

En este acápite se procedió a la recolección de las muestras vegetales de diferentes especies, las cuales fueron recolectadas en periódicos para luego ser llevadas al herbario de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y ser identificadas.

3.5.- Etapa de Post-Campo.

En esta fase se trabajó principalmente sobre la interpretación de planillas de campo que se utilizaron para la recolección de datos e información, los mismos que fueron llevados a una base de datos con sus respectivas coordenadas para luego introducirlos al programa de Argis y realizar la elaboración del mapa de cobertura y uso de la tierra.

3.5.1.- Elaboración de los mapas caracterizado de uso y cobertura del año 2015.

3.5.1.1.- Mapa caracterizado de la Cobertura Vegetal de la tierra Año 2015.

Con los datos tomados en campo se elaboró un mapa de Cobertura Vegetal de la tierra (Ver Anexo Nro. 6)

3.5.1.2.- Mapa caracterizado de Uso de la tierra del 2015.

De igual forma se elabora un mapa de uso de la tierra. (Ver Anexo Nro. 7)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.- RESULTADOS.

A partir de la interpretación satelital de las imágenes Landsat TM, sobre la Subcuenca “El Camacho” se obtuvo los siguientes resultados:

4.1.- Tipos de coberturas y usos de la tierra identificados para el periodo 1998-2015.

Realizado el procesamiento digital de las imágenes satelitales y con la ayuda de la leyenda propuesta por **FAO - UNESCO (1973)** se identificó los distintos tipos de cobertura y uso de la tierra para un periodo 1998-2015.

4.1.1.- Cobertura de la tierra.

- Bosque ralo Mayormente siempre verde semidecídúo.
- Matorral mayormente caducifolio semidecídúo.
- Vegetación herbácea graminoide baja con matas y cojines.
- Áreas Antrópicas.
- Cuerpos de agua.

4.1.2.- Usos de la tierra.

- Silvopastoril con vacunos caprinos, ovinos. Uso secundario: áreas sin uso (áreas erosionadas).
- Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes.
- Silvopastoril con vacunos caprinos y ovinos.
- Agropecuario extensivo con cultivos anuales, ovinos, caprinos y vacunos.
- Cuerpos de agua.

4.2.- Cambio de la Cobertura y uso de la tierra para el periodo 1998-2015.

Realizado los procesos de Sistema de Información Geográfica se cuantificó el cambio de la cobertura y uso actual de la tierra para el periodo comprendido entre 1998-2015 reflejado de la siguiente manera:

Cuadro Nro. 8 Cambio producido de la cobertura vegetal periodo (1998-2015).

Código FAO 1997	Tipo de Cobertura Vegetal	Superficie (Has) Año 1998	Superficie (Has) Año 2015	Cambio Superficie (Has)	% *	% **
2A3	Bosque ralo Mayormente siempre verde semidecيدو.	5779,88	2340,79	3439,08	7,95	5.41
3B3	Matorral mayormente caducifolio semidecيدو.	27394,27	24024,46	3369,81	7,79	55.55
5F7	Vegetación herbácea graminoide baja con matas y cojines	6115,95	11794,37	5678,41	13,13	27.27
6	Áreas Antrópicas.	3686,74	4822,02	1135,28	2,62	11.15
80	Cuerpos de agua	268,21	263,41	4,80	0,01	0.61
Total		43245,05	43245,05	13627,38	31,50	100

(Fuente: Elaboración propia)

* Porcentaje de cambio de la cobertura con relación al área de estudio.

** Porcentaje de la cobertura en el año 2015 con relación al área de estudio

Cuadro Nro. 9 Cambio producido de Uso de la Tierra periodo (1998-2015)

Código FAO 1997	Tipo de Uso de la Tierra	Superficie (Has) Año 1998	Superficie (Has) Año 2015	Cambio Superficie (Has)	% *	% **
57	Silvopastoril con vacunos caprinos, ovinos. Uso secundario: áreas sin uso (áreas erosionadas)	4114,94	6380,78	2265,84	5,24	14,75
30	Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes	2569,54	3245,98	676,44	1,56	7,51
56	Silvopastoril con vacunos caprinos y ovinos	35212,59	31748,99	3463,61	8,01	73,42
40	Agropecuaria extensiva con cultivos anuales, ovinos, caprinos y vacunos	1079,77	1605,90	526,13	1,22	3,71
80	Cuerpos de agua	268,21	263,41	4,80	0,01	0,61
TOTAL		43245,05	43245,05	6936,82	16,04	100

(Fuente: Elaboración propia)

* Porcentaje de cambio del Uso de la Tierra con relación al área de estudio.

** Porcentaje del Uso de la Tierra en el año 2015 con relación al área de estudio

4.3.- Mapas caracterizados de Cobertura y uso actual de la tierra.

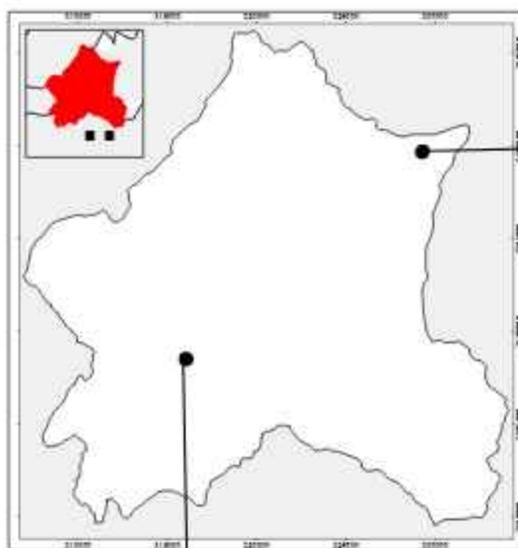
Con el levantamiento de información in situ sobre la Subcuenca El Camacho, se obtuvo los mapas de cobertura vegetal y uso de la tierra caracterizado, como así

también la cuantificación de las especies más abundantes y otros datos numéricos que aparecen en porcentajes los mismos que están detalladas en los anexos respectivos, como así también la taxonomía de la especies encontradas.

4.3.1.-Tipo de cobertura y uso de la tierra identificados.

4.3.1.1.-Coberturas.

4.3.1.1.1.- (6) Area antrópicas.



Este tipo de unidad se encuentra ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano a una altura de (1680 a 1947 m.s.n.m) con un clima cálido (semihúmedo a húmedo), con una temperatura media anual que van

desde (12.6°C a 26.6°C) y precipitaciones de (466.8 mm/año).

Se lo encuentra formando fajas angostas a lo largo de valles, en la parte baja de las laderas, en terrazas aluviales, en lechos del río, en acuíferos que alimentan el mismo, en serranías bajas de extrema disección, llanura de piedemonte moderada, con pendientes de formas rectas y convexas, existiendo clases desde Plano de (0-0.5%) a

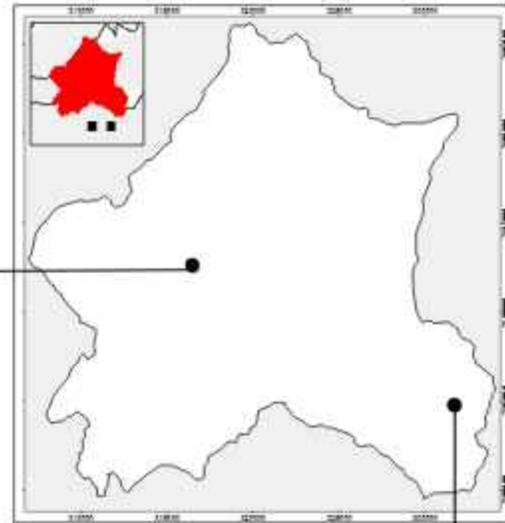
ligeramente inclinado (2-5 %) pedregosidad en la superficie muy poca de (0-2%) drenaje superficial (lento) con una exposición de Este a Oeste. En la unidad existe pérdida de la capa arable y también signos avanzados de procesos erosivos de tipo hídrico (laminar y en surco) con un grado de erosión severo.

Unidad de paisaje que está abarcando una superficie de 4822,02 has, ocupa un porcentaje de 11,15 % del área total.

Los tipos de cultivos que se encuentran en esta unidad, son variables que van de cultivos anuales a cultivos perennes de acuerdo a las condiciones climáticas existentes en el área, dicha unidad también está conformada por diferentes tipos de especies tanto arbóreas, arbustivas y gramíneas, las especies más abundantes son: Churqui (*Acacia caven*), Jarca (*Acacia visco*), Tusca (*Acacia aroma*), con 20-30% de cobertura y entre otra especies con menor densidad de cobertura como ser: Molle (*Schinus molle* L.), Sauce llorón (*Salix babilónica*), Sauce criollo (*Salix humboldtiaba*), Algarrobo (*Prosopis alba*) y Nogal (*Juglans australis* Griseb) en cuanto a las gramíneas con mayor abundancia son: Grama pata de perdiz (*Eragrostis* sp.), Pasto Rosado (*Rhynchelitrum repens* (Willd) C.E. Hubb.), Indeterminado (*Viguiera* sp.), Cola de zorro (*Aristida mendocina* Henrard.), Pasto (*Bothriochloa barbinodis* (Lag.) Herter.) Indeterminado (*Bidens* sp) con 30-40% de cobertura y entre otra especies con menor densidad de cobertura como ser: Pasto (*Bothriochloa saccharoides* (Sw.) Rydb.), Chilca (*Tessaria* sp.), Malva (*Sida* sp) Comadrita (*Zinnia peruviana* (L.) Linnaeus.) Cadillo (*Cenchrus myosuroides* Kunth.).

Las comunidades que se encuentran en esta unidad son: Piedra Grande, San Antonio el Mollar, Barbascuyo, Juntas, Charaja, Puesto Armaos, Colón Sud, Colón Norte, Barrancas, Viña Pampa, Guaranguay, Muturayo, San José de Charaja, Chocloca, Almendros, Saladillo, San Nicolas, Compañía, Rujero y Valle de Concepción; son comunidades dedicadas a la actividad vitícola, de tubérculos y hortalizas. **(Ver Anexo Nro. 8)**

4.3.1.1.2.- (3B3) Matorral mayormente caducifolio semidecídulo.



Tipo de cobertura vegetal ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano a una altura de (1775 a 2764 m.s.n.m) con un clima cálido (semihúmedo a húmedo) con una temperatura media anual que van desde (12.6°C a 26.6°C) y precipitaciones de (466.8 mm/año).



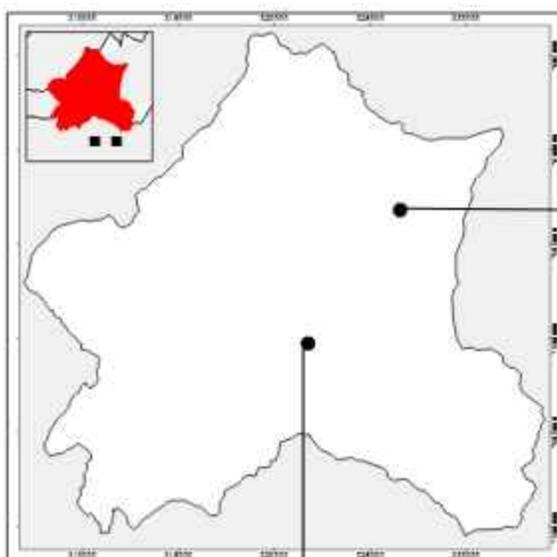
Se lo encuentra formando fajas angostas a lo largo de valles, en pie de monte, en cañones no profundos, en la parte baja de las laderas, en terrazas aluviales, en lechos del río, en relieves de colina y en terrazas fluvio lacustre con pendientes de formas convexas, existiendo clases de pendientes desde moderadamente escarpado (15 – 30 %), a escarpado (30 – 60 %) y muy escarpado (60 – 90 %) pedregosidad poca de (2-5%) a común de (5-15%) con un drenaje variable desde (rápido a muy rápido) exposición de Este a Oeste. Evidenciando procesos erosivos de tipo hídrico (laminar, surco y avanzadas cárcavas), con un grado de erosión moderado.

Cobertura vegetal que abarca una superficie de 24024,46 has y un porcentaje de 55,55 % del área total.

Dicha unidad está conformado por diferentes tipos de especies tanto arbóreas, arbustivas y gramíneas, las especie arbórea encontrada con mayor abundancia es el Churqui (*Acacia caven*) y Tusca (*Acacia aroma*) con una cobertura de (30-50%) y entre otras especies que no tienen mucha significancia de cobertura como ser: Molle (*Schinus molle* L.), Chañar (*Geoffroea decorticans*), Jarca (*Acacia visco*), Algarrobo (*Prosopis alba*), en cuanto a las gramíneas que abundan en este tipo de cobertura son: Pasto Rosado (*Rhynchelitrum repens* (Willd) C.E. Hubb.), Pasto (*Eragrostis* sp.), Cola de zorro (*Aristida mendocina* Philippi.), Pasto (*Deyeuxia pollygama* (Griseb.) L.Parodi.), Chilca (*Tessaria* sp.), Pasto (*Eragrostis* sp.), Grama pata de perdiz (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), Pasto (*Sporobolus* sp.) y Pasto (*Setaria* sp) Con una cobertura de (55-70%) como así también la presencia de otras especies de menor significancia como ser: Indeterminado (*Viguiera* sp.), Indeterminado (*Bidens* sp.), Comadrita (*Zinnia peruviana* (L.) Linnaeus.), Cadillo (*Cenchrus myosuroides* Kunth.) y Arbusto (*Cestrum parqui* L'Herit.).

Las comunidades que estan conformando esta unidad son: Piedra Grande, San Antonio el Mollar, Barbascuyo, Juntas, Charaja, Puesto Armaos, Colon Sud, Colon Norte, Barrancas, Viña Pampa, Guaranguay, Muturayo, Chocloca, Almendros, Saladillo, San Nicolás, Compania, Rujero y Campo de Vasco. (Ver Anexo Nro. 9)

4.3.1.1.3.- (5F7) Vegetación herbácea graminoide baja con matas y cojines.



Este tipo de unidad se encuentra ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano a una altura de (1682 a 2982 m.s.n.m) con un clima cálido (semihúmedo a húmedo), con una temperatura media anual que van desde (12.6°C a 26.6°C) y precipitaciones de (466.8 mm/año.).

Se encuentra en paisajes de llanura fluvio lacustre de moderada y extrema disección, llanura aluvial de ligera disección, en la parte baja de las laderas, en lechos del río, también se lo puede encontrar en los piedemontes, el relieve está representado por pendientes de clase inclinado (5 – 10 %), fuertemente inclinado (10–15 %) a moderadamente escarpado (15-30%), de formas rectas y convexas, pedregosidad muy poca (0-2%) a poca de (2-5%), con un drenaje rápido y muy rápido con

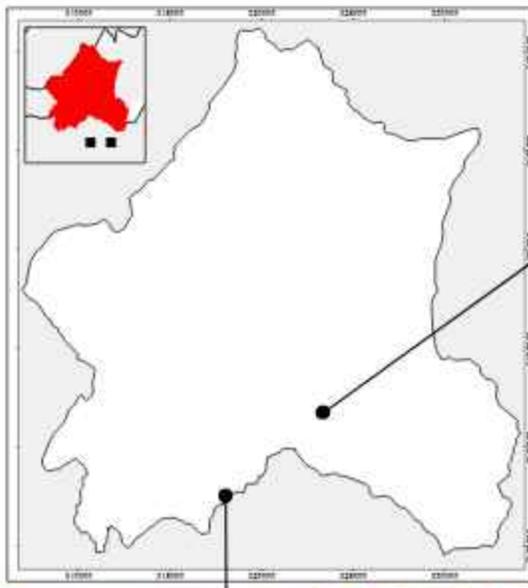
exposición de oeste a este. Evidenciando fuertes procesos erosivos de tipo hídrico y eólico (laminar, surco y avanzadas cárcavas) con un grado de erosión extremo.

Dicha unidad está abarcando una superficie de 11794,37 has, y un porcentaje de 27,27 % del área total.

Unidad compuesta en su estructura botánica por la siguiente especie abundante como es el taquillo (*Prosopis alpataco*) con una cobertura del 20-30% asociada a especies arbóreas no muy abundantes como es el caso de la churqui (*Acacia caven*), chañar (*Geoffroea decorticans*) y en el estrato herbáceo destacan arbustos suculentos como: tuna de zorro (*Opuntia sulphurea*), cardón (*Cereus peruvianus*) y otros. Como así también especies gramíneas como ser: cola de zorro (*Aristida mendocina* Henrard), Pasto (*Bothriochloa barbinodis* (Lag.) Herter), Pasto (*Bothriochloa saccharoides* (Sw.) Rydb), Pasto Rosado (*Rhynchelitrum repens* (Willd) C.E. Hubb.), Pasto (*Eragrostis* sp.), (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) con una Cobertura del (30-35%) como así también existen otras especies con menor densidad como ser: Indeterminado (*Viguiera* sp.), (*Bidens* sp.), comadrita (*Zinnia peruviana* (L.) Linnaeus.), Arbusto (*Pluchea* sp.), Arbusto (*Eupatorium* sp.), Hierba (*Heliotropium* sp) y Chilca (*Tessaria* sp.).

Las comunidades que están conformando esta unidad son las siguientes: San José de Charaja, Huiriguana, Almendros, Viña Pampa, Colón Sud, Colón Norte, Huayco, Puesto Tunal y Muturayo. (Ver Anexo Nro. 10)

4.3.1.1.4.- (2A3) Bosque ralo Mayormente siempre verde semideciduo.



Tipo de cobertura vegetal ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano a una altura de (2085 a 2884 m.s.n.m) con un clima cálido (semihúmedo a húmedo) con una temperatura media anual que van desde (12.6°C a 26.6°C) y precipitaciones de (466.8 mm/año).

Se lo encuentra en fondo de valle, en cañones profundos, en pie de montes, en llanuras aluviales formadas por quebradas y ríos, relieve de montaña, las pendientes van desde fuertemente inclinado (10 – 15 %) de forma convexas, a muy escarpado desde (60-90 %) forma convexa, pedregosidad abundante (40-80%) drenaje rápido, orientación Este a Oeste. Evidenciando procesos erosivos de tipo hídrico (surco y avanzadas cárcavas), con un grado de erosión moderada.

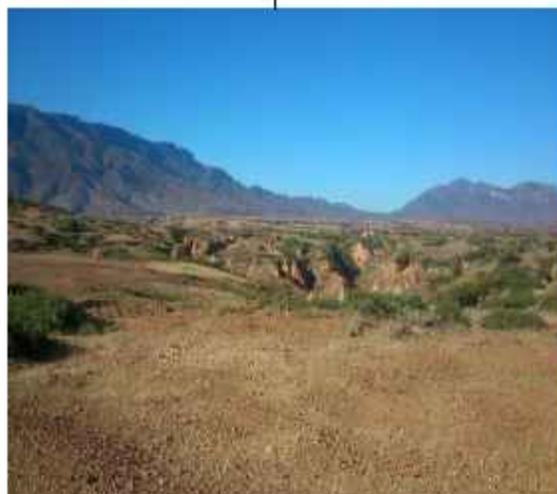
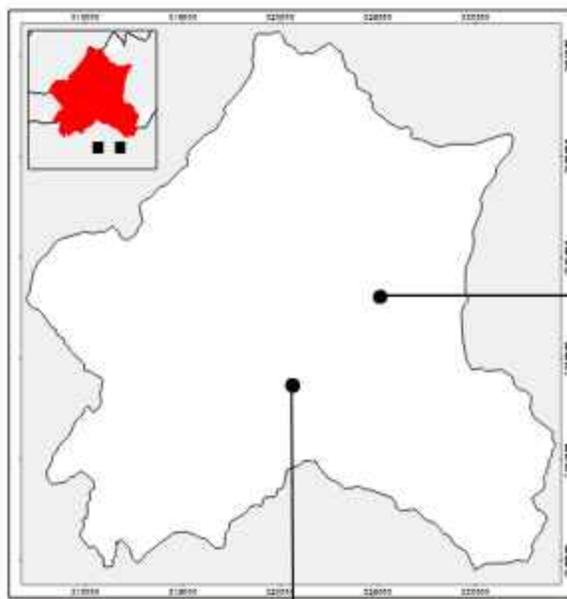
Dicha unidad está abarcando una superficie de 2340,79 has, y un porcentaje de 5,41 % del área total.

Unidad compuesta en su estructura botánica por las siguientes especies abundantes como es la Tipa (*Tipuana tipu*), Tarco (*Jacaranda mimoxifolia*), Chañar (*Geofroea decorticans*) con una cobertura del 25-35% asociada a especies arbóreas no muy abundantes como es el caso del churqui (*Acacia caven*), Jarca (*Acacia aroma*), tusca (*Acacia visco*), taquillo (*Prosopis alpataco*) y en el estrato herbáceo destacan arbustos suculentos como: tuna de zorro (*Opuntia sulphurea*), cardón (*Cereus peruvianus*) y otros. Como así también especies grameneas como ser: Pasto Rosado (*Rhynchelitrum repens* (Willd) C.E. Hubb.), Pasto (*Eragrostis* sp. Cola de zorro (*Aristida mendocina* Philippi), Pasto (*Deyeuxia pollygama* (Griseb.) L. Parodi) con una cobertura del (30-45). También existen otras especies con menor significación que están constituyendo este tipo de cobertura vegetal tales como: Arbusto (*Pluchea* sp.), Jarilla (*Chenopodium* sp), Pasto (*Setaria* sp.) y Pasto Rosado (*Rhynchelitrum repens* (Willd) C.E. Hubb.)

Las comunidades que están conformando esta unidad son las siguientes: Viña Pampa, Piedra Grande, Barbascuyo, Puesto Armaos, Guaranguay Norte, Chorrillos Valle de Concepción. (Ver Anexo Nro. 11)

4.3.1.2.- Uso de la tierra.

4.3.1.2.1.- (57) Silvopastoril con vacunos caprinos, ovinos. Uso secundario: áreas sin uso (áreas erosionadas)



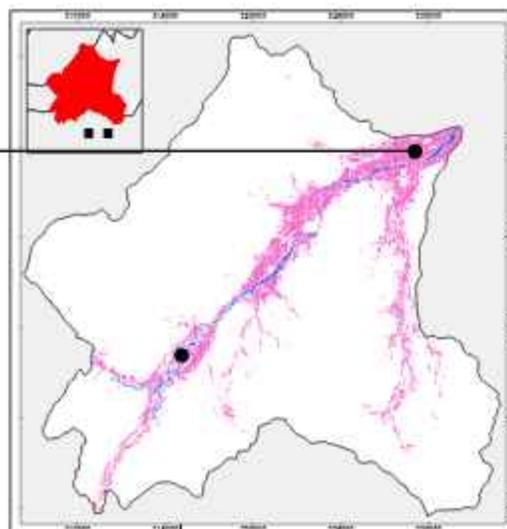
Unidad que se encuentra ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano a una altura de (1682 a 2982 m.s.n.m) con un clima cálido (semihúmedo a húmedo), con una temperatura media anual que van desde (12.6°C a 26.6°C) y precipitaciones de (466.8 mm/año.).

Tipo de uso que está abarcando una superficie de 6380,78 has, y un porcentaje de 14,75 % del área total.

Unidad con un uso netamente (Silvopastoril con vacunos caprinos, ovinos. Uso secundario: áreas sin uso (áreas erosionadas), dentro de dicha unidad existe una

moderada cantidad de animales como ser: vacas, ovejas y chivas, en las comunidades como ser Piedra Grande, Colón Norte, Colón Sud, Barbascuyo y Viña pampa son comunidades en las cuales los animales pastan con el cuidado de alguna persona, como no ocurre en otras comunidades de Maturayo, Rujero y la Higuera en las cuales el animal pasta de manera libre, no solamente pastan esos animales sino también existen caballos y burros; se evidencia mayor presencia de animales en época de lluvia, ya que es un área donde existe una buena cantidad de forraje para el consumo de los animales y en época seca son mantenidos en corrales alimentados netamente por el dueño. Las comunidades de Maturayo, Rujero y la Higuera no están dedicadas netamente a esa actividad, sino solamente para el consumo familiar; lo que no ocurre en otras comunidades, que es una fuente de ingresos económicos. (Ver Anexo Nro. 12)

4.3.1.2.2.- (30) Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes.



Este tipo unidad se encuentra ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano a una altura de (1680 a 1947 m.s.n.m) con



un clima cálido (semihúmedo a húmedo), con una temperatura media anual que van desde (12.6°C a 26.6°C) y precipitaciones de (466.8 mm/año).

Tipo de uso que está abarcando una superficie de 3245,98 has y un porcentaje de 7,51 % del área total.

El uso (Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes) caracterizado por la actividad agrícola que se realiza con cultivos anuales y permanentes. Dentro de los cultivos anuales que se produce son: Papa, Camote, Cebolla, Tomate, Arveja, Zanahoria, Remolacha, entre otros productos, como así también se produce una serie de hortalizas entre ellas: acelga, perejil, espinaca, etc. Las comunidades dedicadas a este rubro son: Juntas, Chocloca, Puesto Armaos, Campo de Vasco, La compañía Piedra Grande, Colón Norte, Colón Sud, Barbascuyo y Viña Pampa.

En cuanto a los cultivos permanentes practicados están: la viticultura, producción de uva; también frutas como ser: manzanas, durazno, membrillo, peras, etc. así también cítricos: naranjas, mandarinas y pomelos; las comunidades dedicadas a estos cultivos son: Chocloca, Valle de Concepción, Colón Norte, Guaranguay, Campo de Vasco, Rujero y la Compañía. **(Ver Anexo Nro. 13)**

4.3.1.2.3.- (40) Agropecuario extensivo con cultivos anuales, ovinos, caprinos y vacunos.



Este tipo unidad se encuentra ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental, perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano a una altura de (1680 a 1947 m.s.n.m) con un clima cálido (semihúmedo a húmedo), con una temperatura media anual que van desde (12.6°C a 26.6°C) y precipitaciones de

(466.8 mm/año).

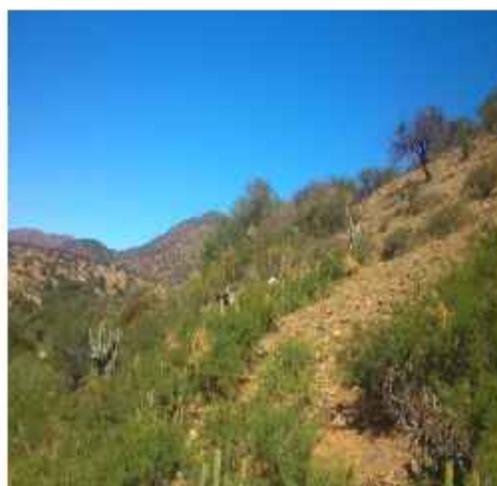
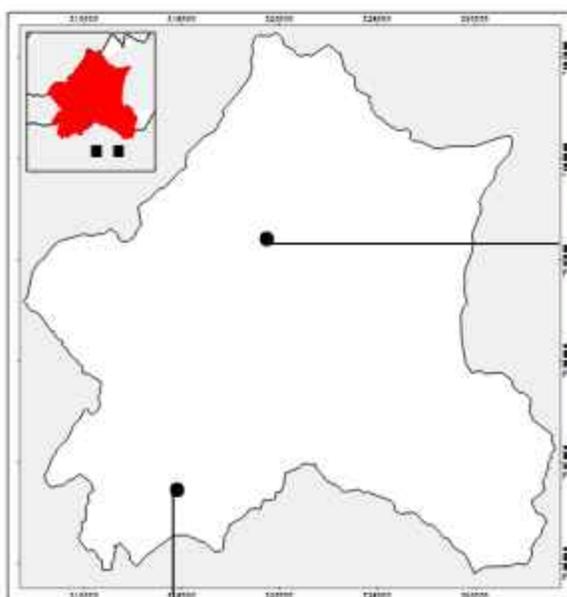
Uso que está abarcando una superficie de 1605,90 has y un porcentaje de 3,71 % del área total.

Tipo de uso Agropecuario extensivo con cultivos anuales, ovinos, caprinos y vacunos, por la actividad agrícola y pecuaria que se realiza con cultivos anuales y la crianza de animales. Dentro de los cultivos anuales que se produce son: papa, camote, Cebolla, tomate, arveja, maíz cebada, vicia, alfa, zanahoria, remolacha, entre otros

productos; como así también se produce una serie de hortalizas entre ellas: acelga, perejil, espinaca, etc.

Las comunidades dedicadas a este rubro son: Juntas, Chocloca, Puesto Armaos, Campo de Vasco, La Compañía Piedra Grande, Colón Norte, Colón Sud, Barbascuyo y Viña Pampa. Dichas comunidades son también dedicadas a la crianza de animales como ser: ovejas, chivas y vacas. (Ver Anexo Nro. 14)

4.3.1.2.4.- (56) Silvopastoril con vacunos caprinos y ovinos.



Tipo de uso de la tierra ubicada dentro de la Provincia fisiográfica Cordillera Oriental perteneciente al piso ecológico altitudinal denominado montano a una altura de (1775 a 2884 m.s.n.m) con un clima cálido (semihúmedo a húmedo), con una temperatura media anual que van desde (12.6°C a 26.6°C) y precipitaciones de (466.8 mm/año).

Tipo de uso que está abarcando una superficie de 31748,99 has., y un porcentaje de 73,42 % del área total.

Caracterizada por la gran cantidad de animales tanto vacunos ovinos y caprinos, los cuales pastan de manera libre.

Las comunidades que están conformando esta unidad son las siguientes: Piedra Grande, San Antonio el Mollar, Barbascuyo, Juntas, Charaja, Puesto Armaos, Colón Sud, Colón Norte, Barrancas, Viña Pampa, Guaranguay, Muturayo, Chocloca, Almendros, Saladillo, San Nicolás, Compañía, Rujero y Campo de Vasco.

4.3.- DISCUSIONES.

En la zona de estudio “Subcuenca del río Camacho parte baja”, permitió registrar 4 tipos de cobertura vegetal y uso de la tierra, para un periodo de 1998-2015.

En las coberturas y uso de la tierra identificados se han constatado cambios muy significativos dichos cambios son producidos por diferentes clases de erosión ya sean (geológicos y antrópicos), dentro de los geológicos que afectan día a día están los provocados de manera natural, que están desgastando la superficie de la tierra o el paisaje geomorfológico, sin la intervención del hombre. La antrópica o también denominada erosión acelerada causada netamente por la actividad humana (Wolman 1995). Al eliminarse o alterarse la vegetación natural para la realización de diferentes tipos de uso tanto agrícola, silvopastoril y como combustible se rompe el equilibrio natural y como tal se produce la erosión acelerada, los tipos de erosión identificados y los que están afectando con mayor significancia están los eólicos y los hídricos.

Desde hace años hasta nuestros tiempos actuales, se evidenció un cambio rotundo del denominado actualmente (cambio climático) que está afectando al municipio y a todo el mundo en la actualidad y es uno de los temas de mayor debate del día a día en las redes sociales, como así también en instancias gubernamentales. Cambio causado por la contaminación, deforestación, etc., dichas actividades se debe al crecimiento

demográfico poblacional con un sola finalidad que es la de expandir la frontera agrícola, con una visión netamente de carácter (personal).

Sin lugar a duda el clima es el modelador del paisaje geomorfológico, y con el accionar en las diferentes actividades cotidianas que el hombre realiza, ha provocado que hoy en día se evidencia sequías extremas y precipitaciones torrenciales y como consecuencia las erosiones tanto hídricas y eólicas severas en la Subcuenca El Camacho, también el marchitamiento y muerte de muchas especies forestales por un estrés hídrico.

Los cambios ocurridos en la cobertura y el uso de la tierra se debe a la dinámica general de la actividades productivas en la Subcuenca, factores que podrían influir son los ingresos generados por cultivo de vid y otros productos que son practicados en diferentes exposiciones topográficas del terreno, ocasionan la ampliación de la frontera agrícola, no es el único factor que está causando el mismo sino también por el sobre pastoreo de animales presentes en el área, por ejemplo, se puede observar que en el periodo de análisis el **Bosque ralo Mayormente siempre verde semidecídúo**, redujo su porcentaje de superficie en 7.9 %, respecto al total del área de estudio, esto representa una pérdida de 3439,08 ha, debido a que los habitantes extraen este recurso como material para construcciones domésticos, leña y fuente de subsistencia y ampliación de la frontera agrícola. El **Matorral mayormente caducifolio semidecídúo** también redujo su porcentaje de superficie en 7.8 % respecto al total del área de estudio, esto representa una pérdida de 3369,81 ha, cambio ocasionado por el sobre pastoreo de los animales caprinos, ovinos y vacunos y también porque los habitantes extraen este recurso como leña y cercos para sus corrales y sembradíos. La **Vegetación herbácea graminoide baja con matas y cojines** aumento su porcentaje de superficie en 13.13 %, respecto al total del área de estudio representando un aumento de 5678.41 has, dicho cambio se debe a la fuerte presión antrópica que practican los habitantes con cultivos temporales, como así también por el sobre pastoreo de los animales caprinos, ovinos y vacunos. Las **Áreas Antrópicas** también aumento su porcentaje de superficie en 2.6 % respecto al total

del área de estudio representando un aumento de 1135.28 has, cambio ocasionado netamente por las diferentes actividades agrícolas, agropecuarias que realizan en la en la parte baja de la Subcuenca. Por esas causas, el suelo al estar desprovisto de cobertura vegetal, da lugar a que actúen los fenómenos naturales provocando el arrastre de sedimentos y el cambio de la cobertura vegetal.

Este comportamiento coincide con los cambios ocurridos “El Molino” Provincia Cercado-Tarija, reportado por **Abraham (2007)** el cual deduce que “Los suelos presentan una fuerte presión antrópica y por parte del ganado caprino y ovino, los mismos que están causando el avance erosivo acelerado, de la misma manera, la vegetación es amenazada por comunarios que extraen este recurso como material para construcciones domésticas, leña y fuente de subsistencia, por estas causas, el suelo al estar desprovisto de cobertura vegetal, dan lugar al arrastre de sedimentos y el cambio de la cobertura vegetal”.

En Uriondo en el 2008. Refleja que: Las praderas más afectadas por la erosión y el relieve, son formaciones vegetales distribuidas alrededor del valle central, son muy frecuentes la erosión hídrica (laminar, surco y cárcavas), con pendientes que oscilan entre 5 – 10 %, 10 – 15 %, 15 – 30 %, 30 – 60 % y > 60%). **SIC Srl. (2008)**.

El crecimiento demográfico en el municipio de Uriondo: en el año 2000 con número de habitantes de 12.331. **INE (2000)** y en el 2015 un número de habitantes de 14.781. **EL PAIS (2015)**.

Según datos estadísticos 83.08 % de la población utiliza la leña como combustible de cocina **INE (2000)**.

Características que demuestran claramente el porqué de la disminución y aumento de los estratos identificados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos indican que existe un cambio en las diferentes coberturas y usos de la tierra identificados para el periodo 1998-2015, y de acuerdo a los procesos realizados se detectan cambios causados tanto de manera natural, como por el accionar del hombre, habiéndose llegado a las siguientes conclusiones:

a).- El **Bosque ralo Mayormente siempre verde semidecídúo** es una de las coberturas vegetales que ha sufrido el cambio más significativo; de tener en el año 1998 una superficie de 5779,88 has., se reporta en el año 2015 una superficie de 2340,79 has., con una pérdida en la cobertura de 3439,08 has., lo que significa que anualmente se perdió una superficie de 202,29 has/año. Aproximadamente, de cobertura vegetal, dicho de otro modo, esta superficie cambió en la actualidad a Matorral mayormente caducifolio semidecídúo y en Áreas Antrópicas. El uso en esta cobertura es Silvopastoril con vacunos, caprinos y ovinos. Uso secundario: áreas sin uso (áreas erosionadas) agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes y agropecuario extensivo con cultivos anuales, ovinos, caprinos y vacunos, con fuertes procesos erosivos de acuerdo a los datos arrojados del análisis multiespectral.

b).- El **Matorral mayormente caducifolio semidecídúo**, que también sufrió un cambio, registrándose una superficie de 27394,27 has., en el año 1998 y una superficie de 24024,46 has., en el año 2015, produciéndose una reducción de superficie en 3369,81 has., lo cual significa que se perdió anualmente una superficie de 198,22 has, aproximadamente. Gran cantidad de la superficie cambió en la actualidad, convirtiéndose en Áreas Antrópicas y Vegetación herbácea graminoide baja con matas y cojines. Con un uso Silvopastoril con vacunos, caprinos y ovinos. Uso secundario: áreas sin uso (áreas erosionadas) agrícola extensivo con cultivos

anuales y perennes y agropecuario extensivo con cultivos anuales, ovinos, caprinos y vacunos.

De acuerdo al uso de la tierra está definido como: Silvopastoril con vacunos, caprinos y ovinos.

Los tipos de coberturas vegetales denominados como: Bosque ralo Mayormente siempre verde semidecídulo y Matorral mayormente caducifolio semidecídulo, los mismos están caracterizados para el año 1998 con una superficie de 35212.59 has., en el año 2015 una superficie de 31748.99 has., produciéndose un cambio de 3463.61 has., lo que significa que anualmente aumentó una superficie de 203.74 has/año aproximadamente.

c).- La **Vegetación herbácea graminoide baja con matas y cojines**, es la cobertura que ha aumentado en cuanto a su extensión registrándose en el año 1998 una superficie de 6115,95 has., y el en año 2015 una superficie de 11794,37 has., aumentando una superficie de 5678,41 has., desde el año 1998 hasta la actualidad a comparación de las demás coberturas que han disminuido significativamente, esta aumentó una superficie de 334,02 has/año aproximadamente.

Actualmente la cobertura está definida de acuerdo al uso de la tierra como:

Silvopastoril con vacunos, caprinos, ovinos. Uso secundario: áreas sin uso (áreas erosionadas) por las características que presenta el mismo, registrando una superficie de 4114,94 has, para el año 1998 y el año 2015 una superficie de 6380,78 has, con una cambió de superficie de 2265,84 has. Tipo de uso que ha aumentado en cuanto a su superficie debido a la pérdida de la cobertura vegetal arbórea, que da lugar a que se formen coberturas herbáceas y por ende procesos erosivos que están caracterizando fuertemente en el área de estudio, aumentando anualmente una superficie de 133,28 has/año aproximadamente.

d).- La cobertura vegetal denominada como **Áreas Antrópicas**, es la más influyente para que existan cambios en las diferentes coberturas descritas anteriormente, por las actividades que realizan los hombres desde hace años hasta nuestros tiempos,

actividades que van desde cultivos agrícolas extensivos, extracción de especies forestales como fuentes de combustible y la actividad agropecuaria, sin lugar a duda son los que han causado el mayor impacto en la composición de la cobertura vegetal, practicadas en diferentes partes de la zona de estudio sin importar las condiciones topográficas del mismo exponiendo al suelo a fuertes procesos erosivos que conducen a la degradación del mismo. En el año 1998 se tenía una superficie de actividad antrópica de 3686,74 has., y en el 2015 se registró una superficie de 4822.02 has., aumentando una superficie de 1135,28 has., lo que significa que cada año incrementó una superficie de 66,78 has/año aproximadamente.

Actualmente la cobertura está definida de acuerdo al uso de la tierra como:

Agropecuaria extensiva con cultivos anuales ovinos, caprinos y vacunos con una superficie de 1078,77 has, para el año 1998 y en el año 2015 una superficie de 1605,90 has, registrándose un aumento en cuanto a la superficie del mismo de 526,13 has, significa que cada año aumentó una superficie de 30,94 has/año aproximadamente.

Agrícola extensiva con cultivos anuales y perennes, con una superficie de 2569,54 has, para el año 1998 y en el año 2015 una superficie de 3245,98 has, registrándose un aumento en cuanto a superficie del mismo de 676,44 ha, lo cual refleja que incrementó anualmente, una superficie de 39,79 has/año aproximadamente.

La metodología empleada está basada en el análisis de mezcla espectral que se aplica desde la herramienta ARGIS 10.3, que se viene aplicando para realizar este tipo de estudios.

5.2.- RECOMENDACIONES.

El presente trabajo de investigación se recomienda para realizar diferentes tipos de actividades ya sean de iniciativa de pobladores de cada comunidad, como así también por la Alcaldía del Municipio de Uriondo como ser:

- ❖ Utilizar la información generada para realizar un ordenamiento territorial, buscando la producción sostenible del uso y aprovechamiento de los recursos naturales presentes en La Subcuenca “El Camacho”.
- ❖ Como base para el diseño de proyectos para la conservación y preservación de las especies nativas, que en cierto grado y forma son afectados por la constante actividad antrópica dentro la Subcuenca “El Camacho”.
- ❖ Implementar proyectos de concientización a los comunarios de la zona de La Subcuenca “El Camacho”, con el objetivo de impulsar y a hacer ver cuán importante es la conservación de la cobertura vegetal y el beneficio que sería para las futuras generaciones.
- ❖ Usar los datos de cobertura vegetal como un factor, ya que es uno de los más influyentes para la determinación de la pérdida de suelo, por los diferentes métodos.
- ❖ Realizar proyectos de conservación y preservación del bosque en el Municipio de Uriondo.