

## INTRODUCCION

Las cuencas hidrográficas de la provincia Nor Cinti del Departamento de Chuquisaca, como otras de la región andina, se caracterizan por presentar un enorme potencial de recursos naturales, hídricos, biodiversidad, recursos mineros y otros, que generan no solo expectativas y tensiones en los sectores sociales involucrados con el aprovechamiento de estos recursos, si no también son causantes de fuertes impactos en los ecosistemas de las cuencas hidrográficas por su aprovechamiento irracional.

Adicionalmente a esta situación, las entidades encargadas de manejar las cuencas de la región, no disponen ni funcionan como sistemas en gestión de los recursos naturales, sobretodo cuando se trata de la gestión del agua, del manejo de la vegetación nativa, del manejo de la fauna y de la conservación de los suelos (Peña, 2001).

Esta situación no es particularidad de la cuenca San Lucas, sino los problemas son generalizados en Bolivia para toda la región andina, por esta razón el gobierno plurinacional en el Plan Nacional de Cuencas (PNC), se ha propuesto implementar en la región andina proyectos de conservación y desarrollo de las tierras andinas, esto implica ir más allá del simple diagnóstico descriptivo, enfocado en determinar problemas (diagnóstico tradicional y parcial), por el contrario, hace énfasis en el establecimiento de un diagnóstico técnico social con enfoque sistémico que integre los distintos componentes de la problemática y potencialidad de las cuencas, a fin de integrar a los diferentes actores sociales y que caracterice sus rasgos y dinámica biofísico y social, con atención en los campos productivo, económico, social, institucional, ambiental y legal. (PNC, 2006).

Por tanto, los procesos de diagnóstico integral y sistémico, requieren de métodos, herramientas y técnicas ambientales y sociales para lograr la precisión adecuada en la caracterización de los diferentes componentes de las cuencas hidrográficas (muestreos, inventarios, mediciones, registros, mapeos, etc.). A este respecto, Vásquez (2000), indica, cuando se realiza la identificación de zonas de intervención

se recurre al aporte de diferentes disciplinas en el campo de las ciencias naturales, económicas y sociales, también se recurre a importantes herramientas como los sistemas de información geográfica, productos de sensores remotos y otras que son necesarias para lograr diagnósticos con niveles de análisis espacial (escalas) adecuados de la configuración geomorfológica (paisaje) e hidrográfica (cuenca, subcuenca, microcuenca, área de drenaje, etc.) y otras áreas, así como en la escala temporal en la proyección de plazos en los diagnósticos, procesos de planificación de las intervenciones en el ordenamiento territorial y manejo de la cuenca.

Lo indicado anteriormente, se enmarca en la planificación del uso de los recursos naturales, por medio de la cual se busca que las comunidades rurales participen activamente desde la recopilación de la información de diagnóstico, hasta las discusiones y la definición o implementación de alternativas de uso de los recursos naturales de la manera más sostenible, para la región, convirtiéndose así en promotores activos de los cambios deseados en el proceso de desarrollo local, regional y nacional de planificación del uso de los recursos naturales de la cuenca.

De acuerdo a este enfoque, el manejo de cuencas es “el proceso de formular y aplicar en una cuenca hidrográfica un conjunto integrado de acciones tendientes a orientar su sistema social, económico y natural para lograr unos objetivos específicos” (Nanía, 2003). Es decir, el manejo integral de cuencas pretende resolver problemas prácticos de aprovechamiento y conservación de los ecosistemas naturales e incorpora el criterio de los actores (pobladores) para satisfacer las necesidades socioeconómicas y conservación de su entorno natural.

Por esta razón, la presente investigación pretende aportar con insumos importantes para identificar las acciones prioritarias de intervención orientados a definir un Plan de Manejo para la cuenca del Río San Lucas, sobre la base del diagnóstico Biofísico – Socioeconómico con enfoque participativo asociado al análisis espacial del medio físico.

## JUSTIFICACION

El marco normativo en Bolivia, establece que el proceso de planificación del uso y manejo de los recursos naturales es responsabilidad política de las regiones, por tanto, bajo esta normativa de descentralización y de otorgamiento de atribuciones a los Gobiernos Departamentales y Municipales, son éstos los llamados a jugar un rol protagónico en la Gestión Integral de sus Cuencas, para lograr la participación activa de los actores. Para lograr este propósito, es necesario incluir en las estrategias de gestión regional y municipal, el tema del manejo de cuencas como parte integral del proceso de planificación participativa en estos niveles (PNC, 2006).

Sin embargo, estos procesos aún no han sido implementados dentro de las labores de muchos Municipios, únicamente los municipios urbanos de las grandes ciudades cuentan con una dirección o repartición de Recursos Naturales y Medio Ambiente, ya que en la mayoría se concibe este manejo como una actividad netamente técnica de lucha contra las adversidades climáticas y contra procesos erosivos o de contaminación. En la mayoría de los Municipios el Manejo de Cuencas no recibe una atención explícita y se encuentra incluido en forma implícita dentro el título de los Recursos Naturales o el Medio Ambiente. En el caso del municipio de San Lucas, no es ajeno a los indicadores nacionales, por esta razón, con este trabajo se pretende coadyuvar en la generación de información útil para la gestión de cuencas hidrográficas.

De manera particular, el problema evidente que se observa en la cuenca del Río San Lucas, es la escasa cobertura vegetal, falta de agua, suelos sometidos a erosión, ataque de plagas y enfermedades que disminuyen la producción agrícola; lluvias concentradas en un periodo de tiempo muy corto y alta intensidad que destruyen cultivos y provocan crecidas en la cuenca con desborde en algunos sectores del río.

Por tanto, investigación se justifica plenamente porque:

Técnicamente, la identificación de los problemas que limitan el desarrollo y la conservación de los recursos naturales en la cuenca, proporcionan al municipio de

San Lucas insumos para elaborar un plan de manejo integral, además en primera instancia permite identificar las acciones prioritarias de intervención.

Socialmente, el conocimiento del estado actual de los sistemas productivos en la cuenca, permite al Municipio de San Lucas a elaborar y ejecutar proyectos de desarrollo rural enfocados a beneficiar a los pobladores de la cuenca para mejorar los ingresos económicos de forma personal y comunal.

En definitiva, esta investigación pretende ser una ayuda para determinar las posibles causas que producen efectos negativos en el medio ambiente, ya que la metodología está enfocada a encontrar soluciones a los daños o deterioros a los recursos naturales de manera participativa.

## **HIPOTESIS**

El diagnóstico holístico y sistémico, permite identificar acciones prioritarias de intervención en la cuenca hidrográfica en función a criterios socioeconómicos y biofísicos para mejorar el nivel de vida de los pobladores de San Lucas, en el marco de la sostenibilidad de sus recursos naturales.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Identificar en la Cuenca del Río San Lucas, acciones prioritarias de intervención, aplicando diagnósticos participativos y tecnología de percepción remota para conocer los aspectos socioeconómicos y biofísicos de las comunidades presentes en la cuenca.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Efectuar el diagnostico de los aspectos biofísicos de la cuenca del Río San Lucas mediante técnicas orientadas a generar información que permita identificar las principales limitantes y amenazas que tienen incidencia en el entorno natural de la cuenca.

- Identificar las acciones prioritarias de intervención a través de diagnósticos participativos para contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible, protección a la cobertura vegetal y al control de la erosión de los suelos, en el marco del Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas.



## CAPITULO I

### 1. MARCO TEORICO

#### 1.1 GESTION Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

Según Vásquez (2000), el manejo se refiere al uso racional de los recursos naturales de la cuenca con enfoque principalmente técnico y la gestión de cuencas se relaciona con la forma como los grupos humanos (actores) administran sus recursos, en otras palabras, como se valoran los recursos y la forma como se establecen planes en forma consensual para aplicarlos en forma racional y mancomunada. Sin embargo, en varias definiciones de manejo de cuencas al parecer no se hace esta diferencia con la gestión de cuencas, por ejemplo Blair (2000), integra estos conceptos para definir el manejo de cuencas como el continuo estudio, para satisfacer las necesidades biológicas, psicológicas y sociales de los seres humanos, de modo que sea compatible con las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que no altere sustancialmente la calidad del ambiente natural y los ciclos naturales que allí se realizan.

##### 1.1.1 GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA

La Gestión de Recursos Hídricos en la cuenca, es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinado del agua, de la tierra y de los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social con equidad y sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (Comisión Técnica, GWP, 2000). La Gestión de los recursos hídricos no es un fin en sí mismo, sino un medio para lograr un equilibrio entre tres objetivos estratégicos claves:

- Eficiencia, para lograr que los recursos hídricos cubran la mayor parte posible de las necesidades
- Equidad, en la asignación de los recursos y servicios hídricos, a través de los diferentes grupos económicos y sociales
- Sostenibilidad ambiental, para proteger los recursos hídricos básicos y el ecosistema asociado.

A este respecto, la gestión de los recursos hídricos según el Plan Nacional de Cuencas (PNC, 2006) requiere de:

- Políticas, legislaciones y regulaciones sobre los recursos hídricos.
- Roles institucionales y funciones de los niveles administrativos.
- Claridad y formalización de derechos de agua como sustento del acceso y distribución del agua.
- Mecanismos de planificación, toma de decisiones y gestión de usos múltiples por parte de diversos tipos de usuarios bajo modalidades de organización y mecanismos de concertación.
- Acciones compartidas sobre infraestructuras y la innovación de tecnologías de uso y conservación de los recursos hídricos.
- Información sobre la oferta y la demanda de los recursos hídricos en las diferentes partes del ciclo hidrológico.
- Instrumentos técnicos y operacionales que permitan la distribución, regulación y monitoreo, así como el desarrollo de herramientas económicas.
- Distribuir los costos y beneficios de su uso considerando equidad de género.
- El control de calidad del agua.
- Controlar o mitigar los efectos extremos con que se presenta el agua en épocas de sequías o de inundaciones.
- Un aspecto importante y crítico para la aplicación de la Gestión de los Recursos Hídricos es la integración de varias visiones sectoriales y de intereses en el proceso de toma de decisiones, para lo cual es imprescindible el desarrollo de mecanismos que permitan la consulta, la participación y el consenso con todos los actores involucrados.
- La gestión de conflictos.
- Sistemas de comunicación de información y conocimientos.
- La gestión participativa del agua, tierra y recursos asociados se basa en las culturas locales y “culturas institucionales” y que los actores involucrados solo se pueden encontrar mediante una conducta de comprensión y comunicación intercultural.

### **1.1.2 MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS (MIC)**

Originalmente el Manejo de Cuencas era entendido y aplicado para manipular la superficie de captación para regular la escorrentía, normalmente para aumentar la infiltración del agua, buscando en cierta forma convertir los suelos en esponjas absorbentes de agua y así regular la descarga de agua en cantidad, calidad y tiempo.

Al igual que la gestión del agua evolucionó de un enfoque de uso sectorial a uno multisectorial y luego al de gestión integrada de los recursos hídricos; también los alcances de manejo de cuencas evolucionaron de uno puramente orientado a la captación de agua a otros niveles más complejos como los de protección de recursos naturales y mitigación del efecto de fenómenos adversos como avalanchas, deslizamientos o inundaciones, los de control de erosión, sedimentaciones y luego conservación de suelos y rehabilitación y recuperación de zonas degradadas para luego pasar a los de mejoramiento de la producción forestal y de pastos y luego agrícola y/o agroforestería o agrosilvopastoril en forma combinada. (Dourojeanni, 2002)

Actualmente los que manejan el concepto de Manejo Integral de Cuencas combinan los aspectos de conservación con los de producción. Esta expansión de atributos al concepto original de manejo de cuencas lo ha hecho extensivo al manejo integrado de los recursos naturales de una cuenca y por último a los de gestión ambiental integrada y del mejoramiento de la calidad de vida.

Para fines de esta investigación, se adopta el concepto de Manejo Integrado de Cuencas ampliado, como el conjunto de acciones conducentes al uso y aprovechamiento de los recursos naturales de la cuenca hidrográfica.

### **1.1.3 GESTIÓN SOCIAL DEL AGUA Y AMBIENTE EN CUENCAS**

Un tercer concepto que debe tomarse en cuenta en el manejo integral de cuencas es la gestión social del agua y ambiente en cuencas, que da especial énfasis al enfoque participativo y social de la gestión del agua, enfatiza y da prioridad a la gestión integrada del agua a partir del “eje articulador” del agua, atiende las relaciones con el

manejo de los otros recursos naturales y el ambiente. Se considera que la gestión integrada del agua se implementa en cuencas y no cuencas, es decir, desde partes de la cuenca, sub cuenca o micro cuenca hacia niveles mayores y finalmente articulando con mecanismos de gestión de la cuenca completa. En la práctica resultan a veces procesos simultáneos, aunque el enlace y el encuentro de ambos procesos no son automáticos. (Dourojeanni, 2002).

En este sentido, la Gestión Social del Agua y Ambiente en Cuencas implica la interacción de la diversidad de usuarios, organizaciones y actores institucionales involucrados en el uso, manejo y conservación del agua y el ambiente en una cuenca, para concertar en la toma decisiones, la ejecución y evaluación de las acciones provenientes de las mismas, con base al acceso, distribución, uso múltiple y la conservación del agua y otros recursos así como de los espacios e infraestructuras compartidas en la cuenca. En dicha interacción se busca la equidad en la participación de los diferentes actores y se presta atención y respeto a los diferentes intereses.

La gestión social del agua y el ambiente en cuencas está orientada al desarrollo local sostenible, con equidad de género, la preservación del ambiente como "usuario" del agua y tiene como fin la superación de los limitantes de la pobreza.

En ese sentido, se entiende por gestión social, al conjunto de acciones y toma de decisiones, de manera concertada y participativa, la implementación de nuevos arreglos sociales sobre el uso y manejo del agua, a partir del aprendizaje y desarrollo de conocimientos en conjunto y continuo de los diferentes grupos sociales, que les permite incidir en los procesos de la toma de decisiones a nivel político y legal.

#### **1.1.4 LA GESTIÓN DE AGUA EN LA CUENCA**

En muchos casos no es posible iniciar con una gestión integrada de los recursos hídricos o el manejo integral recursos naturales y de cuenca, cuando el tema en cuestión es la gestión social del agua con fines agrarios (riego) o el manejo de los otros recursos naturales y los riesgos de la producción agraria. A menudo el uso del agua potable y saneamiento queda desarticulado. En estos casos, el enfoque del

manejo de Cuencas se concentra en la gestión social del agua en una parte de la cuenca (parte alta y parte media) o por la mayor parte de la cuenca (alta, media y parte baja). Este hecho ocurre frecuentemente en el caso de proyectos de infraestructura de sistemas y gestión de riego que pretende o están obligados a incorporar un enfoque de cuenca, por razones de los problemas de disponibilidad del agua y tensiones sobre los derechos y la distribución del agua a nivel de la cuenca o por problemas de erosión en la parte alta que amenaza la vida útil de un embalse. En la medida que se involucran otros usos y usuarios del agua se evolucionaría a una gestión más integrada del agua.

## 1.2 LA GESTIÓN “INTEGRADA”

Cuando se menciona el término “integrada” en relación a la gestión del agua, recursos naturales y territorio, es preciso indicar a que se refiere y que se integra. Por esta razón, la Gestión de Recursos Hídricos y el Manejo Integral de Cuencas deben integrar 4 dimensiones y 5 niveles (Mitchell 1990).

Nivel	Descripción
A	Análisis sistemático de los componentes del sistema hidrológico: cuenca, fuentes, agua superficial y subterránea, accesos, usos, distribución, cantidad y calidad (agua).
B	Interacciones entre agua, suelo y el ambiente: temático territorial, ecológico e hidrológico, manejo de agua y suelos, recursos naturales, erosión, degradación, biodiversidad, ocupación territorial y diferenciación espacial (agua, tierra, ecosistema).
C	Interacciones entre agua-tierra-ecosistema con el sistema socioeconómico y cultural, sistemas de vida y el desarrollo (sistema natural + socio-económico-cultural).

D Integración del marco institucional, diálogo entre múltiples actores, arreglos sociales, normatividad, conflictos, capacidades, conocimientos, manejo político (sistema natural + socio- económico-cultural + instituciones).

Gestión de Recursos Hídricos = A + B + C + D

En Bolivia, se acuerdo al Plan Nacional de Cuencas (2006), La Gestión de Recursos Hídricos involucra (al menos) cinco niveles de integración:

- Integración vertical: Desde el nivel de los grupos de base hasta el nivel nacional de los políticos y todos los niveles de gestión gubernamental y/o privada, desde la administración municipal y regional, hasta la comisión nacional de gestión de agua.
- Integración horizontal: Coordinación y colaboración entre todas las instituciones públicas y privadas de gestión de recursos y organizaciones de usuarios a nivel de cuencas.
- Integración entre las disciplinas: Involucrar todas las disciplinas y especialidades relevantes: socioeconomía, ingeniería, hidrología, ecología, antropología, jurídica etc.
- Integración funcional: Planificación, regulación, diseño, ejecución, operación, mantenimiento, monitoreo, información, aprendizaje, comunicación intercultural, manejo de conflictos.
- Integración de grupos de interés: Involucrar grupos de usuarios, ONG, indígenas, mujeres, comités de agua potable, municipios, empresas, en cada aspecto de la gestión de agua y toma de decisiones.

### **1.2.1 INTEGRACIÓN DE VISIONES SECTORIALES**

Otro aspecto importante y crítico para la aplicación de la Gestión de los Recursos Hídricos es la integración de varias visiones sectoriales y de intereses en el proceso de toma de decisiones, para lo cual es imprescindible el desarrollo de mecanismos

que permitan la consulta, la participación y el consenso con todos los actores involucrados.

Para la aplicación de la estrategia se requiere un marco general de políticas y regulaciones sobre los recursos hídricos; garantizar la seguridad jurídica en el sector; roles institucionales y funciones de los niveles políticos administrativos; información sobre la oferta y la demanda de agua de los diferentes usos; instrumentos técnicos y operacionales de aplicación que permitan la distribución, regulación y el monitoreo, así como el desarrollo de herramientas económicas. En este sentido se promueve la participación efectiva de la mujer, de los pueblos indígenas originarios, organizaciones sociales y población afectada. (PNC, 2006)

### **1.3 EL AMBIENTE Y CUENCA**

Según World Vision (2004), se define como todo medio exterior al organismo, elemento o sistema que afecta su desarrollo. Es el entorno vital, el conjunto de elementos físicos, naturales, estéticos, culturales, sociales, económicos e institucionales que interactúan con el individuo y con la comunidad. El ambiente tiene una calidad natural establecida por sus características y cualidades, las que permiten determinados usos y plantean las limitantes y restricciones, con el fin que las comunidades y poblaciones hagan posible su desarrollo y alcancen un bienestar continuo. La intervención humana sobre el ambiente, puede potencializar las capacidades sin alterar la calidad deseable o aceptable.

Es la resultante de la interacción entre los ecosistemas naturales y la cultura humana en determinados partes territoriales de una cuenca. La gestión ambiental es la forma cómo los diferentes usuarios y áreas institucionales en una cuenca planifican y actúan de manera concertada, organizada e informada sobre el aprovechamiento, la conservación o recuperación de los ecosistemas, que permite un hábitat sano y agradable, un ordenamiento territorial que garantiza una suficiente base de oferta de recursos naturales, con acceso equitativo a beneficios económicos para todos y que es sostenible a largo plazo.

### **1.3.1 LA CUENCA CON ENFOQUE DE RIEGO**

El desarrollo agropecuario requiere un desarrollo tecnológico adecuado a las características de los suelos, territorio, cuencas, calidad de los ecosistemas, ampliación de la cobertura de riego y tecnificación del uso del agua para riego, drenaje, conservación y cosecha del agua, almacenamiento, regulación de derechos, distribución, concertación con otros usos, lo que redundará en la gestión social del agua a nivel de cuencas y subcuencas y en particular orientar el uso del agua para riego con enfoque de cuenca.

### **1.3.2 LAS CUENCAS COMO ESPACIOS DE VIDA**

Rodríguez (1998), sostiene que existen diferentes enfoques para agrupar las definiciones de cuencas hidrográficas: enfoque físico-hidrológico, ecológico y socio-cultural.

El enfoque físico-hidrológico considera que la Cuenca es una unidad territorial de drenaje en la que escurren las aguas hacia arroyos y ríos que en conjunto forman un último colector principal que desagua en océanos, mares o lagos.

Formulado de otra manera: la Cuenca es una zona delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial, es decir, la superficie total de tierras que desaguan en un cierto punto de un curso de agua o río.

Bajo el enfoque de ecosistema, la Cuenca es un conjunto de componentes físicos-naturales que interactúan entre sí para formar un conjunto de ecosistemas articuladas (parte alta, media y baja). Las Cuencas son ecosistemas naturales y abiertos (microcuenca, subcuenca, cuenca), delimitados por la divisoria de aguas y caracterizada dinámicamente por los cursos de agua. La Cuenca es el ámbito geográfico-ecológico del recurso más móvil e importante: el agua.

El enfoque de ecosistemas enfatiza que el sistema de una cuenca es el resultado de las relaciones entre las partes y su fuerza y debilidad depende de la diversidad y calidad de estas relaciones. La diversidad y calidad de las relaciones entre las partes del sistema determina el estado de equilibrio y la capacidad de reproducción en caso de

intervenciones que causan rupturas en el sistema. Cuando esta capacidad está debilitada, el sistema cambia y baja a un grado menor de relaciones y equilibrios entre los elementos y el sistema queda ecológicamente empobrecido, con una menor capacidad de concretizar completamente el ciclo del agua. En estas circunstancias la cuenca está en proceso de desertificación y puede llegar a un estado de deterioro irreversible.

Los enfoques clásicos de naturaleza hidrológico y físico-técnico han sido superados con enfoques socio-técnicos, el enfoque de ecosistemas y de gestión social con un enfoque territorial para el desarrollo local, es decir, un enfoque del desarrollo sostenible desde y para el territorio de la cuenca, considerando el estado del manejo de los recursos naturales y la apropiación por parte de los usuarios, los actores involucrados y la institucionalidad. La participación de los actores es ampliamente reconocido, pero a menudo faltan criterios para la determinación de la dimensión territorial de la cuenca que puede realmente ser gestionado por sus propios usuarios en el marco de una institucionalidad que una gestión compartida.

A este respecto, el Plan Nacional de Cuencas (PNC, 2006) considera que una cuenca hidrográfica es una unidad hidrológica-ecológica donde se concretiza el ciclo hidrológico que se puede describir y utilizar como una unidad físico-biológica, pero también, como una unidad socio-política-económica para la planificación y ordenación de los recursos naturales para el uso humano, es el ámbito donde se “territorializa” la gestión social del agua y los multiusos.

En esta visión, la cuenca es la unidad lógica para la gestión social y cultural de los recursos hídricos. La cuenca como unidad de gestión y de acción concertada, con el surgimiento de plataformas a nivel de las cuencas en la búsqueda permanente del consenso.

Según World Vision (2005), para fines de manejo, se distingue las siguientes divisiones de cuenca:

- Micro Cuenca, la unidad hidrográfica más pequeña de los sectores altos de las cuencas, compuesta por quebradas, pequeños riachuelos, nacimientos de aguas.
- Meso Cuenca, una subdivisión definida por sus perímetros, filo o línea divisoria de agua que presenta los sectores entre las zonas bajas y altas de la cuenca.
- Sub Cuenca, es una de las primeras divisiones territoriales de las cuencas hidrográficas mayores.
- Cuenca, conformado por el cauce de un río principal de larga distancia, que desemboca en una cuenca mayor de carácter regional, nacional o transfronteriza.

La cuenca (subcuenca o microcuenca) presenta, diferentes partes (alta, media, baja) con sus características propias y un perfil ecológico cambiante a lo largo y ancho de la cuenca, reproduce un flujo particular de energía en todas las diferentes partes, nichos y microclimas, cuenta con un ciclo de agua propio que es el resultado de las características de la cuenca misma, el clima (las lluvias), el sistema de drenaje y las intervenciones y usos humanos; un ciclo de nutrientes y cadena alimenticia particular, a partir de biodiversidad determinada (rico en diversidad y calidad o muy pobre y en proceso de degradación). La cuenca tiene una ocupación territorial, un cierto ordenamiento territorial, producto de la presencia de usuarios y actores, con una cultura, intereses propios, necesidades, sistemas productivos, capacidades, saberes, tecnologías, relaciones, organizaciones, comunicación, aislamiento, contactos o desarticulaciones, conflictos, poderes etc. Finalmente se debe considerar que todos estos elementos y partes de una cuenca tienen una historia previa y que la cuenca está inmersa en un proceso de cambio, evolución o degradación. Pero en primer lugar se considera a la cuenca como un espacio de vida.

Como el agua es vital y una de las condiciones básicas para la vida, tanto humana como de la naturaleza misma, y como el agua articula las diferentes partes del

territorio de una cuenca y los diferentes usos del agua, los respectivos actores y sus formas de vida en estos lugares, podemos entender que la cuenca no solo es un espacio físico-geográfico-hidrológico, sino un espacio de vida. Los diferentes sistemas de vida que se han construido y desarrollado históricamente en una cuenca, dependen de las características físicas-geográficas del espacio en particular, de la manera como las culturas humanas interactúan con los ecosistemas del lugar, las externalidades del ambiente y de la naturaleza de la cuenca, la forma como las familias y los grupos sociales han ordenado la ocupación territorial y se han apropiado del territorio y sus recursos naturales. Por el otro lado, los sistemas de vida se caracterizan y son condicionados por las formas como las poblaciones se han organizado para la ocupación y aprovechamiento del territorio, el grado de desarrollo y diferenciación de los sistemas productivos, el desarrollo de las economías locales y sus articulaciones dentro el territorio y fuera de ello con determinadas cadenas y circuitos comerciales y de mercado.

Los diferentes actores de una cuenca construyen en el tiempo sus propios sistemas de vida y modos de producción, generan y desarrollan en una cuenca diversas tecnologías, las capacidades y conocimientos para el uso de los recursos naturales y la gestión territorial; mantienen costumbres, construyen las relaciones particulares de género, establecen reglas y acuerdos sociales, negocian entre ellos en torno a los diferentes intereses y objetivos sobre el territorio y su uso, sobre el acceso al agua y los derechos del uso, así como de los otros recursos naturales asociados: las sociedades y culturas locales y regionales en cuencas desarrollan su propia cosmovisión, creencias y percepciones de la vida y el territorio mismo. Los diferentes sistemas de vida en interacción determinan y condicionan a su vez la calidad y sostenibilidad de los ecosistemas de la cuenca, y sobre todo la cantidad y calidad del agua disponible. En este sentido la cuenca es considerada por el Plan Nacional de Cuencas, como un espacio de vida y una expresión cultural de las poblaciones que viven en ello, en la parte alta, media y baja, a partir de las diferentes modalidades de ocupación históricas o de inserciones recientes.

## **1.4 DIAGNOSTICO EN LA CUENCA HIDROGRAFICA**

El Diagnóstico es un paso previo al inicio de nuevas actividades o proyectos, que permite conocer los aspectos biofísicos, socioeconómicos y ecológicos que existen en una cuenca. Una vez conocidos estos aspectos y vista la cuenca como un sistema que incluye entradas y salidas y dentro de la cual se dan relaciones diferentes y dinámicas, analizar e interpretar los resultados de estas interacciones por ejemplo: entre el hombre y el suelo conocer el uso potencial versus el uso actual, interpretar si existe o no conflicto de uso y analizar las causas y efectos de dicha realidad, otro ejemplo son las posibilidades de riesgos y desastres, efectos económicos por baja rentabilidad de los cultivos. (Vásquez, 2000).

### **1.4.1 DIAGNOSTICO BIOFISICO**

De acuerdo a Vásquez (2000), se refiere a la etapa de planificación de intervención en una cuenca en donde se realizar un diagnostico de las principales potencialidades y limitaciones de los más importantes fenómenos físicos y sociales de la cuenca, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Identificación de la calidad y cantidad de los recursos naturales existentes en la cuenca a tratar, utilizando información disponible como fotografías aéreas o imágenes de satélite, representando dichos registros con maquetas referenciales de las áreas en uso de los recursos naturales, con ello, también se elaboran mapas y estadísticas acerca de los recursos naturales de las cuencas. Asimismo, se recurre a la imagen que tienen los pobladores para contrastar la versión técnica a la memoria histórica, obtenida a través de talleres de trabajo donde se reproducen los fenómenos físicos y sociales de la cuenca.
- b) Señalización de las áreas críticas que son más sensibles a posibles desastres en base a la información tanto de los técnicos como de los pobladores y demás actores de la cuenca y de las primeras observaciones de campo. (deslizamientos, inundaciones, erosión hídrica, cárcavas, etc.)

- c) Inventario y evaluación de las aguas superficiales de las subcuencas con información existente y la que se puede visualizar en visitas de campo de carácter inicial.
- d) Identificación de los conocimientos tecnológicos en relación al potencial y conservación de los recursos naturales que dispongan los agricultores, sean tradicionales o modernos, y precisión de las tecnologías que practican los pobladores rurales, de acuerdo a la distribución en subcuencas o microcuencas, con sus pisos ecológicos y zonas de producción.
- e) Identificación de las subcuencas o microcuencas según su potencialidad, especificando el tipo de reordenamiento territorial o deterioro obtenido hasta el momento (áreas de bosques, de cultivos con o sin riego, con o sin cortinas rompeviento u otras prácticas conservacionistas, áreas de pastizales con o sin conservación de pasturas, grandes reservorios, obras de irrigación, embalses, electrificación, etc.), con todas las medidas de conservación de suelos, manejo de agua y protección que fueron puestas en práctica para el tratamiento de las mismas.

El diagnóstico biofísico de acuerdo a Devia (2001), también trata de cuantificar y analizar los factores físicos de las cuencas para establecer comparaciones entre cuencas o subcuencas a fin de adaptar planes de manejo tomando en cuenta los aspectos físicos similares. Entre estos aspectos, se determina el área, la forma a través de índices, la cobertura vegetal, la elevación medía, la morfometría de la red de drenaje, topografía, etc.

#### **1.4.2 DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO**

El Diagnóstico Socioeconómico se refiere al conjunto de procedimientos para describir y analizar sistemas rurales en las cuencas, ayuda a identificar sus limitaciones, así como las causas de estas además pretende identificar las posibles soluciones, en un orden de prioridad, para mejorar su mejora. A este tipo de diagnósticos, otros autores, como García (2003) han incorporado la evaluación de la

sostenibilidad desde el punto de vista de los agricultores mediante la evaluación de indicadores de socioeconómicos.

En decir, el diagnóstico, consiste en la recopilación de la información con el fin de plantear un plan de manejo en la cuenca, partiendo de datos secundarios, entrevistas con funcionarios locales, encuestas informales (entrevistas con agricultores y observaciones directas de (campo) y encuestas formales (cuestionario). El propósito del diagnóstico es recopilar la información necesaria para describir las características básicas de la zona de estudio, identificar los problemas que limitan la productividad y comenzar a considerar posibles mejoras en las prácticas de los agricultores. (García, 2003).

#### **1.4.3 METODOS E INSTRUMENTOS PARA REALIZAR EL DIAGNOSTICO**

Una de las más grandes lecciones aprendidas en el desarrollo de proyectos, sean estos de manejo de cuencas o de otra naturaleza, es la ineficacia de dichos proyectos sin la participación activa de los actores de las comunidades locales. Numerosas experiencias en el mundo confirman el hecho que el cambio se produce con relativa facilidad cuando una comunidad, que obtiene información de asesores de confianza, determina y prioriza sus problemas y prepara sus propios planes de acción para las cuencas y sus fincas; en contraposición la introducción de cambios y la participación en proyectos, ha sido lenta, difícil y a veces imposible cuando los planes de manejo de cuencas se entregan desde arriba, se cambia el énfasis de "la tierra y la gente que está arruinando la tierra" a "la gente y la tierra que utiliza" es decir a una visión antropocéntrica. (FAO, 1994).

En los procesos de Diagnósticos participativos en cuencas, puede desarrollarse la metodología de talleres, grupos focales, entre otros. Pero en el caso de las cuencas grandes como por ejemplo del Río Pilcomayo, que es una cuenca trinacional, las modalidades metodológicas a emplear tienen que ser diferentes entre las que se pueden mencionar reuniones entre cancillerías, reuniones con sectores industriales, productores, usuarios de agua para consumo humano, etc. Para que sean los sectores

los que indiquen su problemática e identifiquen alternativas de solución y se comprometan a participar activamente en las acciones dentro de la Cuenca.

En el caso de cuencas pequeñas, desde el inicio los actores pueden participar desde la determinación de necesidades y problemas (Diagnóstico), es decir se necesita Diagnósticos Participativos y es necesario emplear herramientas para que esa participación sea efectiva.

### **Técnicas para recolectar información**

- Conversación informal con actores de la comunidad
- Entrevistas y cuestionarios
- Observación directa
- Informantes claves
- Estudios de caso
- Sondeos
- Talleres Participativos
- Revisión de Información Secundaria (Bibliografía)

### **Herramientas**

- Elaboración de transectos
- Priorización de problemas
- Mapa de servicios
- Mapa de recursos naturales y uso de la tierra
- Calendario estacional de actividades con enfoque de género
- Análisis de beneficios

## **1.4.4 GUIA METODOLOGICA PARA LA ELABORACION DE DIAGNOSTICO DE SUBCUENCAS**

1. Definir si es necesario realizar el Diagnóstico por Subcuencas o por Unidades Territoriales (Comunidades/Municipios).

Dependiendo de las áreas de interés temático para el proyecto, elaborar un modelo biofísico y socioeconómico si contesta las interrogantes que buscamos, y así decidir si el Diagnóstico se hace por Subcuenca o por Comunidades. Ejemplo: En un proyecto

de agua aplica más el diagnóstico por Subcuencas; en cambio en un proyecto de Infraestructura Educativa, se aplicaría mejor el Diagnóstico por comunidades.

## 2. Definir los objetivos o propósitos del Diagnóstico.

El diagnóstico se realiza antes de ejecutar nuevos proyectos, con el fin de partir de la realidad para que las acciones a realizar sean efectivas.

Algunos de los objetivos de las realizaciones de diagnósticos podrían ser:

- Conocer los problemas del área geográfica a intervenir, sus causas y los efectos, con énfasis en las actividades que interesan prioritariamente al proyecto,
- Proponer alternativas de solución conjunta con las comunidades y así mejorar la intervención del proyecto,
- Identificar nuevos proyectos potenciales en la cuenca,
- Actualizar los planes de manejo (si la realidad ha sufrido cambios drásticos en corto tiempo),
- Evaluar los impactos y efectos de un proyecto en fases definidas,
- Comprobar las hipótesis de investigadores y para elaborar documentos que puedan ser útiles para otros en el futuro. (FAO, 2005).

## 3. Identificación y/o Selección de la Subcuenca

La selección de la cuenca a intervenir dependerá de uno de estos aspectos:

Basada en condiciones del ente financiero. Ejemplo: El programa Binacional de la Cuenca Alta del Río Bermejo.

Basada en la identificación y priorización de áreas críticas dentro del área de influencia del Proyecto.

Por demanda directa de los actores de la Subcuenca.

Por criterios de selección propios que el proyecto cree para tales fines. Ejemplos: Interés de la población de la cuenca en participar en el proyecto, tenencia de la tierra,

presencia de otras instituciones con proyectos estratégicos en la cuenca, presencia de puntos críticos de contaminación, Densidad Poblacional, entre otros.

Otros criterios: porque la Subcuenca es fuente abastecedora de agua para poblaciones, aguas abajo, por la presión sobre el uso de los recursos naturales, por el grado de deterioro de los recursos naturales, por la facilidad para implementar el trabajo e irradiarlo, por la visibilidad y facilidad de acceso, por la representatividad (Vieira, M, 1999).

#### 4. Reconocimiento cartográfico y de campo de la Subcuenca seleccionada.

Selección del material cartográfico necesario para el reconocimiento de campo.

Gira de campo con el fin de identificar las variables determinantes y trabajar con dichas variables en un modelo preliminar.

Contacto con los actores de la Subcuenca.

#### 5. Selección de la Metodología e Instrumentos para desarrollar el Diagnóstico.

Selección del tipo de Metodología: El Diagnóstico puede realizarse a través de Sondeos, Encuestas, Entrevistas, Talleres Participativos (Talleres de Diagnósticos Rurales Participativos, DRP), reuniones con representantes o Informantes claves, Fichas o Guías Técnicas. Las metodologías mencionadas anteriormente pueden o no ser excluyentes, es decir pueden combinarse dos o más de estas (Alonso, Tijerino y Vernooy, 1998).

Cada metodología tendrá sus propios instrumentos metodológicos, acordes a los objetivos del proyecto, la información clave que necesitamos documentar, los tiempos con que se cuenta para desarrollarlos. Por ejemplo en un Taller de DRP se pueden utilizar herramientas tales como: Mapa de Cuenca, Mapa de Población y Servicios, Principales Problemas de la Comunidad, Organización de la Comunidad, etc. (Geilflus F., 1997). Las herramientas participativas tienen la virtud de apropiarse a las condiciones del lugar. En cambio en las Fichas o Guías Técnicas se pueden diseñar: Ficha para Sistemas de Producción Agropecuarios y Agroforestería, Ficha con información previa de las comunidades de la Subcuenca, Instrumento de

observación para el estudio de residuos sólidos y vertidos. Ficha para recolectar información sobre sistemas de agua potable, Ficha de entrevista para Alcaldes y Miembros del Concejo Municipal, Ficha para recolectar información de tipo legal.

La metodología seleccionada debe ser aquella que ayude a identificar las variables que están presionando sobre el medio ambiente y cuáles recursos están siendo subutilizados por la población.

6. Identificación, Selección y capacitación del Equipo Facilitador de los Talleres, Entrevistas, Encuestas, Fichas, etc.

El Equipo Facilitador debe conformarse por personal Interdisciplinario: Forestales, Agrónomos, Civiles, Sociólogos, Economistas, Educadores, etc.

El equipo debe ser previamente capacitado en las metodologías y herramientas a utilizar de tal manera que dominen la temática y los instrumentos durante las diferentes etapas del diagnóstico y en los diferentes eventos que participen.

Deben poseer además empatía, de tal manera que inspiren confianza en los participantes y éstos se sientan con libertad de expresar sus opiniones durante los talleres o entrevistas.

7. Determinación de los Criterios económicos, físicos, ambientales, culturales y sociales que permitan determinar el número de talleres a realizar por Subcuenca

De acuerdo a criterios físicos podríamos seleccionar por ejemplo tres talleres para una Subcuenca haciendo uno para la parte alta, otro para la parte media y otro para la parte baja de la Subcuenca. En cambio aplicando criterios ambientales podríamos hablar de Subcuencas homogéneas y si presentan las mismas características ambientales, unir dos o tres subcuencas y realizar un taller para la parte alta de las tres Subcuencas, y así sucesivamente para la parte media y baja.

Otros criterios para la determinación y ejecución del número de talleres participativos son: Cuando existen dos Subcuencas vecinas y en una de ellas existe poca población que se encuentra dispersa en el territorio y además, dicha población desarrolla sus

actividades económicas y sociales en la subcuenca vecina, es viable desarrollar un solo taller para ambas poblaciones ubicadas en dicha Subcuencas.

En el caso de que dos subcuencas vecinas presenten áreas homogéneas en cuanto a condiciones agroecológicas y socioeconómicas y además, las dos Subcuencas pertenezcan a una sola jurisdicción político-administrativa, (Municipio) también es viable poder desarrollar un solo taller para ambas poblaciones.

Cuando haya una subcuenca, donde se han realizado talleres diagnósticos participativos recientemente y además se cuente con información actualizada y de calidad, también es viable no realizar dicha actividad, para poder incluir otras zonas en donde no se cuente con la información necesaria para el diagnóstico.

En las subcuencas cuya población es significativamente mayor y que además tienen mayor número de divisiones administrativas (comunidades) deberán realizarse mayor número de talleres, ya que los impactos de la población y presión sobre los recursos naturales pueden estar causando un desequilibrio ecológico que podría ser irreversible.

8. Identificación y selección de los actores claves de la Subcuenca que participarán en los eventos (Talleres, Consultas, Entrevistas, etc.)

Directivos y líderes de comunidades de la Subcuenca.

Hombres, mujeres y jóvenes. En la medida de lo posible trabajar con Enfoque de Género y Equidad en la participación durante el Diagnóstico, es decir trabajar para que la participación de la mujer no sea únicamente reflejada en el número de participantes, sino a través de su análisis crítico de la información, capacidad de negociación, etc.

Número de participantes por comunidades representadas dentro de la subcuenca: Tendrá que ser representativo y se recomienda un número que pueda ser manejable por el equipo facilitador.

Aquellos actores del entorno de la cuenca que están vinculados directamente con el uso y manejo de los recursos de la cuenca.

### 9. Selección del lugar donde se realizarán los eventos (talleres, entrevistas, etc.)

**Comunidad:** En la medida de lo posible deberá seleccionarse un lugar que sea accesible para la mayoría de los participantes.

**Local:** Se recomienda que sea un lugar techado, amplio, iluminado, que disponga del mobiliario necesario para desarrollar las herramientas, ejemplo: escuelas, casas comunales, etc.

**Ambientación:** Se deberá proporcionar un ambiente en el cual los participantes se sientan cómodos, que les permita expresarse y desarrollarse normalmente durante los eventos.

### 10. Convocatoria a los eventos

**Estructura del mensaje de la convocatoria:** El mensaje debe ser cuidadosamente analizado, atractivo, poniendo elementos claves que motiven a la participación de la comunidad, ser claro de tal manera que identifiquen fácilmente el objetivo de la reunión, quién convoca (Institución o Proyecto), lugar del evento (Comunidad y local específico), horarios, etc.

**Métodos de convocatoria:** Puede ser por escrito, ya sea una carta personal o carta a la organización local, o bien utilizarse medios masivos como perifoneo, anuncios en la radio comunitaria o locales (estos son importantes sobre todo en el caso que la mayoría de la población sea analfabeta), carteles en lugares claves, entre otros. La convocatoria está en función a la organización local.

### 11. Ejecución de los Talleres.

**Duración del evento:** Se puede realizar en uno o dos días dependiendo de la disponibilidad de tiempo y recursos de las Instituciones y Comunidades.

**Horarios:** Utilizar los horarios más convenientes a los participantes de las comunidades teniendo en cuenta sus limitaciones de acceso y transporte.

**Logística:** Es recomendable poder brindar alimentación a los participantes y si fuere posible proporcionarles transporte a los que tienen difícil acceso.

Equipo y Materiales a utilizar:

- Equipo: Debe seleccionarse aquel que se adapte a las condiciones del local.  
Ejemplo: Si se cuenta con energía eléctrica puede utilizarse un retroproyector de acetatos, si no un rotafolio.
- Materiales: Deben ser elaborados con la debida anticipación, adecuarse al tipo de participante que se tendrá y en las cantidades necesarias.
- Los materiales deberán prepararse tomando en cuenta las condiciones de alfabetismo prevalecientes en la zona, de tal manera que esto no sea un obstáculo, es decir que puedan ser utilizados por personas alfabetas y analfabetas.
- Tanto el equipo como el material deben hacerse llegar al lugar del evento con la debida anticipación, tomando en cuenta los tiempos que se requieren para instalarse.

Los criterios para seleccionar el lugar de la realización del taller de diagnóstico deben permitir:

- Accesibilidad al lugar por parte de todas las comunidades participantes.
- Escoger el lugar donde este concentrada la mayor parte de la población de la cuenca y por ende el mayor número de participantes al taller.

Las condiciones del local deben reunir las siguientes condiciones mínimas:

- Que sea un lugar techado (que proteja del sol y de la lluvia).
- Que tenga una pared disponible para pegar papelógrafos y carteles.
- Que sea amplio (de acuerdo al número de participantes).
- Iluminado (que permita una buena visibilidad del trabajo que se está realizando).
- Que reúna condiciones de privacidad para poder controlar el ingreso de las personas invitadas y para evitar interrupciones.
- Preferentemente que disponga de mobiliario (sillas, mesas pizarras).

- Que cuente con letrinas (considerando que el taller puede durar uno o más días).

## 12. Recolección de información a través de Fichas, encuestas y/o entrevistas.

Pueden ser diseñadas por el personal interdisciplinario.

- Deben ser realizadas por personal técnico debidamente capacitado para el llenado.
- Deben contar con su guía técnica para asegurar el uniformizar los criterios de la información.
- Recopilar información detallada por componentes específicos del Proyecto.

Sirven como mecanismos de participación y coordinación de los actores de la Subcuenca. Ejemplos de fichas que pueden ser generadas: Fichas de Sistemas de Producción, Sistemas Agroforestales y Conservación de Suelos, Entrevista con Alcaldes, Entrevistas a miembros de Organizaciones Administradoras de Sistemas de Agua Potable, Instrumento de observación para el estudio residuos sólidos, vertidos.

## 13. Análisis e Interpretación de la información de los Talleres y de las fichas, encuestas, entrevistas.

El análisis de la vocación y potencial de la Cuenca deberá realizarlo el equipo interdisciplinario, ya que requiere interpretación cuidadosa de la vocación y potencial de la cuenca, de las características biofísicas, socioeconómicas y ambientales, de tal manera que se interrelacionen y correlacionen, obteniéndose así la caracterización de la problemática de la población que habita la cuenca y el conflicto con la capacidad de carga de la cuenca y la potencialidad de la misma. En todo este análisis es importante también tener consideración los aspectos culturales de los actores de la cuenca y los aspectos legales que respaldan o limitan el accionar de los proyectos.

## 14. Recopilación de información secundaria.

De la cuenca puede existir información previa que haya sido generada y procesada por otras instituciones o entidades: Diagnósticos, caracterizaciones, carpetas

comunitarias, carpetas de proyectos ejecutados o en proceso de ejecución o de gestión, censos, etc. que pueden ser utilizadas como fuente de información, comparación y verificación. Este proceso de levantamiento de información secundaria puede ser realizado previo a la recolección de la información primaria o paralelamente a esta. Esta información puede ser verificada en campo, y relacionada y correlacionada con la información primaria.

#### 15. Utilización de información cartográfica o de Sistemas de Información Geográfica.

Para la caracterización de la información biofísica, socioeconómica y ecológica de la cuenca de interés, pueden utilizarse mapas cartográficos y si es viable, utilizar Sistemas de Información Geográfica para desarrollar los diferentes mapas temáticos. Por ejemplo para la parte biofísica: Mapas climáticos (precipitación, zonas térmicas), mapas de uso actual, uso potencial y conflicto de usos del suelo, entre otros; para la parte socioeconómica utilizar el mapa de servicios.

#### 16. Determinación de la Estructura Lógica del Diagnóstico.

Para la elaboración del índice o contenido temático del Diagnóstico deberá tomarse en cuenta, que responda a las necesidades de información de acuerdo a los intereses del Proyecto y la población para que posteriormente permita desarrollar el plan o medidas de intervención en la cuenca.

#### 17. Devolución y validación de los resultados a los actores de la subcuenca.

Una vez estructurado el documento de Diagnóstico, se debe convocar nuevamente a los participantes del Diagnóstico para presentarles los resultados del mismo.

En el cuadro 1 se presenta un resumen de los pasos de la Metodología.

Cuadro 1. Resumen de pasos de la guía metodológica para la elaboración de diagnósticos de subcuencas

<p>1. Definir si es necesario realizar el Diagnóstico por Subcuencas o por Unidades Territoriales.</p> <p>2. Definir los objetivos o propósitos del Diagnóstico.</p> <p>3. Identificación y/o Selección de la Subcuenca.</p> <p>4. Reconocimiento cartográfico y de campo de la Subcuenca seleccionada.</p> <p>5. Diseño o Selección de la Metodología e Instrumentos para desarrollar el Diagnóstico.</p> <p>6. Identificación y Selección del Equipo Facilitador de los Talleres, Entrevistas, Encuestas, Fichas, etc.</p> <p>7. Determinación de los Criterios económicos, físicos, ambientales, culturales y sociales que permitan fijar el número de talleres a realizar.</p> <p>8. Identificación y selección de los actores claves de la Subcuenca que participarán en los eventos (Talleres, Consultas, Entrevistas, etc.).</p>	<p>9. Selección del lugar donde se realizarán los eventos (Talleres, Entrevistas, etc.)</p> <p>10. Convocatoria a los eventos.</p> <p>11. Ejecución de los Talleres.</p> <p>12. Recolección de información a través de Fichas, encuestas y/o entrevistas.</p> <p>13. Análisis e Interpretación de la información de los Talleres y de las fichas, encuestas y entrevistas.</p> <p>14. Recopilación de información secundaria.</p> <p>15. Utilización de información cartográfica o de Sistemas de Información Geográfica.</p> <p>16. Determinación de la Estructura Lógica y elaboración del documento del Diagnóstico.</p> <p>17. Devolución y validación de los resultados a los actores de la Subcuenca.</p>
---	---

## CAPITULO II

### 2. MATERIALES Y METODOS

#### 2.1 LOCALIZACIÓN

La cuenca del Río San Lucas se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas 20° 12' 40.15" Latitud Sur y 65° 16' 13.13" Longitud Oeste y 19° 46' 38.18" Latitud Sur y 64° 51' 35.91" Longitud Oeste, se halla en el Departamento de Chuquisaca, provincia Nor Cinti del Municipio del mismo nombre, abarca una superficie de 909 Km<sup>2</sup>, con una altura promedio de 2800 msnm, donde se encuentran las comunidades de: Rodeo Cocha, Quirpiri, Tambo Moko, San Lucas, Yapusiri, Querquehuasi, Caichocho, La Palca, Thui pampa, Uruchini, Kumuni y Astola. La cuenca del Río San Lucas, limita al Norte con el Departamento de Potosí, al Sur con la cuenca Santa Elena, al Este con la cuenca Torremayu y al Oeste con el Departamento de Potosí.

El acceso a la zona del río San Lucas, es a través del camino carretero Camargo – Potosí, desviándose a la altura de Padcoyo con sentido Norte, a una distancia aproximada de 60 km desde Camargo. La zona comienza aproximadamente a 8 Km. antes de llegar a la población de San Lucas. Las condiciones de accesibilidad a esta comunidad, son buenas durante todo el año; con algunas irregularidades en la época de lluvias (diciembre a marzo).

#### 2.2 CARACTERISTICAS BIOFISICAS

##### 2.2.1 CLIMA

Según Condori (2010), la zona donde se encuentra la cuenca del río San Lucas tiene un clima Semiárido con marcado déficit hídrico que otorga un ambiente seco, donde se registra una precipitación media anual de 560 mm / año, con variaciones de 250 a 700 mm entre un año seco y un año húmedo. Los meses con mayor frecuencia de lluvias son de noviembre hasta marzo, en este periodo también muestra una alta probabilidad de presentar granizadas.

### MAPA DE UBICACIÓN

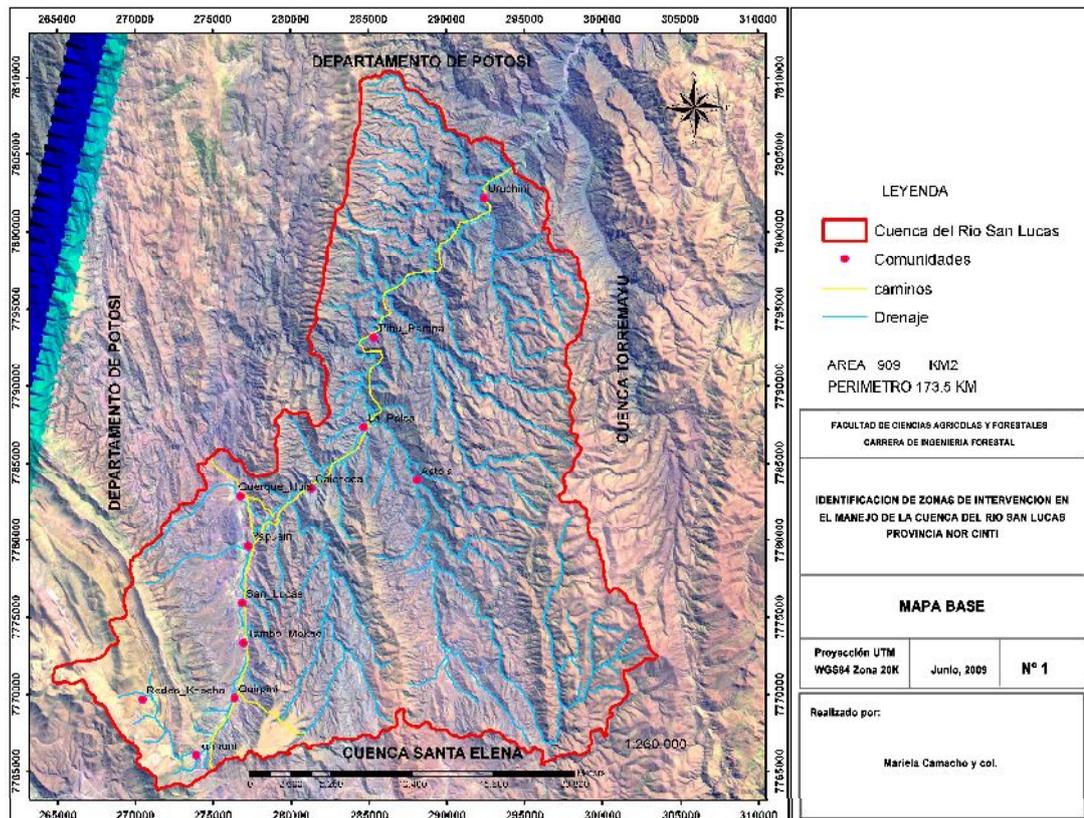


Mapa de Bolivia



Departamento de Chuquisaca

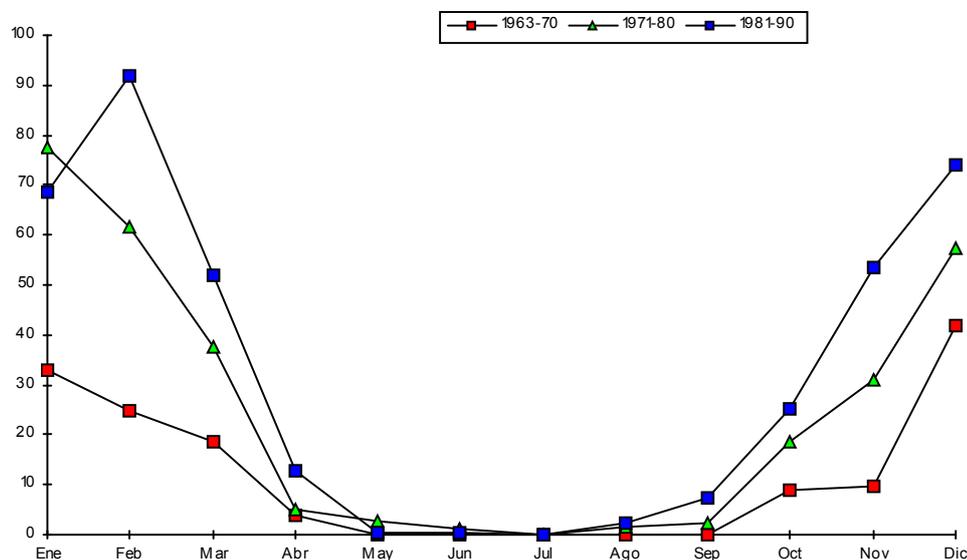
### CUENCA DEL RIO SAN LUCAS



La temperatura medioambiental promedio general es de 15,1 °C, con máximas de 24.6 °C en los meses calurosos de octubre a marzo, y mínimas de 5.6 °C en los meses de abril a septiembre que corresponden también a la época seca, la máxima extrema se presentó en el mes de octubre de 1975 con 39 °C y la mínima extrema se presentó en el mes de julio de 1981 registrando -7.5 °C, la presencia de heladas en los meses de Mayo a Septiembre, es una limitante para la producción agrícola. Estos datos corresponden a la estación termopluviométrica de San Lucas.

Los registros pluviométricos diferencian dos épocas, una lluviosa que comprende los meses de Octubre a Marzo con el 95% del total de las precipitaciones anuales y una época invernal relativamente seca desde el mes de Abril a Septiembre. El balance hídrico es negativo porque los volúmenes de precipitaciones no satisfacen los requerimientos de los cultivos, convirtiéndose en una condicionante para la agricultura.

Gráfico 1. Variaciones mensuales de precipitación pluvial en la zona de San Lucas



Fuente: SENHAMI Estación San Lucas

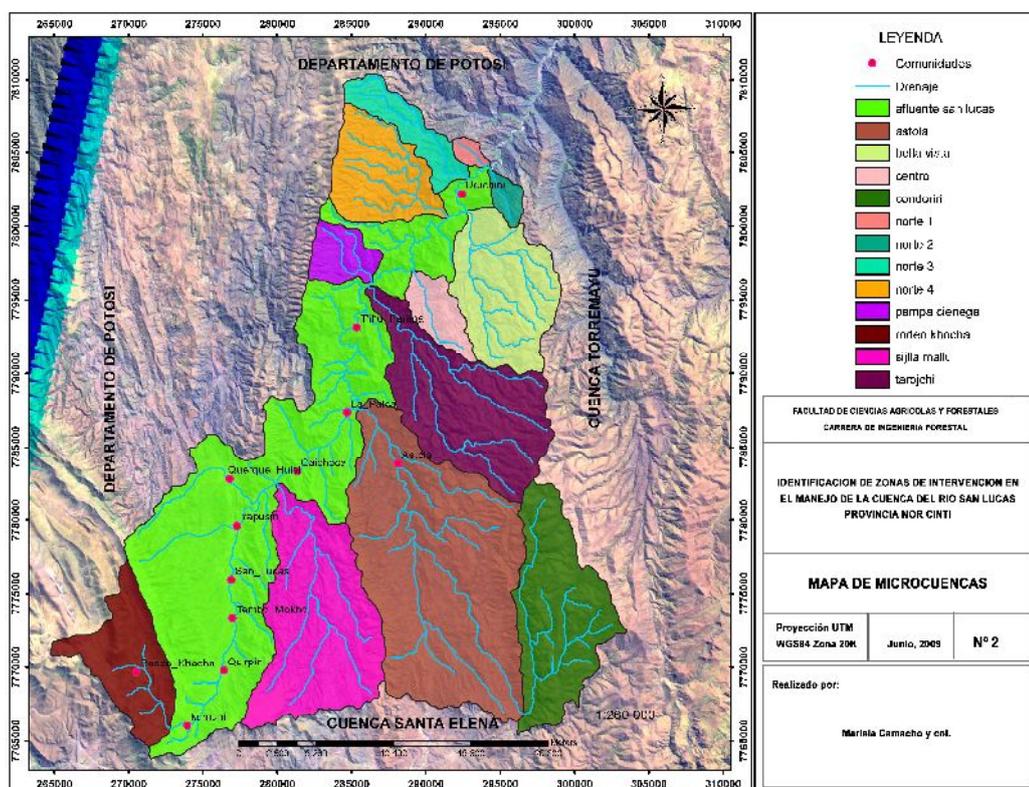
Las características climáticas configuran un ambiente seco de escasa pluviosidad, con una humedad relativa promedio de 48%. El incremento de las precipitaciones en la década de los 80 resultaron ser variaciones significativas, sin embargo los años siguientes nuevamente mostraron su régimen de años secos, estas variaciones se deben posiblemente a fenómenos particulares como el efecto del Niño.

Los fenómenos naturales que más afectan la parte alta y media de la cuenca, son las heladas, que se presentan los meses de agosto y septiembre que en opinión de los pobladores producen pérdidas de aproximadamente del 50% de las cosechas. Las granizadas que ocurren generalmente en los meses de octubre a enero producen también pérdidas significativas en las cosechas.

### **2.2.2 MICROCUENCAS DEL RIO SAN LUCAS**

Condori (2010), sostiene que la cuenca del Río San Lucas está constituida por relieve accidentado de pendientes abruptas, por donde quebradas y ríos se abren paso en forma encajonada, con taludes pronunciados y terrazas angostas longitudinales de los cauces. Entre las principales fuentes de aporte de agua se tienen, la quebrada Querequewisí la cual nace en las cercanías de la Comunidad Orq'Oyu, otro afluente por su aporte significativo, es el río Sijlla Mallu el cual desemboca en el río San Lucas a la altura de la comunidad de Caichoca, por su parte, el río Astola confluye en la comunidad de La Palca y el río keta Mayu se une a la cuenca del río San Lucas en la comunidad de Tíhu Pampa.

Los afluentes del río principal ocupan la mayor superficie, en cuanto a las vertientes a del río San Lucas, el río Astola y el río Sijlla Mayu ocupan aproximadamente el 31 % de la superficie total de la cuenca. Las demás quebradas participan con porcentajes bajos, lo que indica también una cuenca con muchos afluentes que denotan terreno accidentado, tal como se muestra en el mapa 2.

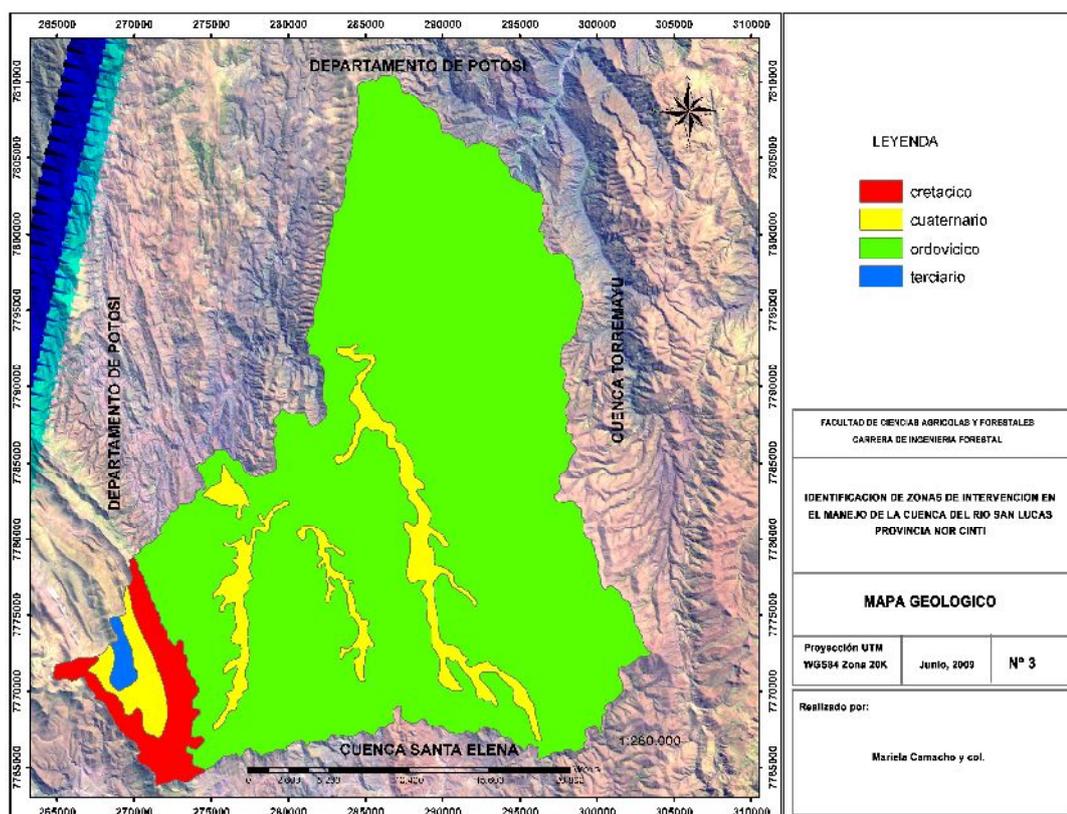


Cuadro 2: Microcuencas que conforman la cuenca del Río San Lucas (Condori, 2010)

N°	Micro cuenca	Área (Has)	Porcentaje
1	Afluyente San Lucas	26680	29
2	Rodeo Khocha	4362	5
3	Sijlla mayu	9647	11
4	Condoriri	7326	8
5	Astola	17962	20
6	Tarojchi	8602	9
7	Bella Vista	5978	7
8	Norte 2	570	1
9	Norte 1	348	0
10	Norte 3	2149	2
11	Norte 4	4203	5
12	Pampa Ciénaga	1513	2
13	Centro	1560	2
	<b>TOTAL</b>	<b>90900</b>	<b>100</b>

### 2.2.3 GEOLOGÍA

La cuenca del Río San Lucas presenta una litología conformada por rocas de edad ordovícica correspondiente a las formaciones Obispo y Cieneguillas, sobre ellas se encuentran depósitos de formaciones cuaternarias, conformado por terrazas recientes, depósitos coluviales, depósitos aluviales, abanicos aluviales y deslizamientos.



CODIGO	GEOLOGICO	Área (Ha)	Porcentaje
O	Ordovícico	79079	87
K	Cretácico	3793	4
T	Terciario	522	1
Q	Cuaternario	7507	8
	<b>TOTAL</b>	<b>90901</b>	<b>100</b>

#### 2.2.4 GEOMORFOLOGIA

Según el Plan de Desarrollo Municipal de San Lucas (PDM, 2009), la geomorfología de la cuenca corresponde a sistema montañoso, con serranías altas, medias y bajas, de formas elongadas con cimas subredondeadas, irregulares y divisorias de aguas bien discernibles, de disección fuerte a moderadamente disectadas, con pendientes escarpadas a fuertemente escarpadas, normalmente las serranías están sujetas a diversos procesos de erosión y variados tipos de deslizamientos de laderas en masa.

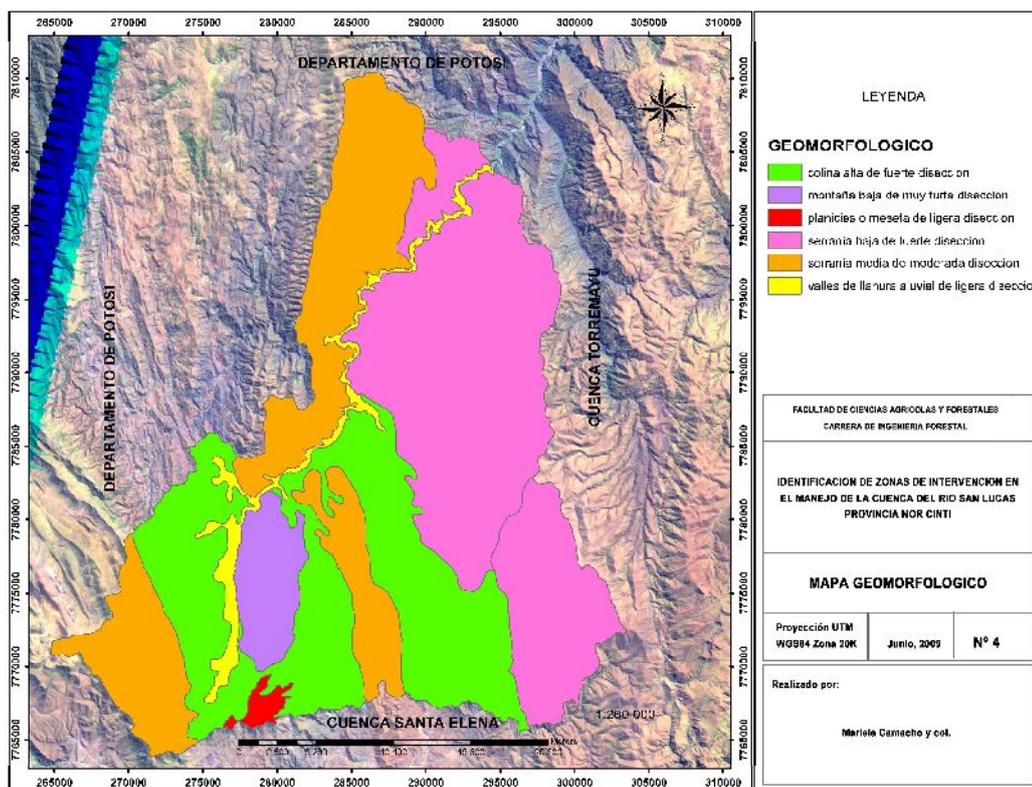
Dentro de la disposición general de las serranías, se forman pequeños valles, algunos escarpados, profundos y angostos, otros más amplios. Estos valles encajonados representan entre el 1 al 2% del área de las serranías, con importancia económica porque en sus terrazas y piedemontes se concentra la mayor actividad agrícola de los pobladores de la cuenca de San Lucas.

Las colinas son altas, medias y bajas, presentan cimas subredondeadas a redondeadas, con divisoria de aguas poco discernibles y la intensidad de la disección que las afecta va de moderada a muy fuerte. Las pendientes presentan inclinaciones moderadamente escarpadas a fuertemente onduladas. Estas colinas están afectadas por procesos de erosión con diferentes tipos de movimientos en masa.

Las planicies, están sometidas a fuertes procesos de denudación por la concurrencia combinada de diferentes procesos, donde los procesos geológicos fueron moldeando la roca primaria hasta dejar superficies planas, ligeramente onduladas a moderadamente escarpadas con un grado de disección ligero. En las cuestas y mesetas se enlazan elementos estructurales, climáticos y denudativos.

Los valles son profundos y estrechos como consecuencia de la acción de los ríos. Cuando el cauce del río se amplía, origina llanuras aluviales que se extienden a ambos lados del cauce, los cuales revisten gran importancia para el desarrollo agrícola. Los materiales no consolidados de los cuales están conformadas las llanuras aluviales son esencialmente gravas, arenas y arcillas, donde los clastos de las gravas pueden tener un grado de selección, de redondeados a subredondeados como

consecuencia del transporte fluvial. Las llanuras aluviales, generalmente, no presentan ninguna disección, aunque a veces son ligeramente disectadas, y sus pendientes son planas a ligeramente inclinadas.



## 2.2.5 SUELOS

Según Condori (2010), los suelos de la cuenca del Río San Lucas corresponde a:

**Leptosoles:** Suelos jóvenes, variables en textura, estructura y color y muy bajos en materia orgánica. Se trata de suelos sin desarrollo pedogenético, generalmente ubicados en relieves accidentados donde dominan los procesos de erosión. Normalmente poseen un solo horizonte superficial delgado; en su mayor parte con presencia de piedras y rocas en la superficie y el subsuelo.

**Fluvisoles:** Estos suelos son relativamente jóvenes, de origen aluvial y débilmente estructurados; con distribución irregular de materia orgánica en los horizontes. Este

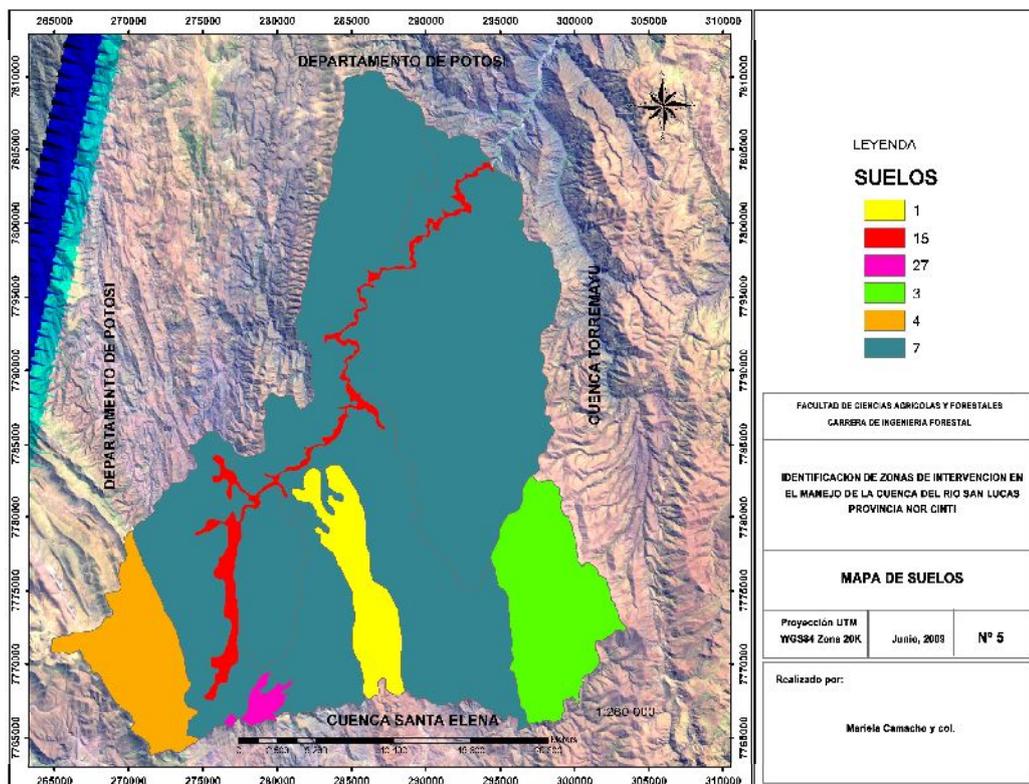
tipo de suelos está formado en una acumulación irregular de sedimentos aluviales de diferentes texturas.

**Lixisoles:** Son suelos con mayor desarrollo pedogenético con respecto a los identificados en la cuenca. La calicata muestreada en esta zona presenta un perfil, en donde la arcilla ha sido transportada o eluviada de los horizontes superficiales a un horizonte subsuperficial de acumulación “iluvial”. Estos suelos, se encuentran en relieves planos a levemente inclinados, frecuentemente a partir de materiales aluviales, coluvio – aluviales. La formación de estos suelos presupone varios requisitos, entre ellos la presencia de arcilla en el medio, procesos dispersivos que faciliten su migración y periodos de alternancia lluviosos y secos, que contribuyen a translocar las arcillas en periodos húmedos seguidos por acumulación durante la época seca.

**Regosoles:** Son suelos jóvenes formados a partir de materiales no consolidados en los que predominan los horizontes “A” ócrico o úmbrico y “C”, sin otra propiedad diagnóstica más que la del material parental. Estos suelos se encuentran tanto en relieves planos como montañosos.

**Arenosoles:** Son suelos con textura más gruesa que franco arenosa, con menos de 30% de fragmentos gruesos dentro de los 100 cm de profundidad; horizontes de estructura muy débil a grano suelto, con textura arenosa o arena francosa. Arenosoles se forman generalmente en depósitos de arena transportada por el viento (dunas) o por la acción aluvial. Son suelos de muy poco desarrollo pedogenético y se caracterizan generalmente por perfiles con horizontes “A-C”.

**Cambisoles:** Son suelos poco desarrollados que tienen una fuerte semejanza con el material parental; es decir, se encuentran en proceso de “cambio”, en su color, estructura y textura. Presentan un horizonte subsuperficial débilmente alterado con relación al material parental.



## CODIGO SUELOS

1	Consociación leptosoles
15	Asociación fluvisoles regosoles arenosoles cambisoles
27	Consociación lixisoles con inclusión cambisoles leptosoles
3	Consociación leptosoles con inclusión regosoles lixisoles fluvisoles
4	Consociación leptosoles con inclusión fluvisoles y arenosoles
7	Consociación leptosoles con inclusión cambisoles regosoles arenosoles y fluvisoles

## 2.2.6 VEGETACION

La vegetación en la parte occidental de la cuenca, que limita con el departamento de Potosí, presenta formaciones de gramíneas acolchonadas y herbáceas, asociadas a numerosas especies arbustivas y algunas especies de pequeños árboles (*Polylepis tomentella*). La vegetación está compuesta por matorral ralo xeromórfico espinoso semideciduo montano, herbácea graminoide baja sinusia montano.

En la parte oriental de la cuenca se encuentran relictos de bosques secos interandinos, formados por un conjunto de vegetación decidua, semidecidua y matorrales. El matorral es mayormente caducifolio deciduo por sequía, bosque ralo espinoso y el matorral caducifolio estacional.

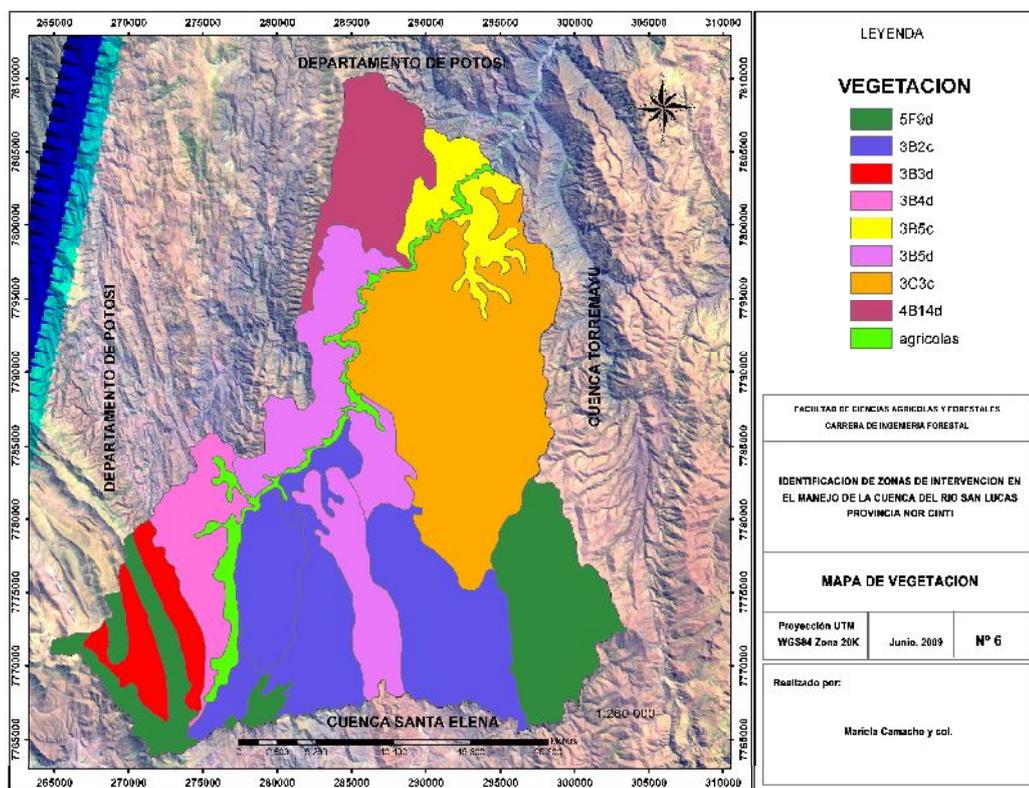
Vegetación herbácea y bosques relictos de altura como en muchos sectores como la provincia Nor Cinti se observan relictos de bosques de quewiña de hasta 7 m de altura, formando anillos alrededor de laderas montañosas y en las cabeceras de drenajes principales, asociados con gramíneas y matorrales bajos.

En las laderas bajas con exposición norte a noreste se encuentran cactáceas de los géneros representados por *Orocereus trolli*, *Trichocereus cf. Taratensis*, *Trichocereus tarijensis*, *Trichocereus werdermannianus* y otros en forma de cojín o de bola, de los géneros *Opuntia* y *Lobivia*. También se registra la presencia de especies leñosas en asociación con gramíneas como el pasto *Cynodon dactylo*, *Phyla nodiflora*, con especies de thola (*Bacharis sp.*), *Escallonia sp.*, *Duranta sp.*, *Citharexylum sp.*, *Myrcianthes sp.*, *Berberis sp.*, *Colletia sp.*, y *Senna aymara*. Estos ejemplos constituyen la escasa cobertura vegetal, en un proceso claro de erosión y desertificación en gran parte de esta área.

En la zona norte de la cuenca del río San Lucas, predomina el matorral xeromórfico espinoso, cuyo desarrollo alcanza hasta los 4 m de alto en las pendientes de los valles entre los 2.700 y 3.000 msnm. En los fondos de valle se encuentran restos de bosque con un estrato superior a los 6 m de alto; excepcionalmente árboles de hasta 12 m de alto como el algarrobo (*Prosopis spp.*), bola kiñi (*Acacia macracantha*), molle (*Schinus molle*), ceibo (*Erythrina falcata*); en las laderas de los valles se observa tarco (*Jacaranda mimosifolia*) e higuera (*Carica quercifolia*).

De acuerdo al mapa de vegetación, el matorral caducifolio estacional montano y el matorral xeromórfico semideciduo montano cubren la mayor extensión en la cuenca, mientras que las unidades de matorral caducifolio deciduo y semideciduo ocupan las menores superficies, de igual manera el mapa muestra que las áreas destinadas a la

agricultura están confinadas a las riveras de los ríos y quebradas, representando el 3% del área de la cuenca.



Código	Clase_ formación	Subclase	Grupo	Piso	Área (has)	Porcentaje
5F9d	Herbácea	Graminoide bajo	Sinusa arbustiva	Subalpino	13128	14
3B2c	Matorral	caducifolio	Estacional	Montano	20365	22
3B3d	Matorral	caducifolio	Semideciduo	Subalpino	4125	5
3B4d	Matorral	Caducifolio	Deciduo por sequía	Subalpino	4942	5
3B5c	Matorral	Caducifolio	Espinoso	Subalpino	4200	5
3B5d	Matorral	Caducifolio	Espinoso	Subalpino	12504	14
3C3c	Matorral	Caducifolio	Semideciduo	Subalpino	22082	24
4B14d	Matorral enano	Caducifolio	Mixto o mosaico	Subalpino	6578	7
Agrícolas	c	c	c	c	2977	3
<b>Total</b>					<b>90901</b>	<b>100</b>

## 2.2.7 USO ACTUAL DEL SUELO

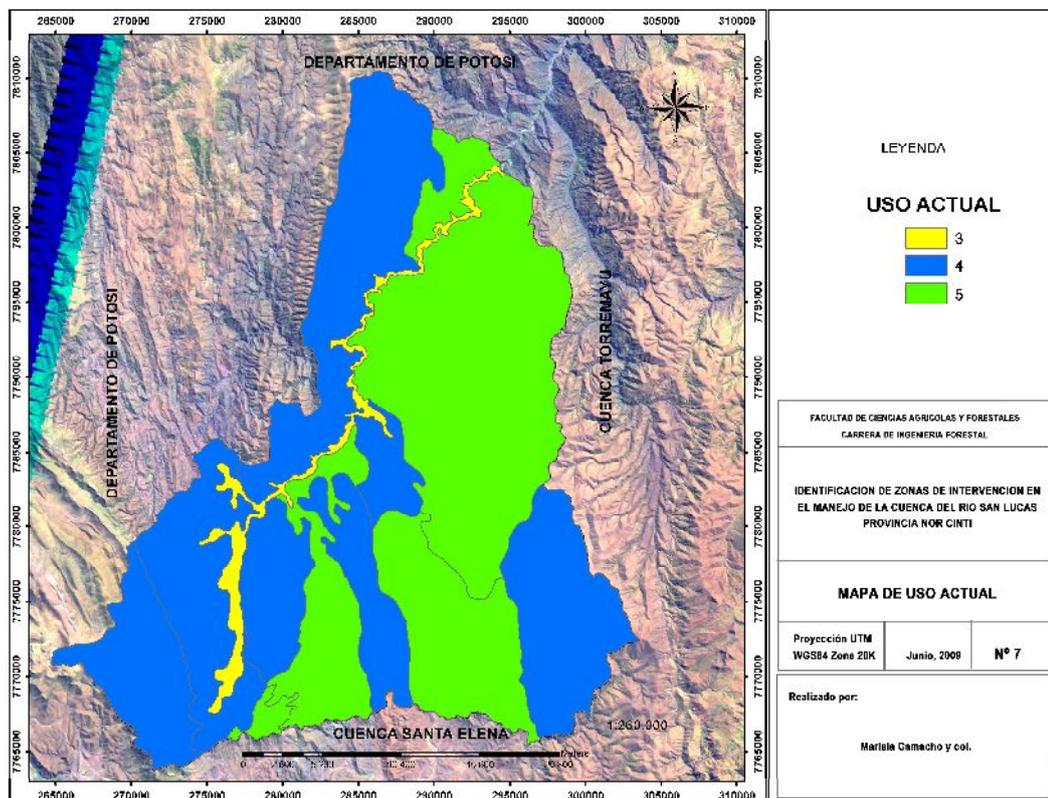
La cuenca de San Lucas, está categorizada como uso agropecuario extensivo, con tres subcategorías, a saber: uso agrícola de cultivos anuales y perennes (3%); uso ganadero extensivo con ovinos y caprinos (51%) y el uso agropecuario extensivo con una asociación de cultivos anuales con ganado menor (46%). Estos valores muestran la aptitud de la cuenca con apenas 2977 has, destinadas a la actividad agrícola, en su mayor parte es de uso ganadero.

Las tierras de uso agrícola, se extienden a lo largo del río principal, en donde. A decir por los propios comunarios, se presentan algunas limitaciones ya sean de carácter ambiental y/o socioeconómico, como ser clima desfavorable para agricultura intensiva, terrazas angostas con escasas superficies planas con aptitud agrícola, suelos superficiales y de baja fertilidad. Sin embargo, las limitaciones en estas tierras no son impedimento para el uso agropecuario sostenible, ya que, este uso requiere aplicación limitada de insumos y capital, para mantener la capacidad productiva de la tierra.

No obstante, a las limitaciones anotadas, en la cuenca se practica actividad agrícola (de subsistencia) con una gran variedad de productos, donde sobresalen la papa (tanto papa dulce, *Solanum tuberosum*, como papa amarga, *Solanum andigenum* y *Solanum phureja*) y el maíz. Otros cultivos de importancia son: cebada, trigo, oca, papaliza, haba y tarwi. Además, se encuentran algunos cultivos con muy buenas cualidades nutritivas como: el cuime (*Amaranthus caudatus*), variedades de quinua (*Chenopodium quinua* y *Chenopodium nuttaliae*) y kañawa (*Chenopodium pallidicaule*). Estos cultivos están en torno a los cultivos de papa y maíz, en forma de cultivos asociados. El destino de la mayor parte de la producción es para el autoconsumo, aunque los excedentes son comercializados.

El ganado predominante en la cuenca es el ovino y caprino, y en menor proporción vacas, asnos y caballos utilizados que son usados como medio de transporte. Los vacunos son utilizados en yuntas como animales de tiro para la preparación de tierras y en la siembra. Debido a las pendientes pronunciadas y la falta de recursos económicos generalmente no se utiliza tractor. El peso vivo del ganado vacuno varía de 200 a 250

kg., hasta 500 kg. para los animales de tiro (bueyes), con un índice de producción y multiplicación bajo, debido a la deficiente disponibilidad de forraje en época de estiaje y a la elevada mortalidad (se estima de 25% en recién nacidos) por causa de enfermedades, parásitos y depredadores. (PDM, 2009)



Código	Categorías	Subcategorías	Área (ha)	Porcentaje
3	Uso agropecuario extensivo	Agrícola extensivo con cultivos anuales y perennes	2977	3
4	Uso agropecuario extensivo	Ganadero extensivo con ovinos y caprinos	46038	51
5	Uso agropecuario extensivo	Agropecuario extensivo con cultivos anuales ovinos, caprinos y vacunos	41885	46
<b>Total</b>			<b>90901</b>	<b>100</b>

## 2.3 MATERIALES

Con el propósito de lograr en forma eficiente los objetivos propuestos en el presente estudio, se recurrió al empleo de materiales, instrumentos, herramientas y otros que se detallan a continuación:

- Material de escritorio.
- Cámara fotográfica.
- Formularios para las entrevistas.
- Marcadores, cinta adhesiva, cartulinas y papelografos para la realización de los talleres participativos.
- Informes de tipo misceláneo de la zona de estudio.
- Mapas topográficos del IGM a escala 1:50000
- Imagen digital de satélite LANDSAT TM
- Sistemas de Información Geográfica
- Un receptor GPS
- Brújula, clinómetro, altímetro y libretas de campo.

## 2.4 METODOS

### 2.4.1 DIAGNOSTICO BIOFISICO

Es difícil hablar de pasos sucesivos para el estudio de manejo de cuencas, por tanto, no existe una receta única para este cometido y cada situación exige un proceso adaptado, en función a las peculiaridades del área de estudio. Sin embargo, debido a las características del trabajo se inició con el análisis de las características biofísicas de la cuenca que tengan incidencia de fenómenos que pudieran derivar en problemas.

Estos datos se obtuvieron de información de estudios técnicos realizados en la zona y mediante cálculos propios en otros casos, para luego constituir una matriz donde aparecen los valores morfológicos de la cuenca y su grado de incidencia en los factores ambientales de la cuenca. Una vez calificada cualitativamente entre filas y columnas, se

determino la sumatoria de impactos negativos y positivos, para cada caso, de esta manera identificar que característica biofísica de la cuenca tiene mayor impacto en la cuenca.

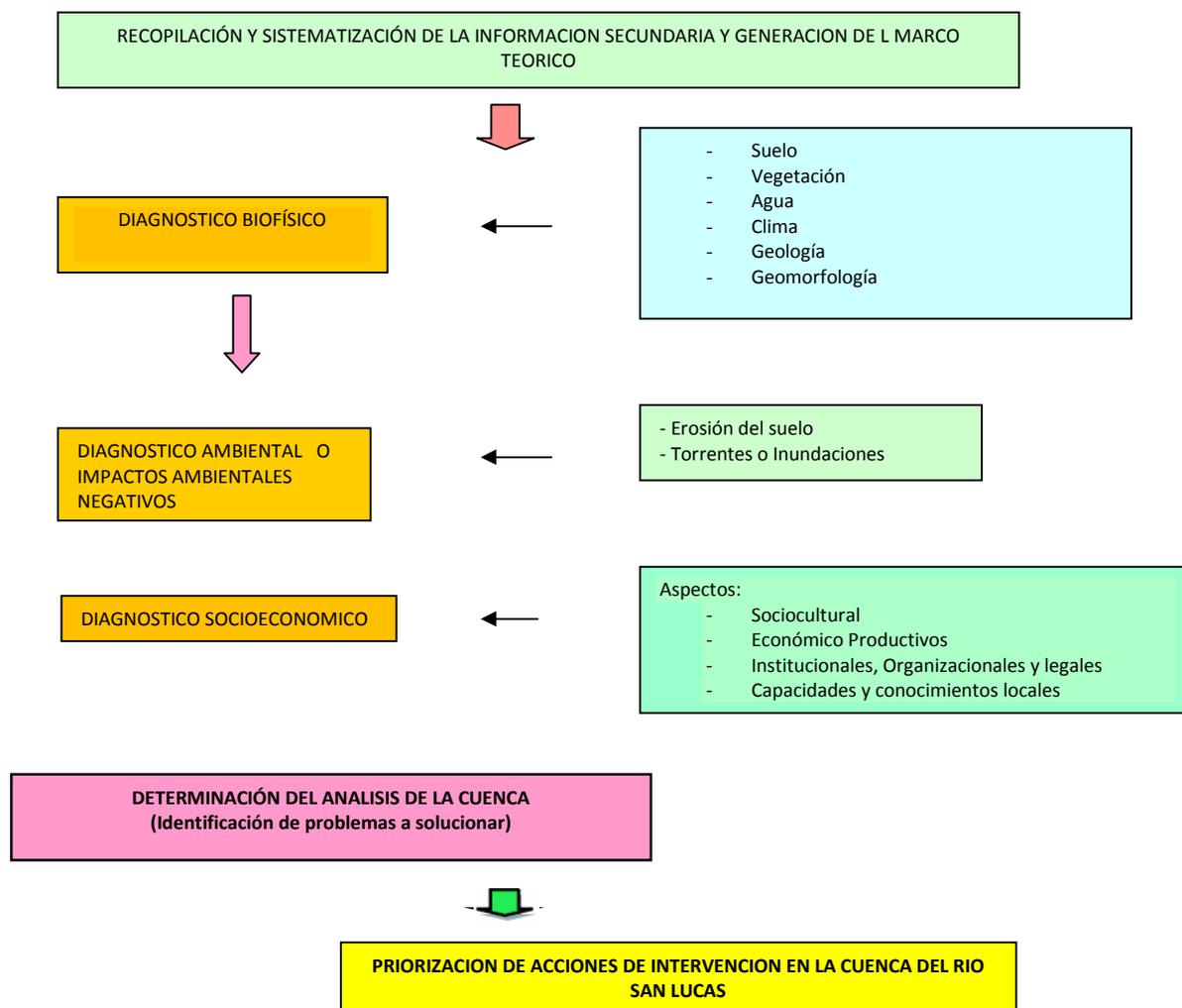


Grafico 2. Esquema metodológico de la investigación

En función a este esquema metodológico, el diagnostico biofísico de la cuenca se determinó empleando técnicas de percepción remota con su respectivo control de campo, los mismos que han servido para generar mapas temáticos y otra información necesaria para el análisis biofísico de la cuenca.

Para validar la interpretación, se hizo recorridos por el área de estudio tomando en cuenta las principales características del paisaje, de la cobertura vegetal y del uso actual de la tierra, además de las referencias topográficas de fácil identificación en el mapa y en la imagen. Estas observaciones fueron complementadas con entrevistas y conversaciones con los pobladores de la zona, siendo estos seleccionados cuidadosamente de acuerdo al nivel de referencia y conocimientos que tenían de la zona.

Para el diagnóstico ambiental, se tomó como base el deterioro de la vegetación, la erosión de los suelos y las inundaciones provocados por las crecidas del Río San Lucas, con esto se pretendía identificar los tipos de obras de control y conservación de los suelos y de la vegetación natural. Para este caso se combinaron los resultados obtenidos en la cartografía temática con los resultados del taller participativo efectuado con los pobladores de la cuenca.

#### **2.4.2 DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO**

Para la obtención del diagnóstico socioeconómico, se ha recurrido al método del Diagnóstico Rural Participativo (D.R.P.), como su nombre indica, es un método semiestructurado que tiene como finalidad promover a la participación activa y voluntaria de los comunarios, sin ninguna discriminación y como propósito fundamental fue conocer los aspectos socioeconómicos y biofísicos, enmarcados dentro los estudios de los recursos naturales. La metodología permite usar diferentes técnicas siendo flexible con otras técnicas de acuerdo a la situación social y cultural, facilitando una exploración completa de toda la información cualitativa y cuantitativa.

Para este cometido, se prosiguió con los siguientes pasos:

- Inicialmente, se coordinó con dirigentes y autoridades de las comunidades para organizar el taller participativo, con el objeto de informar sobre proceso los beneficios y los pasos metodológicos del DRP, luego se dio a conocer la importancia de la participación de los actores, además de obtener información básica para adjuntar a la elaboración del plan de Manejo, en estas reuniones se

motivó a la participación activa y voluntaria de la población en su conjunto.

- Los temas abordados en esta presentación previa fueron referidos a mostrar cuán importante es la conservación de los recursos naturales existentes en la cuenca. Por otra parte, despejar la susceptibilidad y la incertidumbre de la población comunal durante la obtención de información.
- Los participantes de las diferentes comunidades fueron organizados en grupos pequeños para generar información necesaria y específica por microcuencas.
- Se recopiló el listado de problemas con respecto a los recursos naturales con la participación mayoritaria de los comunarios y técnicos que trabajan en la zona, recabando información básica del área de estudio, información que debe ser incluido en la propuesta de Manejo de la Cuenca San Lucas, como parámetro de las acciones a ser propuestas.
- Se analizó también con los actores sociales, el sistema de producción agrícola y pecuaria de las comunidades ubicadas dentro la cuenca, tomando en cuenta las dificultades en la cría de animales.
- De acuerdo a la observación directa del entorno y a través de entrevistas, se analizó la información relacionado con los aspectos socioeconómicos; biofísicos y ambientales de la cuenca mediante recorridos en el campo.
- Se realizó visitas familiares en las que se entablaron conversaciones de su entorno, obteniendo información adicional de los grupos de trabajo.
- Luego de cada jornada, el equipo técnico que colaboró en esta tesis, se reunía para analizar la información obtenida y se elaboraba un listado de los elementos faltantes, a ser recabados en la jornada siguiente.
- Al finalizar el proceso de levantamiento de datos, se confeccionaron cuadros con la información obtenida para presentar en el Taller a los pobladores del área de estudio, con la finalidad de complementar y/o corregir algunos datos y apreciaciones del equipo de trabajo.

- Finalmente se presentó en reuniones posteriores las áreas priorizadas de intervención con las propuestas técnicas, sobre la base de las dificultades y problemas encontrados en la cuenca, para que entre todos se definan los criterios de priorización de acciones.

### 2.4.3 ANALISIS DE LA INFORMACION

Con el fin de tener una visión integral y de sistematización de la información recopilada se confeccionó una matriz FODA de doble entrada, de manera que horizontalmente se identificaron las fortalezas y debilidades del contexto interno, mientras que en sentido vertical se observó las oportunidades y amenazas como factores externos que inciden al interior de la cuenca.

Posteriormente, se jerarquizó y priorizó los problemas a través de la siguiente matriz:

		OPORTUNIDADES					AMENAZAS					Total	Puntaje
		O1	O2	O3	O4	O5	A1	A2	A3	A4	A5		
FORTALEZAS	F1												
	F2												
	F3												
	F4												
	F5												
DEBILIDADES	D1												
	D2												
	D3												
	D4												
	D5												
Total													
Puntaje													

Impactos

0 = Ninguno

3 = Mediano

1 = Muy débil

4 = Fuerte

2 = Débil

5 = Muy fuerte

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 DIAGNOSTICO BIOFISICO

##### 3.1.1 MORFOMETRIA DE LA CUENCA

El análisis de los valores que distinguen las cuencas, es muy importante, puesto que dos cuencas pueden tener igual superficie, pero podrían tener respuestas hidrológicas completamente diferentes en función de su forma y del material litológico que lo conforman, adicionados a la pendiente media, condicionará el tiempo de concentración, es decir, en conjunto los parámetros morfométricos de la cuenca controlan la velocidad con que el agua de lluvia llegue al cauce principal, cuando sigue su curso desde el origen hasta la desembocadura, consecuentemente tienen su impacto en el ambiente.

Cuadro 3. Consecuencias ambientales de los parámetros morfológicos de la cuenca del Río San Lucas

Morfometria de la cuenca	Valor	Consecuencia ambiental
Coefficiente de compacidad Factor forma	1.82 0.5	La cuenca tiene forma oval oblonga y según estos valores no presenta riesgos de desborde del cauce principal.
Curva hipsométrica Pendiente media	Cóncava 5%	La cuenca tiene valles angostos y cumbres escarpadas con litología impermeable, que adicionados a la pendiente, aumenta la velocidad del agua de lluvia que provoca erosión las terrazas angostas paralelas a los ríos.
Densidad de drenaje	68 km/km <sup>2</sup>	Este valor revela que el material litológico es resistente a la erosión hídrica, sin embargo, esto no significa que en la cuenca no haya erosión hídrica.

De acuerdo a estos indicadores morfométricos de la cuenca, no debiera presentar riesgos por desbordamiento del cauce principal, ya que la forma de la cuenca controla la velocidad con que el agua de la lluvia llega al cauce principal, sin embargo, debido al material geológico impermeable, combinado con la topografía accidentada y la escasa cobertura vegetal, aumenta la velocidad del agua de lluvias, que provoca desbordamiento y daño en las terrazas angostas donde se establecen los cultivos, que de por sí se constituye en una limitante del desarrollo rural y tiene su incidencia en el bienestar de los pobladores.

### **3.1.2 ESTADO ACTUAL DE LOS RECURSOS NATURALES**

El deterioro de los recursos naturales presentes en la Cuenca de San Lucas, muestran evidencias de estar relacionados con las actividades humanas y por algunas causas naturales. En este contexto, las actividades humanas alteran en gran medida las condiciones naturales del paisaje, siendo la erosión de los suelos los efectos más notables, asimismo, las malas prácticas agrícolas en terrenos con pendiente pronunciada y el aprovechamiento de la escasa cobertura vegetal, influyen en el desbordamiento de los afluentes por la rápida concentración aguas de lluvias de fuerte intensidad, problemas climáticos como granizadas, heladas y sequías, problemas de plagas y enfermedades que atacan a los cultivos, reflejan de manera resumida el estado actual de los recursos naturales.

En otras palabras, el aprovechamiento desmedido de los recursos naturales en la cuenca del Río San Lucas, está llevando a un proceso irreversible de degradación y desertización, siendo el sobrepastoreo un factor importante que se debe controlar, los recursos hídricos deben ser manejados adecuadamente y con consideración, cosechando el agua que se convierta en beneficio y no así en escorrentía que favorece a la erosión y al desbordamiento de las riveras de los cultivos. En resumen es de significar el efecto antrópico que con la extracción de leña y el sobrepastoreo que se practica, afecta en gran medida la cobertura vegetal que deja el suelo desnudo y desprovisto de vegetación protectora.

Otro problema identificado dentro de la cuenca del río San Lucas es la marcada estacionalidad de las lluvias, que ocasiona reducida disponibilidad de agua en época de estiaje, causando escasez y restricciones en el aprovechamiento del recurso agua. En cambio en la época de lluvias, con precipitaciones con fuertes intensidades, provoca crecidas extraordinarias de los ríos, originando pérdidas por inundaciones y otros desastres naturales, a su vez causan deterioro de las condiciones de vida y pérdida de los recursos naturales, estos debido a causas como son la expansión agrícola en áreas susceptibles a inundaciones, destrucción de la vegetación de los márgenes y cabeceras de ríos.

Los centros poblados, tienen deficiencias en el tratamiento de basuras, falta de tratamiento efectivo de aguas servidas contaminan los cursos de agua, como por ejemplo, las lagunas de oxidación pequeñas de la comunidad de San Lucas las cuales afectan directamente a las comunidades de aguas abajo, esta fuerte contaminación afecta a la salud de poblaciones que riegan o consumen estas aguas contaminadas.

## **3.2 DIAGNOSTICO SOCIOECONÓMICO**

### **3.2.1 ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN**

Debido al difícil acceso de la información generada en el censo 2012, se optó trabajar con datos del Plan de Desarrollo del Municipio de San Lucas, en donde se hace referencia que la cuenca del río San Lucas el año 2009, tenía una población de 5209 personas, distribuidas en 12 comunidades rurales, donde la comunidad de San Lucas tiene mayor población con un total de 730 habitantes y 105 familias, seguida en importancia de la comunidad de Quirpini con un total de 727 habitantes y 145 familias; también es importante hacer notar que las comunidades de Thiu pampa y Caichoca son la que tienen menor población con 21 familias cada una.

La población está constituida mayoritariamente por mujeres en todas las comunidades, en una relación 54 % de mujeres y 46 % hombres. Si efectuamos, la proyección de la población, mediante progresión geométrica  $P_f = P_o(1+i)^t$ , partiendo de una población inicial de 5209 personas, con una tasa de crecimiento de

1.20 %, en un tiempo de 11 años, se tendrá para el año 2020, una población de 5939 habitantes y si se toma en cuenta el promedio de 5.34 miembros por familia, se estima 1112 familias, lo que es elevado para la cuenca, si se consideran las limitantes económicas, que al mismo tiempo, vendría acompañada con necesidades de producir más y ejercer mayor presión a los recursos naturales en la cuenca. Sin embargo, no se consideran, las migraciones, teniendo en cuenta que la población joven migra a los centros poblados del país y del exterior. (PDM, 2009)

Cuadro 4. Estructura de la población en la cuenca del Río San Lucas

Comunidad	Totales		Total Habitantes	Nº de Familias
	Hombres	Mujeres		
Rodeo Cocha	210	316	526	105
Kümuni	230	305	535	107
Quirpini	342	385	727	145
Tambo Moko	287	306	593	119
San Lucas	350	380	730	146
Yapusiri	208	292	500	100
Querquewisi	282	267	549	110
Caichoca	49	54	103	21
Astola	150	183	333	55
La Palca	120	180	300	60
Thiu Pampa	53	54	107	21
Uruchini	95	111	206	41
TOTAL	2376	2833	5209	1030

### 3.2.2 PRINCIPALES SERVICIOS EN LA CUENCA

#### a) Educación

Las comunidades de la Cuenca del Río San Lucas, cuentan con servicios educativos, pero, la distribución no es equitativa, puesto que las distancias entre los asentamientos y las Unidades Educativas, son muy difíciles de precisar con exactitud, por la situación topográfica, en estas condiciones, los niños deben recorrer diariamente una hora en promedio para llegar a su respectiva escuela, mientras que otras escuelas se encuentran en las comunidades más pobladas con mejor equipamiento que las primeras.

Cuadro 5. Escuelas en comunidades de la Cuenca San Lucas (PDM, 2009).

Comunidad	Nombre del Nucleo	N° de Aulas	Nivel Escolar			
			Inicial 1°- 2°	Prim. 1°- 6°	Secun. 1° - 2°	Medio 3°- 6°
Rodeo Cocha	Rodeo Cocha	9	no	si	no	no
K"umuni	K"umuni	1	no	si	no	no
Quirpiri	Quirpiri	5	no	si	no	no
Tambo Moko	Tambo Moko	2	no	si	no	no
San Lucas	Rene Barrientos O	8	no	no	si	si
San Lucas	E. Avaroa	22	si	si	si	si
Yapusiri	Yapusiri	6	no	si	si	no
Querquewisi	Querquewisi	12	no	si	si	no
La Palca	La Palca	4	no	si	si	no
Astola	Astola	2	no	si	no	no
Tiupumpa	Tiupumpa	4	no	si	no	no
Uruchini	Uruchini	2	no	si	no	no

De acuerdo, al cuadro 5, extraído del Plan de Desarrollo Municipal, en la cuenca de San Lucas, existen dos colegios con nivel secundario, mientras que en la mayoría de las comunidades, la enseñanza es hasta el nivel primario (del 1° al 6°); sólo las comunidades de Querquewisi y La Palca tienen escuelas hasta el 2° de secundaria.

A pesar de estos centros educativos, en la cuenca existe un nivel de analfabetismo considerable debido a diferentes situaciones, ya sea por la lejanía de las escuelas o por falta de incentivos de padres a sus hijos para que asistan a la escuela. Esta situación se hace evidente por la población estudiantil que asiste a las escuelas y por el nivel de analfabetismo de la población adulta.

#### b) Salud

Dentro del área del proyecto existe un centro de Hospital ubicado en la Comunidad de San Lucas y un puesto de salud ubicado en la Comunidad de Uruchini y otro en la Comunidad de La Palca. En general, el servicio de salud es deficitaria, motivo por el cual la gente, cuando se trata de enfermedades que requiere internación, se trasladan a la ciudad de Sucre y Tarija.

Cuadro 6. Centros de salud ubicados en las comunidades de la cuenca (PDM, 2009)

Distrito	Nombre del Establecimiento	Infraestructura		Personal			Cobertura
		Calidad	Nº De Amb.	Médico	Lic. Enf.	Aux. Enf.	
San Lucas	Hospital San Lucas	Regular	23	6	2	3	Atiende a 6 Comunidades
Uruchuni	Puesto de Salud Buena Vista	Buena	3	0	0	1	Atiende a 6 Comunidades
Uruchuni	Puesto de salud Uruchini	Regular	2	0	0	1	Atiende a 2 Comunidades
San Lucas	Puesto de Salud La Palca	Regular	4	0	0	1	Atiende a 6 Comunidades

En la zona de acuerdo a su cosmovisión, se práctica también la medicina tradicional que es manejada por curanderos y parteras, que en la mayoría de los casos asisten alumbramientos, traumatismos, dolores de cabeza, asustaduras y lastimaduras.

### c) Otros servicios básicos

Algunos centros poblados cuentan con agua potable domiciliario, sin embargo las comunidades alejadas y familias dispersas no cuentan con este servicio, consumen el agua en forma directa de arroyos, vertientes y acequias que pasan cerca de sus casas.

La electricidad es otra necesidad grande e importante para los habitantes de la Cuenca del Río San Lucas, este servicio no beneficia a las viviendas más alejadas de los centros poblados. Los pobladores mencionan que este servicio es deficiente, puesto que existen muchos cortes provocando malestar en la población, asimismo los servicios de telefonía no abarcan toda la zona sobre todo a comunidades muy alejadas del centro poblado de San Lucas. Existen teléfonos públicos en lugares poblados y en estos últimos tiempos se cuenta con telefonía celular en la comunidad de San Lucas.

Otros servicios importantes es el servicio de transporte, que en la actualidad cuenta con caminos de orden secundario, que no cubre las comunidades alejadas, lo que impide muchas veces la extracción de los productos agrícolas. En resumen, para

viajar a las ciudades de Potosí, Sucre y Tarija, se debe trasladar a Padcoyo que se encuentra sobre una carretera interdepartamental.

### **3.2.3 ACTIVIDAD ECONOMICA EN LA CUENCA**

La principal actividad económica en la cuenca es agropecuaria, los agricultores propietarios con terrenos mayores a una hectárea, producen cultivos en mayor escala, donde los principales cultivos son papa, maíz, haba, cebada, trigo, ají, maní, producción de durazno, manzana, nuez, y otros frutales que se producen en menor escala, adicionalmente en zonas altas o zonas de pastoreo que se dan generalmente en los cerros se dedican a la ganadería extensiva de ganado menor. También los pobladores se dedican a la producción de mocochinchi (duraznos deshidratados) y a la elaboración de vinos y singanis artesanales. Otros pobladores, se encuentran dentro de una clase intermedia realizando las mismas actividades, con la diferencia de que venden su fuerza de trabajo para ayudarse con los ingresos económicos, debido a que el acceso a los terrenos y al ganado es más limitada. Por último, se puede detectar otro sector de la población más pobre, quienes presentan serias limitaciones en cuanto a disponibilidad de terrenos, obligándolos a vender su fuerza de trabajo y a migrar a otros sitios para buscar mejores condiciones de vida.

En cuanto a la ganadería se tiene ganado vacuno, ovino, caprino, porcino, caballar (mulas y burros) y aves de corral que forma parte del sustento económico y en algunos casos sus factores de producción tales es el caso del ganado vacuno y caballar que generalmente son utilizados en diferentes labores culturales y para carguío en caso de mulas y burros, Las aves son para la dieta alimentaría, sin embargo, algunas veces se destinan a la venta. De acuerdo a las entrevistas y recorridos por la cuenca, se deduce un promedio de animales que tiene cada familia de 2 – 8 vacas, 0 – 10 ovejas, 0-10 cabras, 1 – 2 burros, 0 – 1 mulas, 0 – 3 chanchos y 2 – 6 gallinas. (PDM, 2009)

El rol de los hombres y mujeres dentro las comunidades rurales son compartidas, donde la mujer asume un papel importante en las actividades agrícolas y ganaderas, ayudando al hombre, en algunos casos existen mujeres que son jefes de familia, contando con la responsabilidad de mantener la familia. La familia se constituye en la unidad

económica que dinamiza y sostiene la producción agropecuaria, tiene un papel importante tanto en lo económico, social, cultural, como organizativa, porque determinan las funciones (roles que desempeña cada miembro de la familia).

El hombre se encarga de los trabajos agrícolas, tomándose el trabajo de la mujer incluidos en el mismo los niños entre 9 a 15 años como un apoyo significativo. El rol de los varones, como en todas las comunidades rurales, es de atender y cultivar las tierras, realizar las labores culturales de las tierras desde el inicio en que se siembra hasta la cosecha del último producto cuidado de animales, etc. Los roles de las mujeres, son mayoritariamente domésticas y participa activamente en el proceso productivo, sin descuidar sus actividades en la casa.

Para analizar la tenencia de la tierra se consideró el derecho propietario, con el fin de relacionar con el acceso a este recurso. Para medir este indicador se tomó una muestra de 20 familias y se recurrió al cálculo del coeficiente de Gini, que permite comprender de qué manera se distribuye la tierra. El coeficiente Gini, es un número comprendido entre cero y uno que mide el grado de desigualdad en la distribución de tenencia en una sociedad determinada. El coeficiente registraría cero (0 = desigualdad mínima) para una sociedad en la que cada miembro tendría exactamente la misma oportunidad de acceso a la tierra y registraría un coeficiente de uno (1 = desigualdad máxima) si la tierra sería de un solo propietario y el resto no tendría nada.

Cuadro 7. Cálculo del índice de Gini para medir la distribución de la tierra en las Comunidades de la cuenca del río San Lucas

Has.	$X_i$	$n_i$	$n_i$	$p_i$	$X_i * n_i$	$X_i * n_i$	$q_i$	$p_i - q_i$	$p_i$	$(p_i - q_i)$
< 1	0,5	13	13	65,0	6,5	6,5	24,1	40,93	65,0	40,9
1 - 2	1,5	3	16	80,0	4,5	11	40,7	39,26	145,0	80,2
2 - 3	2,5	1	17	85,0	2,5	13,5	50,0	35,00	230,0	115,2
3 - 4	3,5	1	18	90,0	3,5	17	63,0	27,04	320,0	142,2
4 - 5	4,5	0	18	90,0	0	17	63,0	27,04	410,0	169,3
> 5	5	2	20	100,0	10	27	100,0	0,00	510,0	169,3
		20			27			169,3		

Con estos datos, se determinó el nivel de concentración de la distribución de frecuencia aplicando la siguiente fórmula:

$$IG = \frac{\Delta(pi - qi)}{\Delta pi}$$

En donde,  $pi$  mide el porcentaje de individuos de la muestra que representan un valor igual o inferior al de  $xi$ ; ( $i$  toma valores entre  $n$  y  $n-1$ ). En virtud a esta consideración, aplicando la relación el índice de Gini se obtiene:

$$IG = \frac{169.3}{510} = 0.332$$

El valor del coeficiente de Gini, está más cerca a cero, por tanto, no existe desigualdad en la tenencia de la tierra, demostrando que únicamente el 10% de las familias que constituyen la muestra, poseen propiedades con superficies mayores a 5 ha, mientras que la mayoría cuenta con un promedio menor a una hectárea.

### 3.3 DIAGNOSTICO INTEGRAL DE LA CUENCA

La cuenca del Río San Lucas, tiene una geomorfología accidentada con pendientes altas, escasa cobertura vegetal, material parental muy deleznable, con procesos erosivos intensos y régimen hídrico muy localizado, que requieren intervenciones orientados a la contención de sedimentos y restauración hidrológica forestal para el control de crecidas y protección de los terrenos agrícolas ubicados en las riveras de los ríos.

Enfatizando en la demanda del recurso agua para consumo humano, uso pecuario y agrícola, es de vital importancia conservar los afluyentes y vertientes de agua para encarar planes de manejo de cuencas hidrográficas de manera integral a fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la cuenca. Por esta razón, existe una demanda de acciones que ayuden a mejorar el aprovechamiento y almacenamiento del agua en el subsuelo mediante, muros de contención, forestación, atajados, construcción de zanjas de infiltración, orientados a controlar la erosión de los suelos, mejorar la infiltración y detención de aguas de lluvia, además de proteger las riveras con gaviones y mejorar la captación de agua de riego con galerías filtrantes.

Cuadro 8. Análisis integral de los problemas para identificar áreas de intervención en la cuenca de San Lucas.

Recursos	Comp. Morfométrico y biofísico de la cuenca	Componente Socioeconómico	Componente Ambiental
Suelo	Material geológico deleznable, montañoso con pendientes fuertes. Suelos jóvenes con baja fertilidad. La red de drenaje y la geomorfología favorecen a las riadas.	Bajo nivel educativo y evidente pobreza, con excesiva parcelación (minifundio). Ausencia de asistencia técnica en temas de conservación de suelos.	Suelos descubiertos con escasa cobertura vegetal y en épocas de lluvias se producen erosión. Las riadas provocan crecidas en las quebradas causando pérdidas en los terrenos agrícolas.
Agua	Por su posición topográfica y baja precipitación la cuenca es considerada seca y con escasas fuentes de agua.	Carencia de infraestructura para retención y tomas de agua para riego. Escasez de agua para consumo humano y pecuario en estiaje. Las comunidades alejadas carecen de agua potable.	Contaminación del río San Lucas por aguas servidas en poblaciones grandes.
Vegetación natural	La cuenca está cubierta de matorral xeromórfico semideciduo montano.	La población no practica repoblamiento de la cobertura forestal. La fuente de combustible para la cocina es la leña en la mayoría de las comunidades.	La escasa cobertura vegetal está deteriorada por la extracción de leña y sobrepastoreo, ocasionando pérdida de la biodiversidad.
Agrícola	Las condiciones climáticas favorecen a la presencia de heladas y granizadas. La cuenca tiene escasas tierras con aptitud agrícola mecanizada.	Bajos rendimientos en la producción agrícola por falta de asesoramiento técnico Agricultura de subsistencia. No hay diversificación de la producción agrícola.	Elevado ataque de plagas y enfermedades a los cultivos. No hay control en el uso de agroquímicos.
Pecuaria	La cuenca ofrece poca disponibilidad de forraje para el ganado	Poca diversificación de especies forrajeras Carencia de campañas sanitarias y de mejoramiento del ganado.	La sobrecarga animal deteriora la vegetación natural.

En cuanto a aspectos económicos productivos de la cuenca, el nivel de pobreza, el minifundio, poca diversificación de la producción agrícola y la escasa disponibilidad de áreas de cultivo, limitan intervenciones de magnitud. Para efectos de análisis integral de la cuenca, se considera los aspectos biofísicos de la cuenca, la morfometría de la cuenca, los aspectos socioeconómicos, productivos y otros aspectos que inciden en el comportamiento de la cuenca.

### **3.4 PRIORIZACION DE PROBLEMAS**

#### **3.4.1 ANALISIS FODA**

Los pobladores de las comunidades de la cuenca del Río San Lucas, en los talleres participativos hay identificado una serie de problemas que van desde el orden estrictamente económico hasta aspectos ambientales y de conservación de los recursos naturales. Siendo uno de los problemas más sobresalientes, la precaria calidad de vida de sus pobladores, que se evidencia por la deficiente y/o ausencia de servicios básicos en las comunidades, alejadas del centro poblado de San Lucas. Por tanto, una de las debilidades más significativas para el desarrollo de la comunidad y el acceso a una mejor calidad de vida en la población, es la pobreza a la cual se encuentran sujetas las familias de la cuenca. La falta de proyectos e iniciativas para solucionar, por ejemplo, el mejoramiento de las viviendas, el problema de riego permanente, minifundio y tenencia de la tierra, son aspectos que se deben tomar en cuenta para mejorar e incrementar la producción agrícola y pecuaria, que son su fuente principal de ingresos.

Otro aspecto a considerar es el analfabetismo, situación que se refleja en el bajo nivel educativo de los pobladores, de ello, surge la necesidad de implementar una educación con más oportunidades de capacitación, para evitar la deserción escolar. También en el taller identificaron como problema a la capacitación sobre el uso adecuado de los recursos naturales, que permita incrementar las condiciones favorables en la calidad de vida y al mismo tiempo, generen ingresos económicos adicionales a la agricultura y la producción pecuaria, porque en las condiciones

actuales, la presión a los recursos naturales está mostrando una clara evidencia de deterioro y desequilibrio ambiental.

Cuadro 9. Matriz FODA con principales limitantes y fortalezas de la Cuenca

Impactos		Oportunidades				Amenazas				Total impactos	
		1	2	3	4	1	2	3	4		
0	Ninguno	Los jóvenes tienen oportunidad de acceder a la universidad y centros de formación técnica de Tarija y Sucre Las políticas de desarrollo nacional y regional, apoyan al desarrollo de las comunidades rurales La cuenca por sus parajes escénicos podría incursionar al ecoturismo La producción de papa, tiene mercado asegurado a nivel regional y nacional	2	1	2	2	3	1	3	3	17
1	Muy débil										
2	Débil										
3	Mediano										
4	Fuerte										
5	Muy Fuerte										
<b>Fortalezas</b>	1	Los pobladores de la zona poseen rico conocimiento tradicional de prácticas agrícolas sostenibles	2	1	2	2	3	1	3	3	17
	2	Existen personas en edad de trabajo que garantizan la mano de obra para labores agropecuarias	4	4	3	2	3	2	2	2	22
	3	La comunidad está organizada para ser representados ante autoridades departamentales	2	4	3	4	2	2	2	2	21
	4	La comunidades de la cuenca acceden a mercados de Tarija, Potosí y Sucre por una red troncal de primer orden	4	3	5	4	2	2	1	3	24
<b>Debilidades</b>	1	La ausencia de sistemas de riego a nivel de minifundio, limita la producción y el rendimiento de los cultivos	4	5	2	4	3	2	4	2	26
	2	Los suelos de la zona son superficiales y de escasa fertilidad, por ello son susceptibles a la erosión y degradación	4	3	2	2	4	2	2	4	23
	3	La comunidad no recibe apoyo técnico en manejo sostenible de recursos naturales.	4	4	4	3	4	2	4	4	29
	4	Bajo nivel educativo de los pobladores	4	5	3	2	2	2	2	2	22
<b>Total impactos</b>		<b>28</b>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>22</b>		

A esto, se incluyen limitaciones particulares, que se constituyen en factores negativos para su desarrollo, como ser: falta de terrenos aptos para la agricultura y en algunos casos, el manejo inadecuado que se practica en las parcelas agrícolas, ocasionado una disminución de su capacidad productiva, a esto se suma el minifundio que existe en toda la zona, donde mayoritariamente se realiza agricultura de subsistencia, esto, disminuye la capacidad de ser competitivos en el mercado.

Otra limitación identificada en la mayoría de las comunidades de la cuenca, se refiere a la falta sistemas de riego, que permita modificar el calendario agrícola, con esto se incrementaría la producción y se diversificaría la producción, evitando inclusive la migración campo ciudad.

La falta de conocimientos por parte de los pobladores, para el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales, se constituye también en una limitante dentro el desarrollo rural, de manera que es importante proponer proyectos e iniciativas que ayuden a mejorar e incrementar el buen uso y explotación de los recursos existentes en la zona, de manera que les permita mejorar la calidad de vida conservando su entorno natural.

Lo anteriormente mencionado queda demostrado en el análisis FODA efectuado por los propios pobladores en los talleres participativos, como una amenaza reiterada, la presencia de heladas y prolongadas sequías que condicionan el calendario agrícola. Por otro lado, la debilidad que limita el desarrollo, es el bajo nivel de vida de las familias de la comunidad, por falta de proyectos e iniciativas para solucionar sus necesidades, por ejemplo, proyectos de riego deben ser considerados prioritarios para mejorar e incrementar la producción agrícola y pecuaria, que al mismo tiempo, se constituirían en la fuente principal de ingresos. También se debe tomar en cuenta, la problemática de capacitación sobre el uso adecuado de los recursos naturales, que permita incrementar las condiciones favorables en la calidad de vida, que les signifique al mismo tiempo, generar ingresos económicos adicionales, porque en la condiciones actuales, la presión a los recursos naturales es elevada, mostrando claras evidencias de deterioro y desequilibrio ambiental

Con estos insumos de manera consensuada se sistematizaron los problemas de mayor incidencia en la cuenca, habiéndose priorizado los siguientes:

Cuadro 10. Sistematización de problemas priorizados por los pobladores de la cuenca San Lucas.

Nº	PROBLEMAS
1	Ausencia de sistemas de riego, incide en la baja producción de los cultivos.
2	Ausencia de asistencia técnica en temas agropecuarios y de manejo de recursos naturales.
3	La vegetación natural está deteriorado por la extracción de leña y sobrepastoreo
4	Poca disponibilidad de forraje para el ganado
5	Erosión y pérdida de fertilidad de los suelos por aprovechamiento inadecuado.
6	Elevado ataque de plagas y enfermedades a los cultivos.
7	Terrenos pequeños para labores agrícolas y existe minifundio sin saneamiento de tierras
8	Ausencia de proyectos de impacto para encarar el desarrollo rural
9	Deficientes servicios de salud y electrificación rural
10	Bajo nivel educativo de la población.

Fuente: Taller participativo, 2009

### 3.4.2 CRITERIOS DE INTERVENCION EN LA CUENCA

Para efectos de este trabajo, se entiende por priorización de acciones, al mecanismo mediante el cual los actores de la cuenca, de manera participativa definen y aplican algunos criterios para establecer el orden de prioridades, la solución de los problemas identificados. En este sentido, en el Taller de presentación de la información recolectada y de los problemas identificados en el diagnóstico, se priorizaron las intervenciones que se deben hacer para satisfacer las principales necesidades de los pobladores de la cuenca.

Inicialmente en este evento, se hizo un listado de acciones y alternativas de solución de problemas que posteriormente se podrían traducir en proyectos priorizados, de modo que sea un instrumento para implementar el Plan de Manejo Integral y fortalecer la gestión de la cuenca identificando áreas prioritarias de intervención, tomando en cuenta el manejo y conservación de suelos; control hidráulico de torrentes, capacitación y asistencia técnica; todo esto, para elevar el potencial productivo de la zona y disminuir el deterioro ambiental actual, bajo criterios de aprovechamiento sostenible, a partir de medidas de intervención que sean viables en su implementación, aceptados por los comunarios y que además económicamente favorezcan a elevar el nivel de vida de los pobladores de la cuenca.

Seguidamente, se definieron los criterios de priorización a las ideas de solución a los problemas presentados en el cuadro 10, otorgando un puntaje a cada uno de los criterios consensuados, quedando los puntajes de la siguiente manera:

**Criterio 1: La propuesta se relaciona con los objetivos del Plan de desarrollo del Municipio de San Lucas**

- Tiene relación 4 puntos
- Se relaciona indirectamente 2 puntos
- Tiene poca relación 1 punto
- No tiene relación 0 puntos

**Criterio 2: Población de la cuenca que se beneficia con la propuesta**

- Entre 70 – 100% 3 puntos
- Entre 70 – 40% 2 puntos
- Menos del 40% 1 punto

**Criterio 3: Efectos positivos en la economía de los pobladores de la cuenca**

- Efecto positivo inmediato 3 puntos
- Efecto a largo plazo 2 puntos

- No producen ningún efecto 0 puntos

Criterio 4: Viabilidad económica y financiamiento del proyecto

- Existen recursos económicos en la región 3 puntos
- Posibilidad de financiamiento nacional 2 puntos
- Realizable a largo plazo 1 punto

Criterio 5: Inclusión y compromiso de los pobladores de dar continuidad a las acciones de intervención

- Se garantiza la continuidad y mantenimiento 3 puntos
- Asumen parcialmente su continuidad 2 puntos
- No hacen mantenimiento pero hacen uso 1 punto
- No asumen ningún compromiso 0 puntos

De esta manera el equipo interdisciplinario, planteó alternativas de solución a los problemas priorizados y esta lista fue enriquecida con los aportes del taller cuando se les planteó que identifiquen las posibles soluciones, habiéndose sistematizado en las siguientes ideas de acciones:

- Fortalecimiento de las organizaciones sociales del lugar
- Mantenimiento y ampliación de los sistemas de riego
- Dotación de luz y agua potable a todas las comunidades de la cuenca
- Mejoramiento de los caminos vecinales
- Asistencia técnica para mejorar la producción agrícola y pecuaria
- Plantaciones forestales para mejorar el medio ambiente
- Implementación de obras de conservación y recuperación de suelos
- Medidas para proteger el medio ambiente y contaminación del río
- Capacitación a los agricultores en el uso de plaguicidas.

Cuadro 11: Matriz de criterios y puntajes para la priorización de acciones

Acción	Criterios					Total
	Relación con PDM	Beneficiarios	Efectos positivos	Viabilidad económica	Inclusión y compromiso	
Fortalecimiento de las organizaciones sociales del lugar	1	1	1	1	0	4
Mantenimiento y ampliación de los sistemas de riego	4	3	3	3	3	16
Dotación de luz y agua potable a todas las comunidades de la cuenca	2	2	2	2	1	9
Mejoramiento de los caminos vecinales	2	1	2	2	1	8
Asistencia técnica para mejorar la producción agrícola y pecuaria	4	3	3	3	1	14
Plantaciones forestales para mejorar el medio ambiente	4	2	2	3	2	13
Implementación de obras de conservación y recuperación de suelos	4	2	2	3	2	13
Medidas para proteger el medio ambiente y contaminación del río	2	3	2	2	1	10
Capacitación a los agricultores en el uso de plaguicidas.	2	3	3	3	1	12

Luego de esta actividad, la acción denominada “Mantenimiento y ampliación de los sistemas de riego”, ha resultado priorizada ya que tiene un efecto multiplicador en el mejoramiento de la producción agrícola y en el mejoramiento del nivel de ingresos de los agricultores, acción que está íntimamente relacionada con la siguiente acción priorizada que es “asistencia técnica para mejorar la producción agrícola y pecuaria”, en cambio, acciones de “fortalecimiento de las organizaciones sociales del lugar y mejoramiento de los caminos vecinales” han recibido poco puntaje para ser considerados prioritarios.

Una vez, priorizadas las acciones de intervención, como aporte de la presente tesis, se proponen los posibles proyectos que podrían ser considerados en el Plan de manejo Integral de la Cuenca de San Lucas.

### a) Fortalecimiento de las actividades agropecuarias

Objetivo	Zona de intervención
Las intervenciones de carácter prioritario deben estar orientadas a mejorar la calidad de vida de los pobladores de la cuenca del Río San Lucas a través del fortalecimiento de las actividades agropecuarias.	En las 12 comunidades de la Cuenca del Río San Lucas.
Objetivo estratégico	Estrategias
Incrementar la producción de los productos agrícolas y pecuarios en las comunidades que conforman la cuenca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Incorporación de abonos orgánicos.</li> <li>– Diversificación de la producción agrícola.</li> <li>– Uso de semillas certificadas</li> <li>– Mejoramiento genético en el ganado caprino y ovino</li> <li>– Gestionar campañas de sanidad animal para todas las especies existentes en la cuenca.</li> <li>– Implementar cerramientos con siembra de pastos para disponer de forraje para animales.</li> </ul>
Desarrollar programas de capacitación a los productores, en el manejo agropecuario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Implementación de programas de capacitación agropecuaria y productiva.</li> <li>– Formación de promotores en el tema agropecuario</li> <li>– Construcción de centros de capacitación campesina en las 12 comunidades de la cuenca.</li> </ul>
Introducción de prácticas productivas de bajo insumo y alta rentabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Uso de prácticas agroecológicas en parcelas demostrativas.</li> <li>– Siembra de cultivos asociados con alto rendimiento demostrado.</li> <li>– Aplicación de sistemas agroforestales.</li> </ul>

## b) Implementación de sistemas de riego

Objetivo	Zona de intervención
Implementar infraestructura de riego (presas, atajados y galerías filtrantes), para tener un impacto positivo en la producción agrícola y en el consumo humano	En comunidades priorizadas en función a la priorización de sus necesidades (Afluente San Lucas, Uruchini, Tiupumpa, La Palca, Kumuni, Quirpini)
Objetivo estratégico	Estrategias
Implementar sistemas de cosecha de aguas, sistemas de riego y prácticas de manejo del recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Construcción de atajados y pequeñas represas de tierra, zanjas de infiltración.</li> <li>– Búsqueda de nuevas fuentes de agua para riego y agua potable</li> </ul>
Incorporar nuevos sistemas de riego para optimizar el uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Uso de riego por goteo en frutales.</li> <li>– Introducción de frutales rentables resistentes a la sequía.</li> </ul>
Construcción de diques de sedimentación con muros de piedra para control hidráulico de torrentes y cauces.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identificar a lo largo del cauce del río, las zonas para la construcción de obras de control de torrentes y disipadores de energía.</li> <li>– Construir gaviones en las riveras, complementados con plantaciones forestales para proteger áreas de cultivo.</li> </ul>

### c) Manejo de los recursos naturales

Objetivo	Zona de intervención
Manejar los recursos naturales bajo principios de sostenibilidad ambiental.	En las 12 comunidades de la Cuenca del Río San Lucas.
Objetivo estratégico	Estrategias
Restaurar las áreas afectadas por la erosión y por acciones antrópicas, empleando programas de repoblamiento forestal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Establecer viveros forestales y frutícolas en la mayoría de las comunidades.</li> <li>– Implementar plantaciones forestales con fines de conservación y protección de suelos y producción de leña.</li> <li>– Implementar barreras vivas y cortinas rompevientos en los terrenos agrícolas.</li> <li>– Gestionar ante el municipio de San Lucas para encarar obras de lucha contra la erosión de suelos.</li> <li>– Determinación de carga animal adecuado para la cobertura vegetal existente.</li> </ul>
Proponer la incorporación de educación ambiental en el nivel escolar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Capacitar a los profesores en educación ambiental.</li> <li>– Conseguir material didáctico para reforzar la educación ambiental en las escuelas de la cuenca.</li> </ul>
Promover la realización de ferias educativas en temas ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Incentivar desde el municipio para que los alumnos participen en ferias educativas de conservación ambiental.</li> </ul>

## CAPITULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

La vegetación natural de la cuenca del río San Lucas, presenta una evidente alteración ocasionada por el hombre como consecuencia de la extracción de leña y el pastoreo extensivo de cabras y ovejas, en otras palabras, el pastoreo extensivo sin control, está provocando el deterioro de los campos naturales de pastoreo; ya que los animales al no encontrar suficiente forraje para satisfacer sus necesidades, eliminan las especies mas palatables, dejando los campos con escasa cobertura vegetal, y a la vez ayuda a los factores erosivos de los suelos.

El uso actual del suelo en la cuenca del Río San Lucas, se clasifica como uso agropecuario extensivo, con tres subcategorías: uso agrícola de cultivos anuales y perennes; uso ganadero extensivo con ovinos y caprinos y el uso agropecuario extensivo con asociación de cultivos anuales y ganado menor, donde la actividad agrícola ocupa apenas el 3 % de la superficie y el resto de la cuenca está destinada al pastoreo extensivo.

Según los parámetros morfométricos de la cuenca, no debiera presentar riesgo de desbordamiento del cauce principal, ya que la forma de la cuenca controla la velocidad con que el agua de la lluvia llega al cauce principal, sin embargo, debido al material geológico impermeable, combinado con la topografía accidentada y la escasa cobertura vegetal, aumenta la velocidad del agua de lluvias, que provoca desbordamiento y daño en las terrazas angostas donde se establecen los cultivos y tiene su incidencia negativa en el bienestar de los pobladores.

El diagnóstico socioeconómico, indica que la cuenca del Río San Lucas esta constituida por una población de 5209 personas, distribuidas en 12 comunidades rurales, con una importante cantidad de población económicamente activa compuesta mayoritariamente por gente joven, pero al mismo tiempo, la pobreza se hace evidente,

por los ingresos bajos, bajo nivel de vida y escasa preparación educativa que se manifiesta en el elevado índice de analfabetismo de la población adulta.

La principal actividad productiva en la cuenca, es agropecuaria, de la cual depende la subsistencia y sus fuentes de ingreso para las familias. Los ingresos de los productos son muy bajos por la baja rentabilidad de la producción agrícola. Es conveniente hacer notar otra parte de la población más pobre, quienes presentan serias limitaciones en cuanto a disponibilidad de terrenos, que les obliga a vender su fuerza de trabajo en la zona, o a migrar a centros urbanos para buscar mejores condiciones de vida.

Los problemas ambientales presentes en la Cuenca del Río San Lucas, son variados y están relacionados con las actividades humanas y por causas naturales, donde el aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales provoca pérdidas de suelo por erosión hídrica y eólica, la escasa cobertura vegetal sufre una fuerte presión como proveedora de leña, el sobrepastoreo y ausencia de programas de reforestación son actividades que están llevando a un proceso irreversible de degradación y desertización del medio natural de la cuenca.

Otro aspecto de carácter ambiental identificado en la cuenca del Río San Lucas, es la marcada estacionalidad de las lluvias, que ocasiona reducida disponibilidad de agua en época de estiaje, causando escasez y restricciones en el aprovechamiento del recurso agua. Los ríos cercanos a centros poblados, presentan problemas de contaminación por falta de tratamiento efectivo de aguas servidas y basuras que vierten directamente a los cursos de agua.

Los pobladores de las comunidades de la cuenca del Río San Lucas, en los talleres participativos hay identificado una serie de problemas que van desde el orden estrictamente económico hasta aspectos ambientales, ya que la zona carece de proyectos para solucionar, el problema de riego permanente y capacitación de los agricultores, son aspectos que limitan el mejoramiento e incremento de la producción agrícola y pecuaria.

A través del análisis integral de la cuenca se determinó las acciones de intervención tomando en cuenta el manejo y conservación de suelos; manejo agrosilvopastoril, control hidráulico de torrentes, capacitación y asistencia técnica; fortalecimiento de la producción agropecuaria, para elevar el potencial productivo y disminuir el deterioro ambiental actual.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

La información generada en el presente estudio debe ser usada para realizar la gestión y elaborar el Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Río San Lucas, considerando los aspectos biofísicos, socioeconómicos y ambientales para disminuir el deterioro ambiental actual, a partir de medidas de intervención que sean viables en su implementación y además favorezcan a elevar el nivel de vida de los pobladores de la cuenca.

Las entidades de desarrollo rural, como el municipio de San Lucas y la Gobernación del Departamento de Chuquisaca, deben tomar en cuenta las propuestas de solución a los problemas identificados en la cuenca de San Lucas, en función a las siguientes acciones priorizadas:

- Incrementar la producción de los productos agrícolas y pecuarios en la cuenca.
- Desarrollar programas de capacitación a los productores, en el manejo agropecuario.
- Incorporar prácticas productivas de bajo insumo y alta rentabilidad.
- Implementar sistemas de cosecha de aguas, sistemas de riego y prácticas de manejo del recurso hídrico.
- Incorporar nuevos sistemas de riego para optimizar el uso del agua.
- Construir diques de sedimentación con muros de piedra para control hidráulico de torrentes y cauces.

- Restaurar las áreas afectadas por la erosión y por las acciones antrópicas, empleando programas de repoblamiento forestal.
- Incorporar programas de educación ambiental en el nivel escolar, en las escuelas localizadas dentro la cuenca, como parte del plan de manejo de cuencas hidrográficas.

