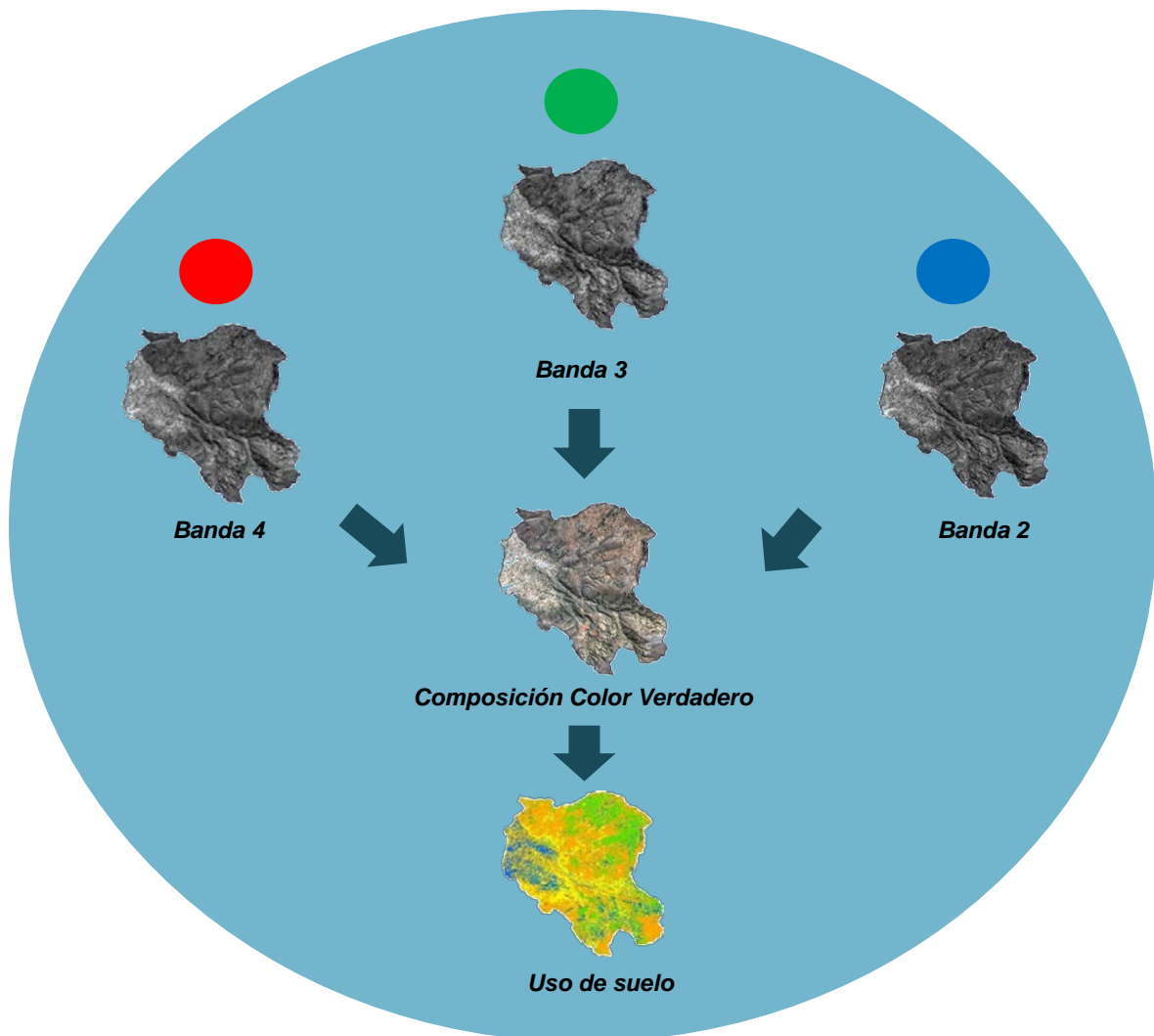


**ELABORACION DE MAPAS DE COBERTURA VEGETAL Y USO
ACTUAL DE SUELO COMO HERRAMIENTA DE PLANIFICACION
PARA LA CONSERVACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL
MUNICIPIO DE ARANI**



JULIO 2020

ELABORACIÓN Y REDACCION

Ing. Julio Cesar Martinez Andrade

Responsable Gestión Integral de Recursos Hídricos

Water For People

COORDINACION Y REVISION TECNICA

Ing. Heinar Azurduy Mercado

Oficial Técnico de Programas y Proyectos

Water For People

DIRECTOR WATER FOR PEOPLE

Ing. Jesús Alberto Yutronic Cors

Director de País

Water For People

D.R. © Water For People. Abril 2020

Av. Blanco Galindo No 1080 entre Francisco Viedma y San Alberto (1ra Pasarela)

Teléfono: (591) 4432929-4294275-4406503

www.waterforpeople.org

Cochabamba-Bolivia, junio 2020

CONTENIDO

1. Antecedentes	3
1.2. Características Geográficas del Municipio de Arani	3
1.3. Características de la Vegetación	4
2. Definición del Problema	4
2.1. Identificación del Problema Central	4
2.2. Análisis de las Causas del Problema Central	4
2.3. Análisis de los Efectos del Problema Central	4
2.4. Árbol de Causas y Efectos	5
3. Justificación	5
4. Metodología	5
4.1. Descarga de Bandas Espectrales	6
4.2. Composición de Bandas Espectrales	6
4.3. Composición en Color Verdadero	7
4.4. Composición en Falso Color	8
4.5. Índice de Vegetación	9
4.6. Porcentaje de Cobertura Vegetal	9
4.7. Clasificación de Imágenes Satelitales	10
4.8. Mapa de Uso de Suelo	11
5. Proceso	13
5.1. Priorización de Water For People	13
5.2. Componentes Clave	13
6. Analisis	13
6.1. Que Funcionó Bien y Que No	13
6.2. Mejores Prácticas y Lecciones Aprendidas	13
7. Proceso de conservacion y restauracion de la cobertura vegetal	14
8. Consideraciones Programáticas y Recomendaciones	15

1. Antecedentes

Arani fue fundado el 24 de noviembre de 1914, donde la provincia Punta fue dividida en dos, creándose de esta forma la provincia Arani. Por tanto, este Municipio tiene una vida e historia con aires coloniales, cuya principal actividad económica es la agricultura, con cultivos de papa, trigo y cebada. La producción pecuaria no es extensiva con áreas de pastoreo en las partes altas de las cuencas.

Arani cuenta con suelos aptos para la producción de hortalizas y granos, en tal virtud su potencialidad está en la agricultura. Sin embargo, con el transcurso de los años y el crecimiento poblacional, existe cada vez mayor demanda de alimentos. Por ende, la actividad agrícola se ha expandido, pero en forma desordenada y sin planificación, desapareciendo prácticamente las áreas verdes protegidas de carácter comunal. Actualmente, todas las áreas en las cuencas tienen dueño, todo está repartido.

Este panorama afecta negativamente al medio ambiente afectándose las características de permeabilidad y retención de agua de áreas de recarga hídrica. Por otro lado, se ha incrementado el riesgo de la contaminación de los acuíferos por efectos de las malas prácticas en la agricultura. El empleo de pesticidas y fertilizantes químicos que penetran el suelo y llegan a los acuíferos por medio del agua que infiltra en el riego o de las precipitaciones pluviales.

Water For People, para garantizar la disponibilidad del agua para el saneamiento, incluye desde la gestión 2019 el manejo sostenible de los recursos naturales. Considera factores como el cambio de uso de suelo por las actividades antrópicas por ende a disminución de la cobertura vegetal que generaran una creciente escasez de agua.

La identificación de Zonas Potenciales de Recarga Hídrica tiene como objetivo final la planificación adecuada del territorio y se fundamenta en 5 características: la pendiente, tipo de suelo, tipo de roca, cobertura vegetal y uso actual de suelo. En este sentido es fundamental conocer la información sobre la distribución *adecuada* del uso del suelo agrícola, vegetación natural, vegetación forestada y áreas urbanas.

1.2. Características Geográficas del Municipio de Arani

Según el Plan Territorial de Desarrollo Integral, el Municipio de Arani se encuentra en la zona Andina Tropical. Son valles interandinos donde se desarrolla un bioclima seco a semiárido, ocupando el Sector Centro Oriental de la Cordillera Oriental, serranías sub andinas.

El rango altitudinal en el municipio de Arani varía entre 2.635 y 3930 msnm y configura tres zonas:

- **Zona Andina o de Montaña (Colinas Altas):** disección fuerte, presenta altitudes que varían entre 3389 y 3930 m.s.n.m. comprende los sectores de los distritos dos y seis.
- **Zona de Cabecera de Valle (Montañas Medias):** disección moderada, formadas por pendientes pronunciadas y quebradas escabrosas comprende secciones de los distritos uno, dos, tres, cinco y seis.
- **Zona de Valles y Serranías (Llanura Fluvio Lacustre):** formada por llanuras fluvio lacustres, con disección ligera; presenta rangos altitudinales de 2695 y 3388 msnm. Y comprende secciones de los distritos cuatro, tres y cinco.

1.3. Características de la Vegetación

La vegetación dentro el municipio se describe con las siguientes características:

- **Bosque puneño de la Cordillera de Cochabamba:** caracterizada por un bosque bajo (dosel 3-10 m), donde la especie característica es Agracejo (*Berberis commutata*) y la especie dominante es la Kewiñá (*Polylepis* sp), en cuanto al estado de conservación general en las serranías de Arani se encuentran en peligro crítico a casi desaparición.
- **Pajonales altoandinos de Puna Húmeda:** muy poco estudiada, humedales donde la composición florística engloba en general especies herbáceas vivaces y de rápido crecimiento.
- **Antrópico y vegetación ribereña:** constituida por vegetación antrópica, comunidades vegetales asociadas a actividades humanas o prácticas agrícolas.

2. Definición del Problema

2.1. Identificación del Problema Central

El ordenamiento territorial en Bolivia como componente del desarrollo sostenible es el proceso de organización del uso y la ocupación del territorio en función a sus características biofísicas, socioeconómicas y políticos institucionales.

El problema es la ausencia o la no aplicación de la Planificación Territorial ya que se percibe y evidencia una ocupación del territorio dominada por la ampliación de la frontera agrícola a través de la imposición social disturbando el medio ambiente y afectando las características naturales en las cuencas incrementando la degradación de los suelos y el riesgo sequias.

A través de la elaboración de los mapas de Cobertura Vegetal y Uso Actual de Suelo la población podrá conocer, organizar y desarrollar de manera óptima sus actividades dentro de su territorio aprovechando adecuadamente los recursos naturales existentes con el objeto de mejorar las condiciones de vida.

Por tanto, el “**Ordenamiento Territorial**” concibe al territorio en un espacio geográfico donde se desarrollan procesos de producción en balance con el desarrollo humano, social y ambiental.

2.2. Análisis de las Causas del Problema Central

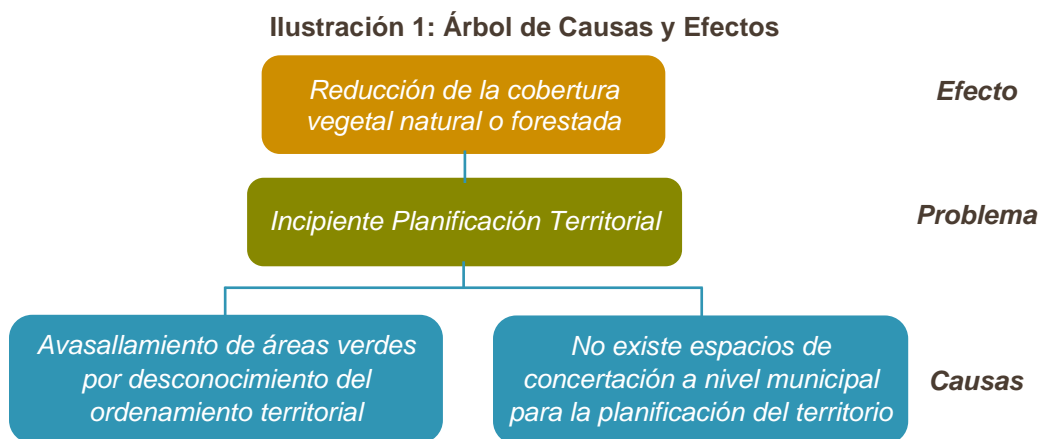
El crecimiento poblacional ha ocasionado la ocupación territorial dirigida por presiones sociales y económicas por encima del criterio técnico y ambiental. De manera inconsciente se aplican sistemas de producción parcelaria, extensiva y poco eficiente con cada vez más utilización de agroquímicos.

2.3. Análisis de los Efectos del Problema Central

El crecimiento desproporcionado de las actividades agropecuarias en sitios no planificados donde prevalezca el criterio técnico que ocasionaran en el largo plazo la degradación de suelos y desertización de la región ya que en las actividades productivas se emplean cada vez más practicas inapropiadas que degradan los suelos modifican las características de infiltración de los suelos y contaminan los cuerpos de agua.

2.4. Árbol de Causas y Efectos

Lo expuesto se resume en el árbol de causas y efectos de la Ilustración 1.



3. Justificación

La generación de mapas de Cobertura Vegetal y Uso Actual de Suelo es de fundamental importancia para realizar una adecuada planificación del territorio, ya que es uno de los productos que deben generar las Direcciones Municipales de Saneamiento Básico (DMSBs) y Direcciones de Desarrollo Productivo (DDPs) para conocer el estado actual de la Cobertura Vegetal natural, con la finalidad de monitorear los impactos ambientales sobre los ecosistemas para orientar la preservación de los recursos naturales en beneficio de las comunidades.

Lo que se busca es generar capacidades que permitan un territorio más ordenado adecuando el uso y el aprovechamiento de los recursos naturales y ocupación del territorio a sus potencialidades y limitaciones. Se orienta el desarrollo a un enfoque sostenible, con crecimiento económico equilibrado, conservando la biodiversidad y medio ambiente.

Los mapas de Cobertura Vegetal y Uso Actual de Suelo permiten conocer la distribución geográfica de los recursos naturales, poder cuantificarlos e interpretar su potencial, y de esta manera, planificar el desarrollo económico local.

Uno de los recursos naturales más importantes es el suelo y a través de su planificación del uso y ocupación es que se lograra que los recursos hídricos sean sostenibles tanto en calidad como en cantidad para las generaciones actuales y futuras.

4. Metodología

Para obtener mapas de Cobertura Vegetal y Uso Actual de Suelo del municipio de Arani se ha recurrido a la teledetección mediante la combinación en Rojo, Verde y Azul (RGB, por sus siglas en inglés) de bandas satelitales del Satélite Sentinel, que nos permite analizar elementos de específicos de la superficie terrestre en función de su espectro de emisión.

Gracias a las distintas bandas espectrales que obtienen el Satélite Sentinel, se puede interpretar aspectos como la vegetación y los usos del suelo, cuyas combinaciones o composiciones en

RGB muestran y discriminarán los elementos de nuestras imágenes satélite de forma rápida, sencilla y a bajo costo.

El paso de cada banda por un canal u otro permitirá teñir de colores los elementos que ofrezcan mayor o menor reflexión de longitudes de onda. Así, por ejemplo, la vegetación refleja mejor en la zona del infrarrojo y absorbe en la zona visible del rojo.

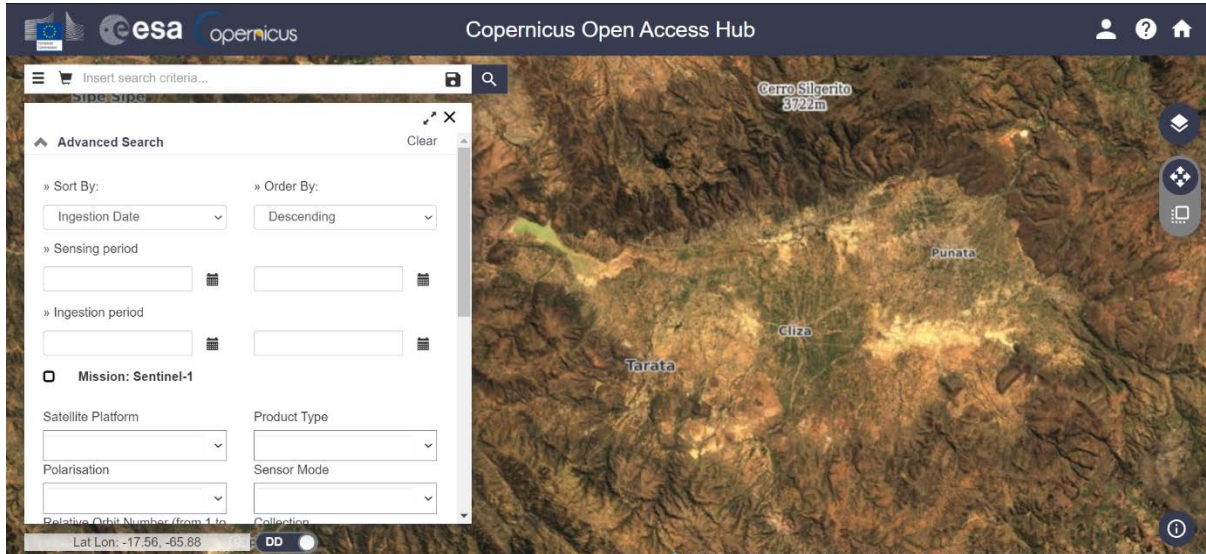
4.1. Descarga de Bandas Espectrales

Uno de los acontecimientos más importantes para la teledetección fue la creación del Programa Copérnico de la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés).

Los Satélites Sentinel recogen imágenes completas de la superficie de la tierra, cuerpos de agua y otros objetos geográficos para múltiples aplicaciones. Los datos del Programa Copérnico están disponibles al público sin costo alguno. Por supuesto, para Bolivia existe una gran variedad, pero con énfasis en el manejo de los recursos naturales. Para la descarga de los datos se debe ingresar a esta dirección de internet: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> (Ilustración 2) y seguir estos pasos:

- Paso 1: Crear una cuenta de usuario
- Paso 2: Seleccione su Área de Interés
- Paso 3: Seleccione la fecha de la imagen satelital
- Paso 4: Descarga de datos de Sentinel

Ilustración 2: Pagina de Descarga de Bandas Espectrales Satélite Sentinel



4.2. Composición de Bandas Espectrales

La teledetección aplicada al estudio de los recursos naturales y medio ambiente es la capacidad de discriminar la cobertura vegetal, uso actual de suelo, masas de agua o la detección de fenómenos naturales o provocados por la actividad humana. Esto puede analizarse gracias a la existencia de las diferentes bandas espectrales con las que cuentan los satélites artificiales.

Los datos obtenidos por el Satélite Sentinel se registran en diferentes bandas del espectro

electromagnético. Lo que generan imágenes monocromáticas que podemos visualizar en escala de grises de 11 Bits (2^{11}) que es igual a 2048 tonos que van desde 0 a 2047. Por lo que cada pixel de la imagen puede contener un valor que oscila entre el negro (valor 0) y el blanco (valor 2047).

El procesamiento de cada una de las bandas por los tres canales RGB da, como resultado, la composición de bandas espectrales para formar una imagen en color natural o a falso color, realizando elementos muy concretos para su posterior estudio y análisis.

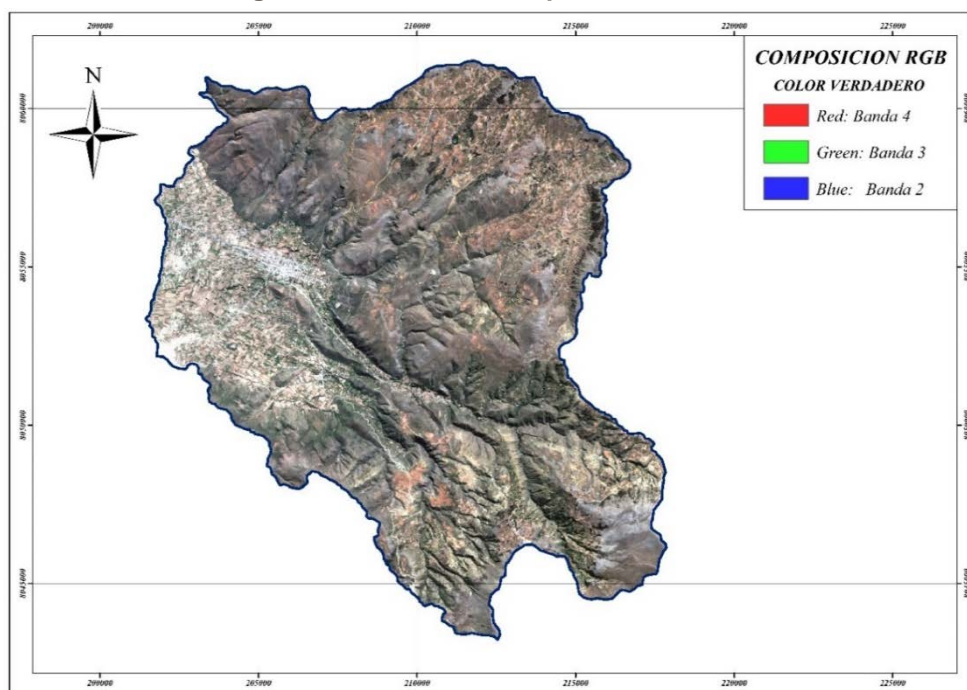
Las combinaciones son realizadas conociendo el rango de reflexión de las bandas donde cada imagen obtenida será coloreada y la mezcla de las tres bandas da como resultado el realce de los aspectos territoriales deseados.

4.3. Composición en Color Verdadero

Cuando la luz blanca incide sobre una superficie, una parte del espectro visible es absorbida por ésta y la otra es reflejada y registrada por el ojo humano. El color que se percibe es el resultado de la mezcla de las longitudes de onda reflejadas. Se puede decir que la luz es filtrada por la superficie sobre la que incide. Así, con luz diurna el césped se percibe de color verde, dado que su superficie refleja la porción verde del espectro visible y absorbe el resto.

La composición de color natural corresponde a la forma en que vemos el mundo: la vegetación aparece verde, el agua de azul a negro, la tierra desnuda y las superficies impermeables gris claro y marrón. Esta combinación suele llamarse “color verdadero,” pues involucra a las tres bandas visibles y se le asigna a cada una de ellas su verdadero color, resultando una combinación que se aproxima a los colores naturales de la escena. Podemos generarla utilizando la combinación de bandas 4, 3 y 2 del Satélite Sentinel, como se observa en la Ilustración 3.

Ilustración 3: Imagen Satelital del Municipio de Arani en Color Verdadero



4.4. Composición en Falso Color

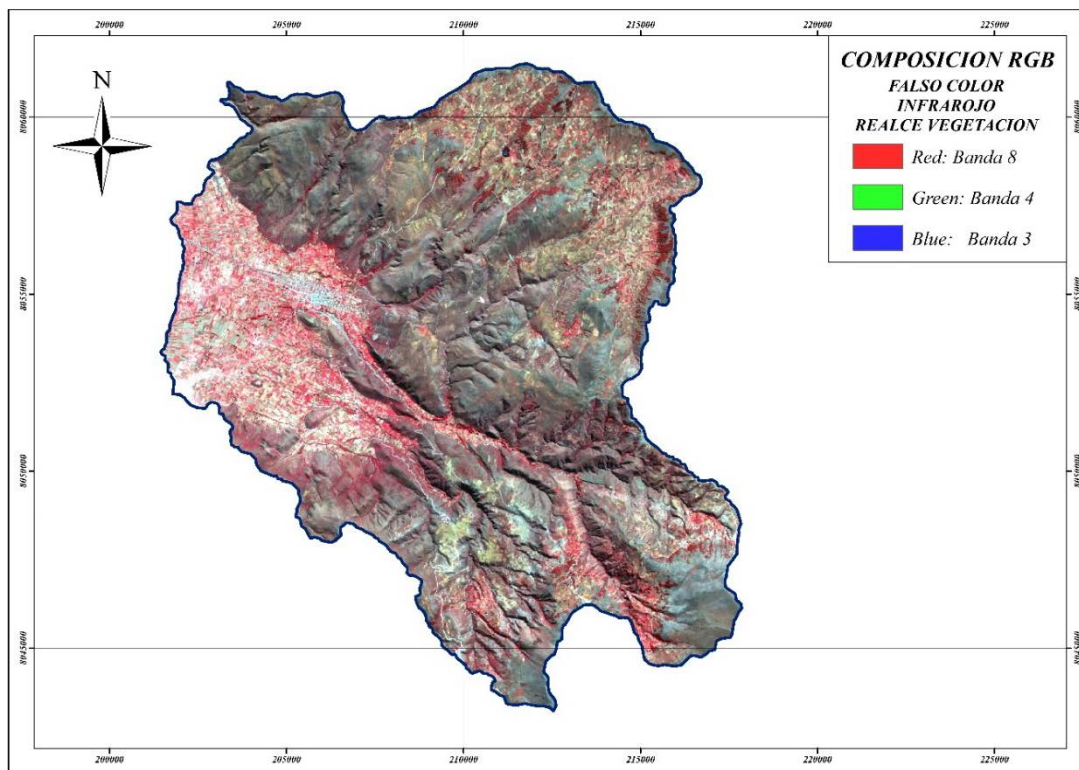
Muchas personas prefieren las composiciones en falso color, porque los colores que parecen naturales a nuestros ojos son a menudo difíciles de percibir en detalle. Las imágenes en color natural pueden ser de bajo contraste y algo imprecisas debido a la dispersión de la luz azul en la atmósfera.

La composición en falso color tiene buena sensibilidad a la vegetación verde (la cual aparecerá representada en una tonalidad roja), debido a la alta reflectividad en el infrarrojo y la baja en el visible. Además, muestra bosques coníferos con un rojo más oscuro mientras que los bosques caducifolios lo hacen con un rojo más claro. Para una mejor diferenciación de las coberturas, los mapas deben ser ploteados en un tamaño A2 ó A0. Las tonalidades más habituales en una composición en falso color son:

- **Rojo:** indica una vegetación sana y bien desarrollada.
- **Rosa:** áreas vegetales menos densa o con vegetación menos desarrollada.
- **Blanco:** áreas con escasa o nula vegetación.
- **Azul oscuro o negro:** indica la presencia de agua.
- **Marrón:** vegetación arbustiva muy variable.
- **Beig-dorado:** zonas de transición, prados secos asociados a matorral ralo.

La combinación de bandas obtenidas del Satelite Sentinel sería 8, 4 y 3, que se muestra en la Ilustración 4.

Ilustración 4: Mapa de Composición en Falso Color (Infrarrojo)



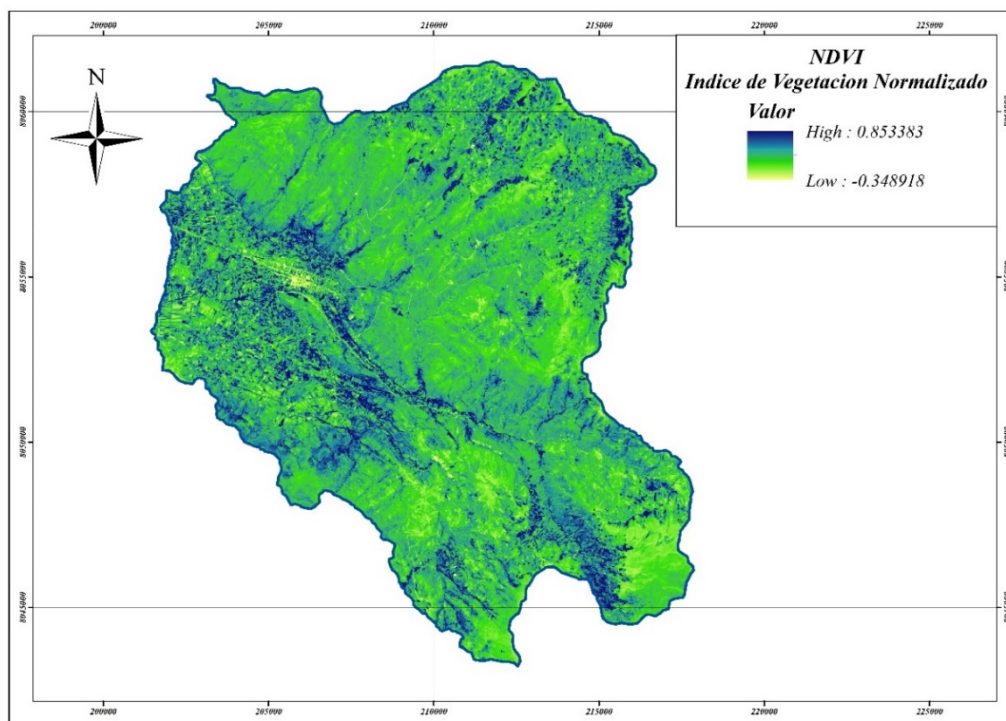
4.5. Índice de Vegetación

El Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVI, por sus siglas en inglés) se utiliza para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja. Para obtener este índice debemos operar con las bandas de la imagen Sentinel de la siguiente formula:

$$NDVI = \frac{Banda\ 8 - Banda\ 4}{Banda\ 8 + Banda\ 4}$$

El NDVI se usa a menudo para monitorear la sequía, predecir la producción agrícola, ayudar en la predicción de zonas de fuego peligrosas y mapear la invasión del desierto. Es un índice de vegetación estandarizado que nos permite generar una imagen que muestra la biomasa relativa. La absorción de clorofila en la banda roja y la reflectancia relativamente alta de la vegetación en la banda infrarroja cercana (NIR) se utilizan para calcular NDVI. Los valores del NDVI varían entre -1 a 1, menos uno para suelo completamente desnudo sin vegetación y uno a un suelo con cobertura vegetal completa y saludable, como se observa en la Ilustración 5.

Ilustración 5: Mapa de NDVI o Índice de Vegetación



4.6. Porcentaje de Cobertura Vegetal

La cobertura vegetal es importante por el efecto que tiene en la reducción de la velocidad de caída de las gotas de lluvia disminuyendo el golpe del agua al suelo. También, tiene un efecto cohesivo que realizan las raíces y la materia orgánica aportada. Entonces a mayor cobertura vegetal el riesgo de degradación de los suelos y escasez de agua disminuye.

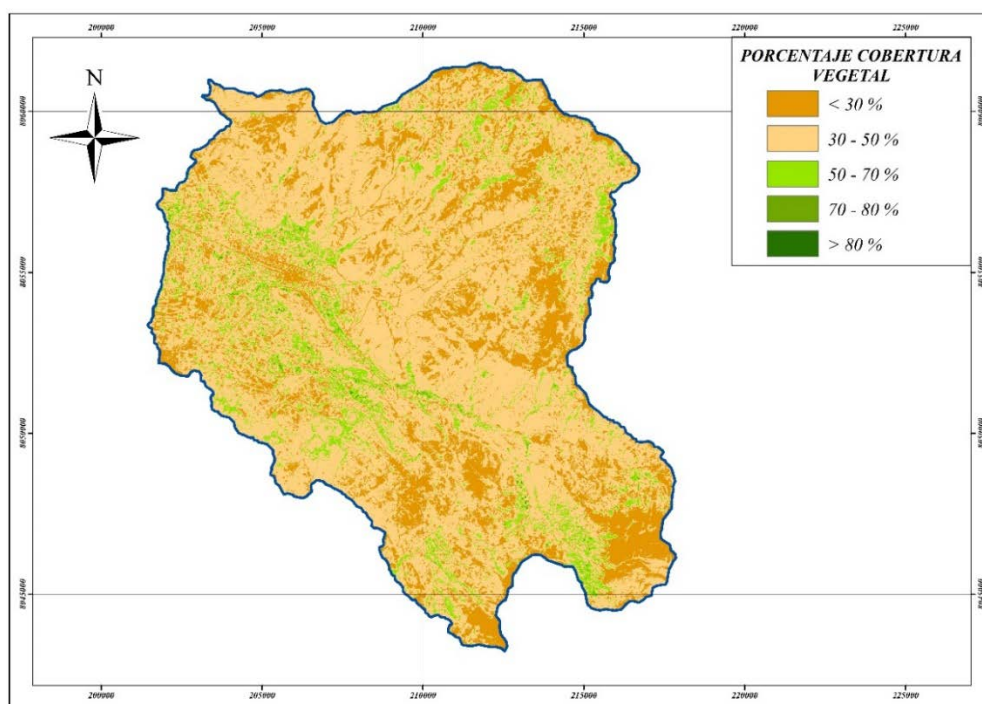
A partir del Índice de Vegetación se ha generado el mapa del porcentaje de Cobertura Vegetal, entendido como el porcentaje de área cubierto por vegetación. Este porcentaje ayuda en el análisis de la protección del suelo por el follaje.

Al respecto Zhang. etal¹. relacionó los valores del NDVI con el porcentaje de Cobertura Vegetal proponiendo la siguiente formula:

$$\% \text{ Cobertura Vegetal} = 93.07466 * NDVI + 8.79815$$

El mapa obtenido se reclasifica agrupando sus valores en rangos de porcentaje de cobertura. Esta agrupación es realizada según al criterio del técnico personal con el objeto de distinguir contrastes en los porcentajes de cobertura vegetal. Lo indicado se observa en la Ilustración 6.

Ilustración 6: Mapa de Porcentaje de Cobertura Vegetal



4.7. Clasificación de Imágenes Satelitales

El propósito de los procedimientos de clasificación de imágenes de satélite es categorizar automáticamente todos los píxeles en una o diversas clases temáticas. Esta información categorizada se utiliza posteriormente para generar mapas temáticos.

En este caso, el patrón espectral presente dentro de la información de cada pixel se usa como una base numérica para la categorización. Es por ello que diferentes tipos de objetos presentan diferentes combinaciones de números digitales (ND) basados en su inherente reflectancia espectral.

¹ Zhang, X. Drake, N. and Wainwright, J (2002) *Scaling land surface parameters for global scale soil erosion estimation* . Water Resources Research, 38 (9): 1170 – 1080.

En la clasificación de imágenes satelitales la experiencia y el conocimiento del analista que esté llevando a cabo dicho trabajo, acaba efectuando y condicionado la calidad de los resultados que vayan a producirse. La utilidad y por qué realizar la clasificación de imágenes satelitales es:

- Actualizar o reemplazar mapas existentes
- Determinar áreas de categorías conocidas
- Hacer inventarios de tipos de cobertura
- Medir cuantitativamente un área

4.8. Mapa de Uso de Suelo

Los mapas en falso color, NDVI y Cobertura Vegetal anteriormente obtenidos cada cual diagnostican la cobertura vegetal. El mapa de uso actual de suelo es una representación de la distribución de los tipos de uso que se le dan a los suelos en el paisaje. El grado de aproximación a la realidad será más precisa, cuanto más alta haya sido la densidad de observaciones y más detallada sea la escala.

Para la obtención del mapa de Uso Actual de Suelo se ha utilizado el software ArcGIS donde primeramente se ha realizado la composición en RGB de las bandas monocromáticas 4, 3 y 2, obteniendo la imagen satelital en color verdadero.

Seguidamente se utiliza la herramienta **Image Classification**, seleccionando en la composición en color verdadero las diferentes coberturas del suelo mediante pequeños polígonos que se digitalizan en las áreas de igual característica definiendo de esta forma el tipo de cobertura según la interpretación de la imagen satelital. Así sucesivamente hasta obtener todas las coberturas existentes en el Municipio de Arani. El esquema del procedimiento de obtención del mapa de Uso de Suelo se observa en la Ilustración 7.

Ilustración 7: Procedimiento para la Obtención del Mapa de Uso Actual de Suelo

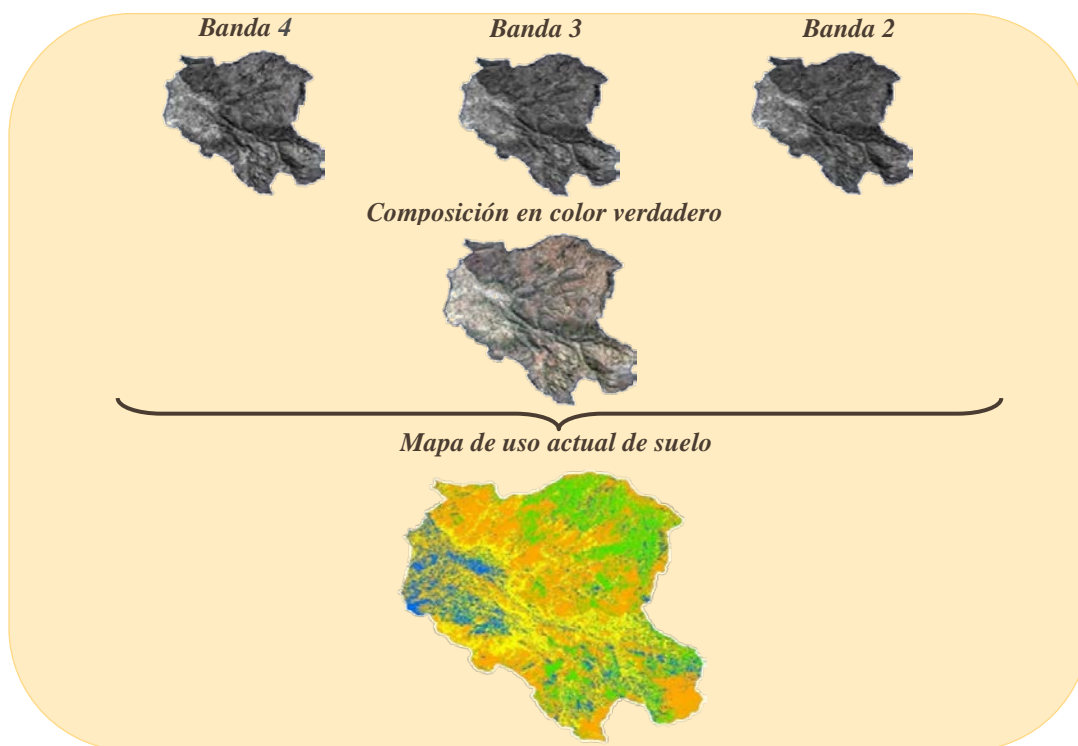
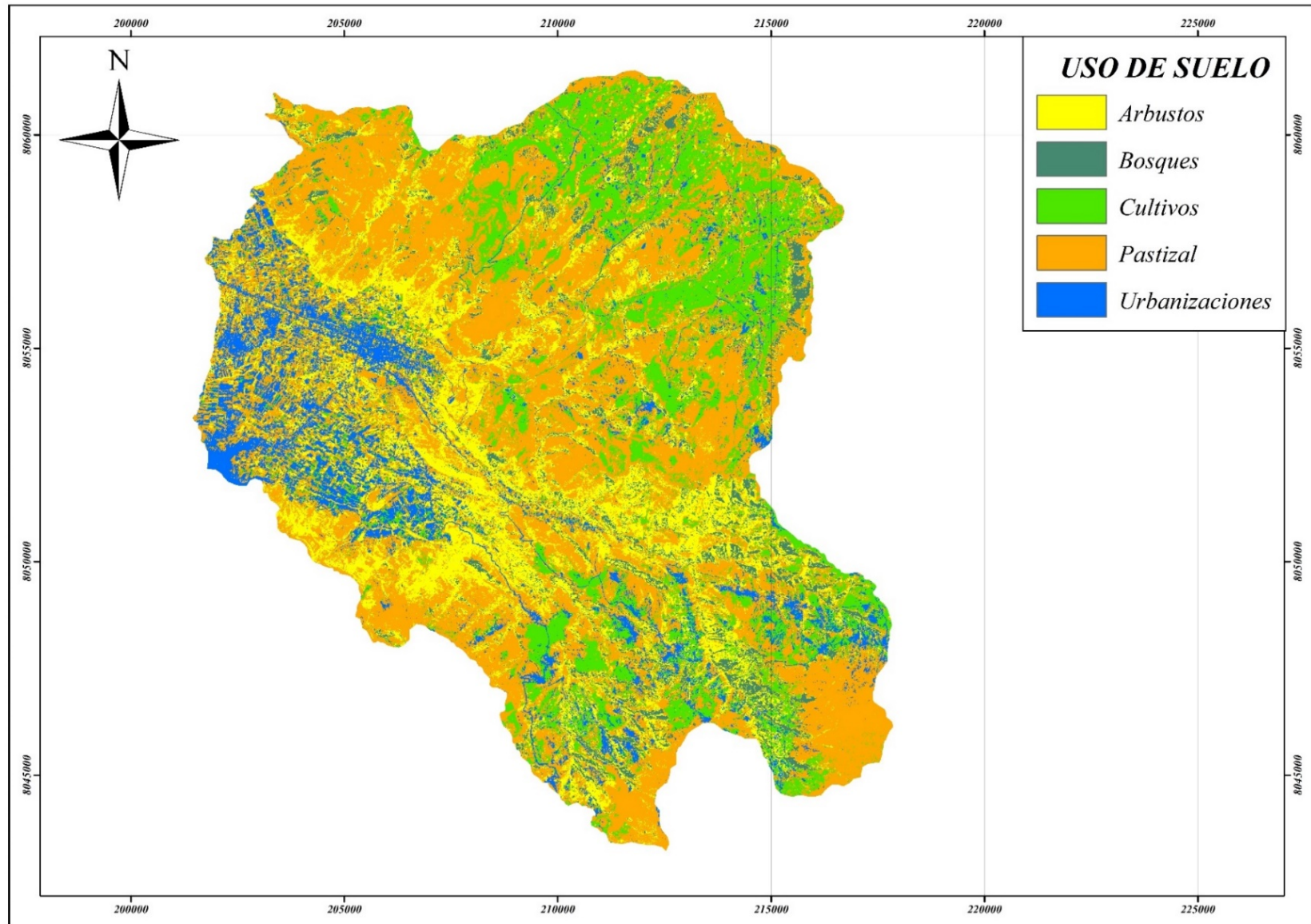


Ilustración 4: Mapa de Uso de Suelo



4.9. Difusión y Socialización de los Resultados

Los mapas de Cobertura Vegetal y Uso Actual de Suelo serán ploteados y socializados en reuniones técnicas con la DMSB y DDP. Asimismo, serán adjuntadas a la presente nota técnica informativa y organizadas en una carpeta para la socialización y entrega al Municipio de Arani y con conocimiento de autoridades municipales y comunales. Posteriormente la DMSB y DDP socializarán a los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPyS) para planificar las futuras intervenciones.

5. Proceso

5.1. Priorización de Water For People

Las acciones que se proponen se fundamentan en que Water For People brinde asistencia técnica a las DMSBs y DDPs, con el objeto de emprender acciones de preservación bajo el concepto del Ordenamiento Territorial en función a la vocación, potencialidad y limitación del territorio, consensuado con los CAPyS y dirigentes comunales.

5.2. Componentes Clave

Para el logro de los objetivos planteados, fue fundamental el Software ArcGIS que contiene algoritmos de SIG, *hardware* (computadora con las capacidades adecuadas) y principalmente el personal técnico que maneja técnicas SIG y Sensoramiento Remoto.

La metodología empleada es indirecta, por tanto, el componente fundamental para el éxito en la obtención de los mapas de Cobertura Vegetal y Uso Actual de Suelo fue la información geoespacial (bandas espectrales del Satélite Sentinel) que son datos georreferenciados que poseen una posición en el área de interés (el municipio de Arani). Se recurrió a la página oficial del Programa Copérnico de la ESA para descargar las bandas satelitales del área de interés.

6. Analisis

6.1. Que Funcionó Bien y Que No

La elaboración de los mapas en general se fue realizado con el software ArcGIS y necesariamente se debe contar con una computadora con buena capacidad un microprocesador i7, con memoria RAM de 16 Gigas, pantalla de 15 pulgadas con alta resolución y el programa ArcGIS Desktop de la versión 10.2 al 10.7.

La descarga de información básica fue fundamental ya que sin ella no se lograría realizar las composiciones para el posterior tratamiento y clasificación de las imágenes. A partir de ello, la metodología que se empleó genera resultados rápidos además es muy práctica, sencilla y de bajo costo. Las autoridades locales o tomadores de decisión puedan basar sus decisiones y acciones de protección y preservación para que los recursos hídricos sean sostenibles en cantidad y calidad.

6.2. Mejores Prácticas y Lecciones Aprendidas

El presente trabajo permitirá consolidar la articulación de las DMSBs y DDPs motivando un

trabajo conjunto hacia un objetivo común, que es el aprovechamiento de los recursos hídricos en forma sostenible.

Asimismo, la información obtenida se constituirá en el fundamento para la planificación del territorio y un insumo para la formulación de futuros planes en el ámbito del Desarrollo Económico Local. Con este aporte, se podrá mejorar la precisión de las acciones de forestación en función a la vocación del territorio.

Esta metodología es empleada en Bolivia dentro de los planes de ordenamiento territorial. Sin embargo, es novedosa en oficinas de Water For People y en el transcurso del trabajo, coordinado con el Oficial Técnico de la institución, se pudo socializar gradualmente la metodología de la interpretación de los mapas de Cobertura Vegetal y Uso Actual de Suelo y su aplicación en el ordenamiento territorial.

7. Proceso de conservación y restauración de la cobertura vegetal

Desde el año 2019, Water For People en Bolivia está enfatizando en sus intervenciones el enfoque de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), considerando que cualquier acción de aprovechamiento de los recursos hídricos para consumo humano deben enmarcarse en dicho concepto integral.

Para tal cometido se ha elaborado el Plan Estratégico de GIRH para el periodo 2020 a 2024 enfocado a la sostenibilidad de las fuentes de agua en los municipios socios. Para el logro de los objetivos se plantean cinco resultados:

Resultado 1. Generación de información geográfica en recursos hídricos. Mediante la aplicación de procedimientos y técnicas de SIG se ha obtenido por municipio mapas de: fuentes de agua, Zonas Potenciales de Recarga Hídrica, Mapas de Cobertura Vegetal y la delimitación de las cuencas.

Resultado 2. Protección de fuentes de agua. A través de la información geográfica obtenida se priorizan participativamente las fuentes de agua a proteger mediante cerramientos de alambre de púas.

Resultado 3. Forestación de zonas de recarga hídrica. La protección de las Zonas Potenciales de Recarga Hídrica ubicadas en las cabeceras de las cuencas también se emplea la información geográfica obtenida en el Resultado 1, priorizando participativamente los sitios a forestar en cada gestión.

Resultado 4. Conformación de un comité municipal de GIRH. Se conformará dentro de las organizaciones sociales existentes en los municipios, coordinando y apoyando a la cartera de medio ambiente de las centrales campesinas la organización, distribución y plantación del material vegetal producido en el vivero municipal.

Resultado 5. Articulación interinstitucional en Gestión de Recursos Hídricos. Durante el transcurso de las actividades de producción de plantines forestales y su plantación, simultáneamente se facilitará articulación del comité con municipios vecinos y Gobernación para concurrir en actividades relacionadas a la conservación del medio ambiente.

La implementación del Plan se fundamenta en acciones de concertación entorno a los sistemas de agua potable y saneamiento, es decir se garantizará su sostenibilidad mediante la protección de las fuentes de agua y forestación en áreas potenciales de recarga hídrica. Por tanto, los mapas de cobertura vegetal y Zonas Potenciales de Recarga Hídrica sirven de herramienta para la priorización de los sitios para la forestación.

8. Consideraciones Programáticas y Recomendaciones

La metodología conjuga el conocimiento científico y técnico con los y saberes ancestrales de las comunidades que habitan en las cuencas hidrográficas. Para tal objeto se llevarán a cabo talleres participativos con las comunidades, técnicos del municipio y Water For People para explicar las zonas potenciales de recarga hídrica identificadas y priorizar de estas, las que serán forestadas.

Aclarar que la identificación de las Zonas Potenciales de Recarga Hídrica se constituye en un insumo básico para la planificación del territorio y emprender acciones de conservación y forestación con el objeto de generar un desarrollo sostenible.

Esta metodología deberá ser institucionalizada en los municipios ya que a través de esta se generará nuevas capacidades técnicas a las DMSBs y DDPs, cuyo procedimiento debe realizarse año tras año en forma cíclica en beneficio del medio ambiente y sociedad civil en su conjunto.

A nivel de autoridades locales se deberá poner énfasis constantemente en la importancia del ordenamiento territorial, ya que cada cosa tiene su lugar y existe un lugar para cada cosa. En tal sentido, se pueden realizar forestaciones sin afectar la actividad agrícola. Además, en las forestaciones se pueden realizar de dos tipos una de carácter comercial que es la de especies maderables como el pino y otra de carácter de conservación para incrementar la recarga hídrica de los acuíferos que es con especies nativas. De esta manera se logrará un desarrollo equilibrado y planificado.

El proceso recién se inicia, por tanto, se debe socializar estos avances con autoridades municipales y comunales para actualizar los Planes Territoriales de Desarrollo Integral dentro el contexto de la gestión integral de los recursos hídricos y orientar su articulación con la autoridad departamental. También es necesario que, mediante el municipio, se logre socializar y organizar la participación de los CAPyS y ellos movilizar a sus socios para iniciar con el trabajo de la planificación territorial.

Por último, se deberá analizar la posibilidad de que cada CAPyS en forma anticipada pueda definir o priorizar las áreas donde se puedan realizar plantaciones forestales con fines comerciales y plantaciones con fines de conservación de los recursos hídricos.