



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN

**CONSULTORIA:
PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO,
ESTUDIO DE CASO CUENCA DEL RÍO ARENAL, CON EL FIN
DE LOGRAR LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA**



**Producto N°. 6
Informe final**

Presentado por:

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**



Cartago, Turrialba, 25 agosto 2016

EQUIPO TÉCNICO:

Jorge Faustino Manco, Ph.D.

*Manejo de cuencas, hidrología y recursos naturales
Coordinador de la firma consultora CATIE*

Gabriela Chaves Soto, MSc.

Geografía, ordenamiento territorial, aspectos sociales y manejo de cuencas

Manuel Gómez Flores, MSc.

Economía de recursos naturales, planificación forestal y gestión financiera

Edgar Brenes Romero, Lic.

Asistente administrativo

Cris Molina Cubillo

Apoyo administrativo

Fiscalizadora técnica

*Dahiana Valverde Porras, Unidad Coordinadora del Proyecto Fortalecimiento del Turismo Sostenible en Áreas Silvestres Protegidas.
Sistema Nacional de Áreas de Conservación- SINAC*

Comisión de seguimiento

*Albert Lopez Valenciano, Coordinador de Turismo del ACAHN SINAC.
Marco Torres Benavides, Coordinador de Recurso Hídrico del ACAHN SINAC.
Carlos Andrei Salas Ramírez, Geógrafo de la Unidad de Gestión Ambiental de la Municipalidad de San Carlos.*

Agradecimientos

Grupo de estudiantes de Licenciatura de la Escuela de Geografía de la Universidad Nacional, curso análisis y planificación de cuencas, I Ciclo 2016.

TABLA DE CONTENIDO

1.	Generalidades.....	6
1.1.	Introducción.....	6
1.2.	Localización del área de estudio.....	7
2.	PRODUCTO 1: Plan de trabajo.....	8
2.1.	Metodología general.....	8
2.2.	Productos esperados y alcances.....	11
3.	PRODUCTO 2: Recopilación de información.....	13
3.2.	Información utilizada.....	13
3.2.1.	Cantidad y calidad de información utilizada.....	13
4.	PRODUCTO 3. Diagnóstico.....	18
4.1.	Metodología para caracterización y diagnóstico.....	18
4.2.	Principales resultados.....	20
4.2.1.	Caracterización.....	20
4.2.2.	Diagnóstico.....	32
4.2.3.	Zonificación.....	44
4.3.	Hallazgos.....	45
5.	Producto 4-a. Plan de gestión integrada de recurso hídrico.....	48
5.1.	Metodología.....	48
5.2.	Principales resultados.....	48
5.2.1.	Visión, misión y horizonte del plan.....	49
5.2.2.	Objetivos del plan.....	49
5.2.3.	Estructura del plan.....	49
5.2.4.	Programas y proyectos.....	50
5.2.5.	Costos y beneficios.....	51
5.2.6.	Factibilidad.....	53
5.2.7.	Financiamiento.....	54
5.2.8.	Organización para la ejecución.....	56
5.3.	Hallazgos.....	56
5.4.	Recomendaciones.....	57
6.	Producto 4-b. Plan de acción.....	58
6.1.	Metodología.....	58
6.2.	Principales resultados.....	58
6.2.1.	Perfiles de proyectos.....	58
6.2.2.	Financiamiento del plan de acción.....	61
6.2.3.	Organización para la ejecución del plan de acción.....	62
6.2.4.	Cronograma de ejecución del plan de acción.....	63
7.	Producto 4-c. Estrategia de trabajo municipal.....	64
7.1.	Visión, misión, valores y metas.....	64
7.2.	Objetivos.....	64
7.3.	Hallazgos.....	66
7.4.	Recomendaciones.....	66
8.	Producto 5. Matriz de indicadores para el seguimiento y monitoreo.....	67
8.1.	Metodología.....	67
8.2.	Monitoreo y evaluación.....	68
8.3.	Hallazgos.....	73
8.4.	Recomendaciones.....	73
9.	Bibliografía.....	75

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema metodológico utilizado para la obtención de los productos esperados....	10
Figura 2. Esquema metodológico para la elaboración del producto 2.....	13
Figura 3. Esquema metodológico para realizar el diagnóstico	20
Figura 4. Esquema metodológico para elaborar el plan de gestión	48
Figura 5. Esquema de la estructura del plan de gestión	50
Figura 6. Esquema metodológico para el plan de acción	58
Figura 7. Esquema de estrategia municipal.....	65
Figura 8. Camino al impacto del PGIRH	67
Figura 9. Esquema conceptual para la organización del monitoreo.....	68

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Productos esperados de la consultoría.....	11
Cuadro 2. Cronograma de productos entregados en la consultoría.....	12
Cuadro 3. Nombre y áreas de las microcuencas dentro de la subcuenca del río Arenal	21
Cuadro 4. Precipitación mensual y total en estaciones en la subcuenca del río Arenal.....	22
Cuadro 5. Temperaturas promedio mensuales, estaciones subcuenca del río Arenal.....	23
Cuadro 6. Caudales estimados en la subcuenca del río Arenal	23
Cuadro 7. Distribución en área y porcentual de la capacidad de uso del suelo.....	24
Cuadro 8. Distribución en área y porcentual de la cobertura del suelo de la subcuenca del río Arenal	25
Cuadro 9. Cantidad de personas ubicadas en la subcuenca del río Arenal, que cuentan con seguro social.....	27
Cuadro 10. Indicadores de población económicamente activa, ocupación y desempleo en los distritos involucrados en la subcuenca del río Arenal	30
Cuadro 11. Población ocupada por sectores económicos, en los distritos involucrados en la subcuenca del río Arenal	31
Cuadro 12. Erosión media por microcuenca y lámina de pérdida de suelos	33
Cuadro 13. Áreas en conflicto del uso del suelo en la subcuenca del río Arenal	34
Cuadro 14. Caudales estimados en la subcuenca del río Arenal	35
Cuadro 15. Tipo de uso de los caudales concesionados.....	36
Cuadro 16. Temas para posibles proyectos identificados en procesos participativos.....	43
Cuadro 17. Propuesta de programas y proyectos para la subcuenca del río Arenal	44
Cuadro 18. Unidades para la zonificación agroecológica de la subcuenca río Arenal.....	45
Cuadro 19. Programas y proyectos propuestos para el plan de gestión	50
Cuadro 20. Resumen de costos de los programas y proyectos del plan de gestión de la subcuenca del río Arenal	51
Cuadro 21. Costo total del plan de gestión integral de la subcuenca del río Arenal	52
Cuadro 22. Criterios de evaluación participativa de proyecto	59
Cuadro 23. Resultados de la evaluación de los proyectos propuestos realizada por 16 miembros del CCCI en la reunión celebrada en la Municipalidad de San Carlos.....	60
Cuadro 24. Cronograma de ejecución del plan de acción.....	63
Cuadro 25. Matriz de indicadores de resultados para el monitoreo de proyectos del plan de gestión	69
Cuadro 26. Matriz de indicadores de impacto	71

SIGLAS

ACAHN	Área de Conservación Arenal Huetar Norte
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
ASADAS	Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Comunales
CNE	Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias
CCCI	Consejo Cantonal de Coordinación Interinstitucional
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
DINADECO	Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunidad
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
GIRH	Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
ICT	Instituto Costarricense de Turismo
INDER	Instituto de Desarrollo Rural
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INCOPESCA	Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
IGN	Instituto Geográfico Nacional
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
OG	Organización de Gobierno
ONG	Organización No Gubernamental
PGIRH	Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico
PR	Plan Regulador
PDC	Plan de Desarrollo Cantonal
PROCOMER	Promotora de Comercio Exterior
PRODUS	Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
PMPNVA	Plan de Manejo Parque Nacional Volcán Arenal
UTN	Universidad Técnica Nacional
UGN	Unidad Geoestadística Mínima
SENARA	Servicio Nacional de Aguas Subterráneas Riego y Avenamiento
SENASA	Servicio Nacional de Salud Animal
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SICAF	Sistema de Información para el Control del Aprovechamiento Forestal

1. Generalidades

1.1. Introducción

La planificación de los territorios de las cuencas hidrográficas resulta de los procesos de análisis de información secundaria, levantamiento de información primaria, consultas a los actores locales y coordinación con las instituciones relacionadas con las actividades que se llevan a cabo en la cuenca. La información secundaria es fundamental y debe presentar la evolución de la cuenca y sus tendencias. Con base en ella se realiza la interpretación de la dinámica de las variables biofísicas y socioeconómicas. La información primaria es importante para complementar el análisis del territorio, sobre todo en variables claves que permitan la mejor interpretación del estado de la cuenca. Así mismo las consultas a los actores locales e instituciones permiten valorar el interés de cada uno de ellos, sus roles y funciones relacionados a los recursos naturales, el ambiente y actividades productivas principalmente el agro.

Con los datos e información disponibles los equipos de planificación deben realizar un análisis apropiado para establecer las condiciones básicas para pasar a la aplicación. Se analizan si se tiene una cobertura de toda la cuenca, si existe suficiente cantidad de información (series de tiempo), la calidad necesaria, siendo importante que los formatos en la cual se dispongan los archivos y bases de datos sean factibles de manejo y usos para derivar nueva información.

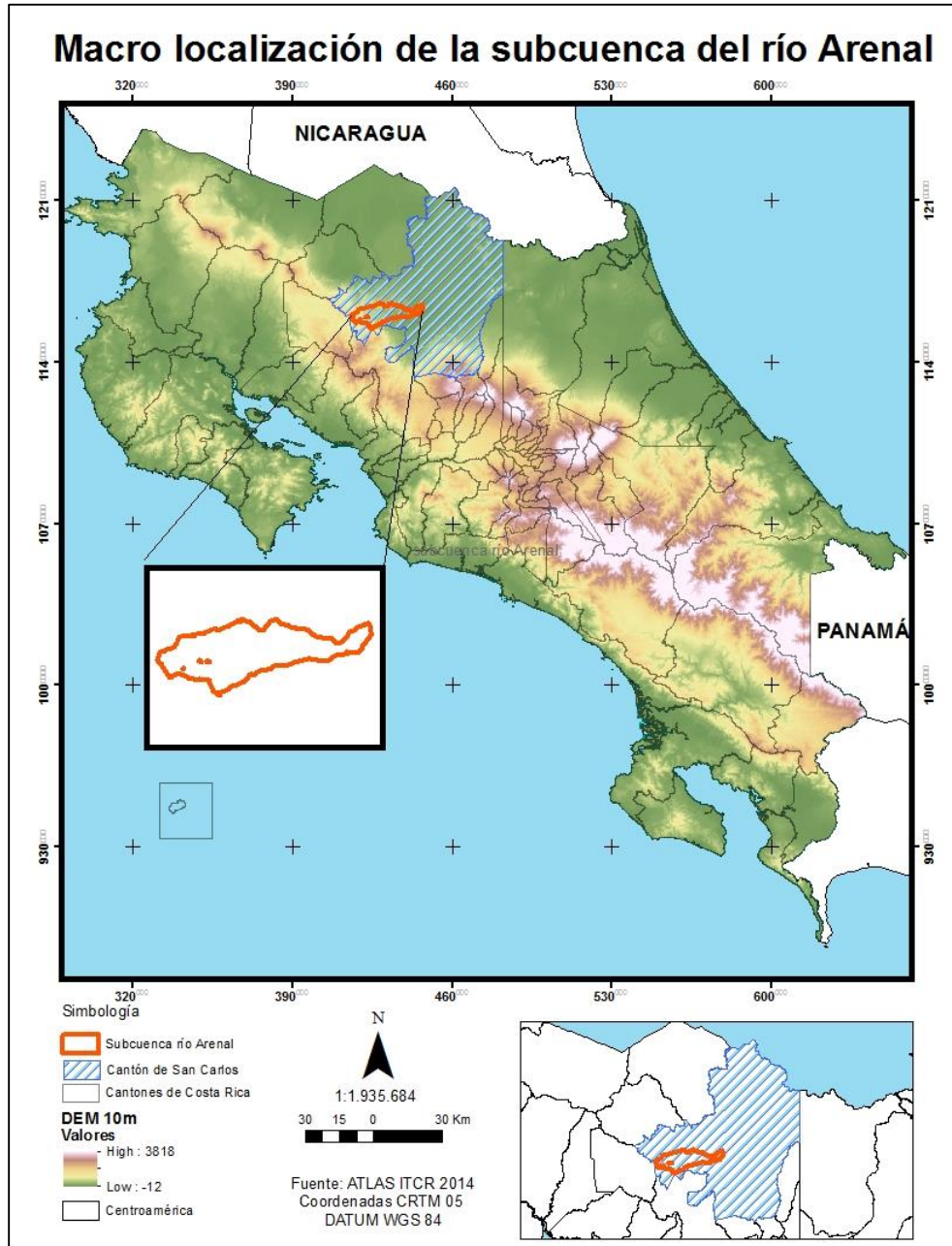
La información de la cuenca hidrográfica permitirá a los planificadores y tomadores de decisión, analizar las tendencias del uso de los recursos naturales, entender su problemática, analizar sus potencialidades, gestionar los conflictos y sobre todo a desarrollar alternativas o propuestas sustentadas en criterios y bases técnicas para impulsar las acciones que se requieren para una mejora de la calidad de vida de los habitantes del territorio. En la actualidad toma relevancia la relación del territorio con la variabilidad y cambio climático, ambos temas deben tratarse con la información que haya recopilado, sistematizado y analizado.

Finalmente se puede considerar que una buena planificación deberá ajustarse a la calidad de sus datos e información, pero también es importante la cantidad y el nivel de detalle o escala de las mismas, aunque en manejo de cuencas hay variables que se analizan globalmente, pero otras requieren un mayor detalle. También será importante en la planificación tomar en cuenta a los actores locales, sobre todo en las propuestas de los proyectos o iniciativas para el manejo de la cuenca, en este estudio se considera la información secundaria que ya indica los temas de interés o proyectos.

El plan de gestión presentará principalmente la base de análisis del territorio, desarrollado en la caracterización y diagnóstico, del cual se derivan la línea base y la zonificación agroecológica. El plan define la visión, objetivos y horizonte de trabajo. Como elementos complementarios al plan se ha elaborado el documento que desarrolla los perfiles de proyectos prioritarios, una estrategia de trabajo a nivel municipal y una matriz de monitoreo del plan de gestión integral de los recursos hídricos con enfoque de cuencas hidrográficas.

1.2. Localización del área de estudio

El área de estudio corresponde a la subcuenca del río Arenal de Costa Rica. Según la división político administrativa la subcuenca se ubica en el cantón de San Carlos (Alajuela) entre los distritos de Monterrey, Pocosol, Cutris y Fortuna. Su área es de 170 Km². La subcuenca del río Arenal pertenece a la cuenca hidrográfica del río San Carlos, que pertenece a la subvertiente norte de la Vertiente del Caribe, desembocando en el río San Juan (**Mapa 1**).



Mapa 1. Macro localización de la subcuenca

El sistema hidrográfico de la zona donde está inmerso en el Parque Nacional Volcán Arenal (PNVA) abastece de agua a más de 20 comunidades que se localizan no solo en los alrededores del área protegida, sino también en el entorno del lago Arenal y aguas abajo a la salida del sistema protegido del Parque Nacional Volcán Arenal.

2. Producto 1: Plan de trabajo

El Producto 1 consistió en la elaboración de un documento que contuviera el plan de trabajo para el desarrollo de la consultoría, con los objetivos, alcances, metodología, cronograma, responsables de los productos y actividades, organización del equipo consultas y plazo por actividad, así como la fecha de entrega de los productos.

A continuación se presenta la metodología que se siguió para el desarrollo de la consultoría.

2.1. Metodología general

Cada uno de los productos requirió de un proceso metodológico que puede ser apreciado en cada uno de ellos. Sin embargo la consultoría en general posee una metodología que responde a los objetivos y los productos esperados en conjunto. El desarrollo de la consultoría permitió realizar diferentes estudios enfocados en proponer un plan de gestión integrada de los recursos hídricos considerando a la cuenca como la base de análisis y planificación.

La metodología integra los aspectos de cuencas hidrográficas y de los recursos hídricos, como ejes principales para lograr los productos esperados. A la metodología en sus elementos técnicos se le complementa con otras fases que permitió organizar el proceso de análisis del territorio.

Los principales pasos para alcanzar el desarrollo de la consultoría fueron los siguientes

- **Etapas preliminar:** consistió en definir los pasos a seguir y los tiempos para el desarrollo. Aquí se definió las necesidades de coordinaciones, los acercamientos con actores claves institucionales y locales. El recorrido de campo para conocer la accesibilidad de la subcuenca, el uso del suelo, estructura urbana y rural, actividades económicas principales, servicios básicos disponibles, pendientes, entre otros aspectos claves que son estudiados como parte del estudio en las etapas posteriores y que quedan establecidas dentro del plan de trabajo. Es importante señalar que se desarrolló un afiche del proyecto para que los actores conocieran de la duración y los alcances del mismo, así como la necesidad de información para desarrollar la consultoría.
- **Recopilación de información:** Una vez que se hace el recorrido y se coordinó con instituciones como la Municipalidad de San Carlos y SINAC para la visita a cada una de las instituciones y organizaciones locales para hacer entrega del afiche y coordinar una segunda visita, de ser necesario, con el objetivo de recopilar la información para la elaboración del plan. La recopilación de información es una de las etapas más importantes y posiblemente cuidadosas para realizar el trabajo. Se depende en gran medida de la calidad de la información que pre-existe en el territorio, elaborada por las instituciones. La información socioeconómica y climática son las que ameritaron mayor esfuerzo para ser adquirida. Alguna otra como la hidrogeológica simplemente no está disponible para la subcuenca, y otra debió ser ordenada debido a las diferentes escalas utilizadas. Como proceso final de la recopilación se procede a realizar el ordenamiento de la información, para detectar los vacíos y la necesidad de la generación para el diagnóstico.

- **Diagnóstico territorial**

Con la información recopilada se procede a realizar la caracterización de la subcuenca. La caracterización consiste en presentar un inventario de los recursos naturales, situación social, económica. Estos elementos permiten conocer con que cuenta el territorio que se está estudiando. Una buena caracterización conlleva a un diagnóstico adecuado del territorio, es decir, permite emitir criterios mediante el análisis de causas y efectos de la situación actual de la subcuenca en estudio. Una vez que se realiza el diagnóstico se procede a generar la línea base, conformada por indicadores (los datos relevantes extraídos de la caracterización) y la zonificación agroecológica cuya intención es diferencial e territorio según su potencial para distintas actividades. Vale rescatar que para la zonificación es clave conocer sobre las directrices de planificación territorial preexistentes en el territorio que prevalecerán ante cualquier propuesta.

- **Plan de gestión:** Las etapas previas y necesarias para la planificación son las descritas en los puntos anteriores, sin estas no se podrá obtener una planificación exitosa. La planificación consiste en definir cuáles serán las acciones a implementar en un territorio según sus potenciales, limitaciones, recursos, organizaciones, actores, área, entre otros aspectos claves con los que cuenta un territorio. El plan está compuesto por programas y proyectos. De los programas y proyectos detectados se priorizaron los proyectos para conformar un plan de acción inmediata, dichos proyectos seleccionados fueron socializados con el CCCI para conocer la viabilidad por parte de las instrucciones vinculantes con ese territorio. El plan de gestión es clave en el establecimiento de objetivos, misión, visión, plazos para las acciones. Así mismo se presentan en ese documento las estrategias para buscar el financiamiento de lo propuesto.
- **Perfiles de proyectos:** la elaboración de los perfiles de proyectos consiste en presentar de manera ordenada y justificada el porqué del desarrollo de estos en el territorio, así como el dónde, el cómo, y el beneficio que con este se estaría obteniendo. Los perfiles de proyectos son elaborados en aquellos casos en los que un proyecto se haya considerado como prioritario, para el caso de los demás proyectos solo se obtienen fichas que están incluidas dentro del documento del plan.
- **Estrategia municipal y monitoreo:** los esfuerzos para desarrollar un plan de gestión deben ir acompañados de una estrategia, en el caso de la subcuenca del río Arenal, se elaboró a nivel municipal, con el objetivo de que las acciones propuestas sean monitoreadas por una institución con incidencia en el territorio. Esta estrategia se acompaña con de una matriz de monitoreo.

A continuación se presenta el esquema metodológico seguido para esta consultoría.

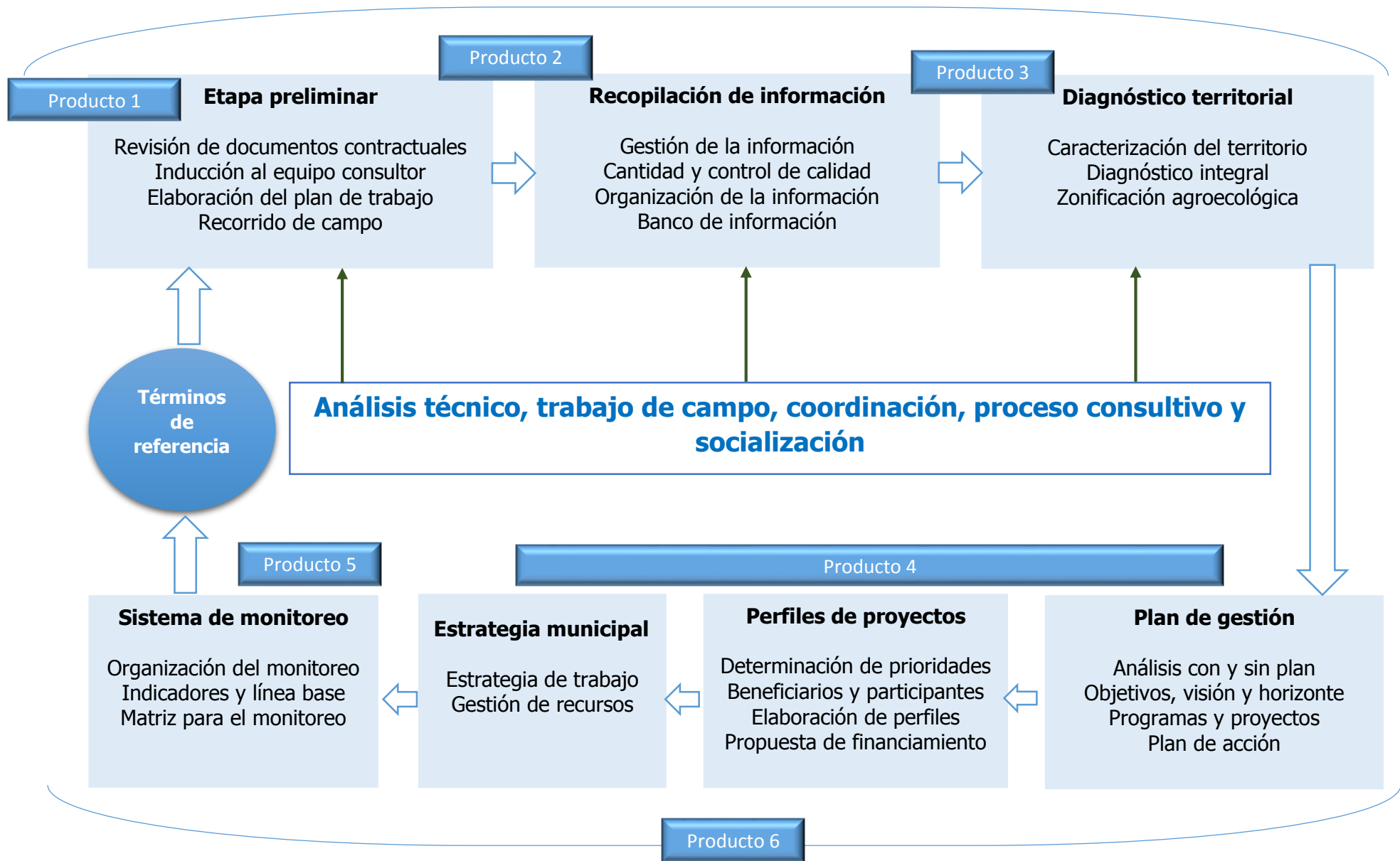


Figura 1. Esquema metodológico utilizado para la obtención de los productos esperados

2.2. Productos esperados y alcances

Según los términos de referencia, los productos esperados en el plan de trabajo indican la metodología específica para cada uno, estas aplicaciones permitieron lograr en el tiempo previsto, los informes presentados (**Cuadro 1**).



Cuadro 1. Productos esperados de la consultoría

No.	Producto	Alcances	Observaciones
1	Informe I: Plan y metodología de trabajo	Documento que presenta las etapas y desarrollo de las actividades para lograr los productos.	
2	Informe II: Recopilación, sistematización y análisis de la información disponible sobre el territorio de la cuenca hidrográfica del río Arenal.	Presenta los resultados de las gestiones realizadas para obtener la información de fuentes oficiales, analizadas por su cantidad y calidad, para presentarlo en formato digital.	SINAC y la Municipalidad de San Carlos, facilitaron la gestión de la información
3	Informe III: Elaboración del diagnóstico territorial de la cuenca hidrográfica del río Arenal, con base a los resultados participativos obtenidos del Plan regulador y el Plan de Desarrollo	Se elaboran los mapas temáticos básicos, se utiliza la información secundaria, con análisis técnico, observación de campo y consultas para desarrollar la caracterización, diagnóstico, línea base y zonificación.	La información del Plan Regulador Cantonal y Plan de Desarrollo Cantonal, no se facilitaron al detalle requerido. Se incluyó trabajo de campo para determinar problemática del suelo, agua y vegetación.
4	Informe IV: Plan de acción de la cuenca hidrográfica del río Arenal y estrategia de trabajo Municipal.	Con base al producto III, se elabora un plan de gestión de los recursos hídricos, un plan de acción, la propuesta de perfiles de proyectos prioritarios y una estrategia de trabajo municipal.	Perfiles de proyectos fueron priorizados por actores.
5	Informe V: Matriz de indicadores para el plan de seguimiento y monitoreo para la gestión integral del recurso hídrico en la cuenca hidrográfica del río Arenal	Se elabora una matriz de indicadores a partir de la línea base que presenta los programas y proyectos del plan de gestión de los recursos hídricos, con los indicadores de resultados que serán monitoreados.	Los indicadores de impacto deben levantarse durante la ejecución del plan.
6	Informe VI: Documento final	Se elabora un documento que integra los 5 productos indicando los aspectos metodológicos y los hallazgos relevantes.	El contenido de este documento se detalla en los productos intermedios.

A continuación se presenta el cronograma de los productos entregados en esta consultoría (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Cronograma de productos entregados en la consultoría

No.	Entregables	Meses											Fecha de entrega	
		Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.		
P-1	Plan y metodología de trabajo													
	Entrega de informe final al contratante	■												26-10-16
P-2	Recopilación, sistematización y análisis de la información													
	Entrega de informe final al contratante				■									29-01-16
P-3	Diagnóstico territorial de la subcuenca hidrográfica del río Arenal													
	Entrega de informe final al contratante							■						18-04-16
P-4	Plan de acción de la subcuenca hidrográfica del río Arenal y estrategia de trabajo municipal													
	Entrega de informe final al contratante											■		18-07-16
P-5	Matriz de seguimiento y monitoreo para la GIRH en la subcuenca hidrográfica del río Arenal													
	Entrega de informe resumen final al contratante											■		18-07-16
P-6	Informe final													
	Entrega de informe final integrado al contratante, con la información digital de los mapas y productos afines												■	25-08-16

-  Periodo de trabajo para cada producto
-  Entrega de informe final de cada producto

3. PRODUCTO 2: Recopilación de información

El producto 2 consistió en recopilar información que sirviera para la elaboración de la caracterización y el diagnóstico de la subcuenca del río Arenal. Dicha información fue proveniente de distintas fuentes de información, escalas, años, calidad, entre otros. Por esta razón el informe uno no presenta únicamente la información recopilada sino también su condición como potencial o limitación para el detalle contenido en los productos posteriores. A continuación se desglosan los aspectos abordados en el documento producto 2.

3.1. Metodología

La metodología consistió en establecer acercamiento (visitas) con los técnicos de SINAC y la Municipalidad de San Carlos para la recopilación de información. Además se hizo el acercamiento con otras instituciones como CNE, SENARA, INCOPECA, MAG, AyA, UNED, INA, ICT, ADIFORT, ASADAS, DINADECO para recopilar la mayor cantidad de información posible. En el caso de los vacíos de información, como fue el caso de INEC e IMN se procedió a la compra de información por UGM acerca de la situación social y económica, y a la firma del convenio SINAC-IMN para poder trabajar con los datos climatológicos.

Conforme fue recopilada la información en distintos formatos (Word, pdf, shp, otros) se depositaba en un disco externo, seguidamente se realizaba la depuración de información en términos de utilidad y así también se iban detectando los vacíos de información para tomar acciones con respecto a los mecanismos de gestión para obtenerla, de ser posible (**Figura 2**).

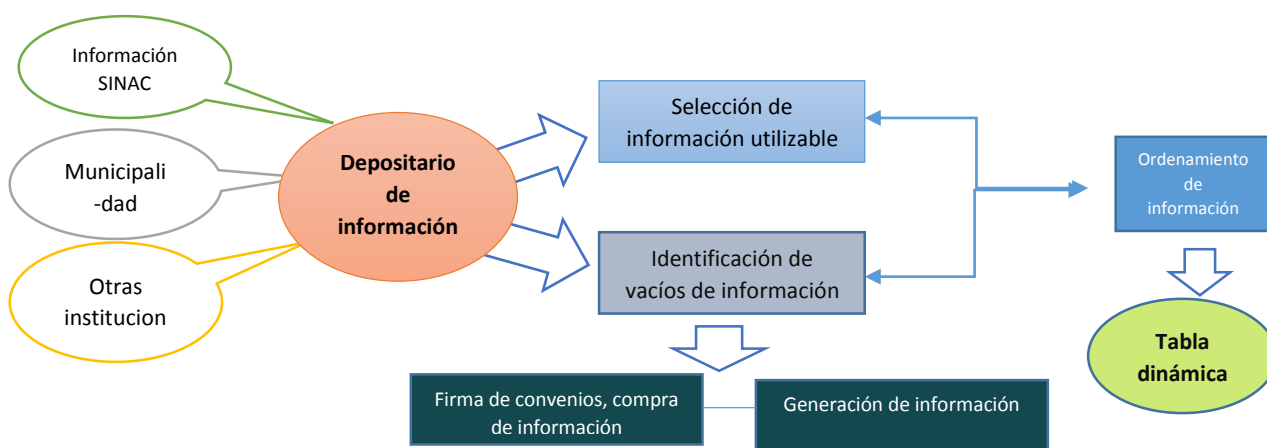


Figura 2. Esquema metodológico para la elaboración del producto 2

La información seleccionada como utilizable se compiló mediante una tabla dinámica (Excel) en la que se contiene toda la información anexada a la expresión gráfica correspondiente ya sea cartográfica o documento.

3.2. Información utilizada

3.2.1. Cantidad y calidad de información utilizada

a- Cantidad

La información recopilada resultó siendo de un total de 2,223 archivos, recibidos de distinta fuentes de información y almacenados por SINAC en la oficina de San Carlos, de 16.4 Gb

recibidas solamente 203 archivos estaban en formato shapefile, por ejemplo, para ser utilizados en un SIG. De este total, solamente 139 se catalogaron como "utilizable"¹ dentro del área del proyecto.

La cantidad de información para el análisis cartográfico, red hídrica, delimitación de la subcuenca hidrográfica, así como de posibilidades de elaborar un modelo de elevación digital del terreno fue apropiada. El modelo numérico del terreno fue considerado apropiado para el análisis. Por el contrario, a nivel de series de suelos la información no fue apropiada debido a la escala (1:200 000), y no se presentó la oportunidad de contar con otra información a una mejor escala.

La información referente a pozos, nacientes y concesiones se consideró adecuada, en cuanto a cantidad. La cantidad de mapas de amenaza fue suficiente, aunque no apropiada, debido a que correspondía a un producto de eventos históricos, y no modelados.

Por parte del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos), se obtuvieron las bases de datos de varios de los parámetros de importancia para dar cuenta de la calidad de vida como acceso a educación, nivel de alfabetización, acceso a servicios de salud y seguro social, entre otros. Entonces es posible obtener información sobre el nivel de vida de la población asociado al equipamiento de las viviendas o al acceso a servicios tipo electricidad e internet. Las bases de datos obtenidos limitaron un análisis dinámico, por cuanto no se contó con información para otros periodos de tiempo. Con esta información disponible no fue posible realizar proyecciones para ninguna de las variables en su lugar fue necesario contar con datos sobre tasas de incremento poblacional mínimamente.

La base de datos de organizaciones presentes en la subcuenca hidrográfica del río Arenal dispone de información poco detallada, ya que no se permite conocer de la presencia en la subcuenca de organizaciones tales como empresas, fundaciones, organizaciones locales, universidades entre otras, que forman parte de la gama de actores presentes en una subcuenca hidrográfica.

Desde la perspectiva económica, la información que es fundamentalmente la secundaria, respondió a dos principales bases de datos del INEC mediante el Censo Agropecuario y el Poblacional, ambos realizados en el 2011 y de la Municipalidad de San Carlos mediante el registro de patentes. Se sumó al análisis los estudios desarrollados como el Plan de Desarrollo de San Carlos 2012-2014 que detallan información sobre industrias.

De la información relacionada con el tema de desarrollo económico fue utilizada de las base de datos de fincas agropecuarias, la base de datos de proyectos e infraestructura turística, la base de datos de DINADECO, la base de datos de organizaciones presentes y proyectos en ejecución, y la información del Censo Agropecuario 2014, esto conllevó a valorar alrededor del 70% de la información requerida.

¹ La expresión "utilizable" se refiere a que las capas abarcan el área de estudio y que representan temas usados en algunos análisis puntuales.

Sobre la cantidad de información en cuanto a presencia de instituciones resultó insatisfactoria, debido a que aunque se conocía sobre su ubicación, a nivel cantonal, no se conoce aún sobre el accionar de las mismas en la subcuenca mediante los planes anuales.

b- Calidad

Debido principalmente a la falta de metadatos de la información cartográfica no fue posible obtener detalles sobre la calidad de los archivos proporcionados. La mayor parte de archivos shapefile utilizables están el sistema de coordenadas CRTM05 y solamente algunos pocos están el sistema de proyección Lambert Costa Rica Norte. El datum utilizado en ambos casos corresponde a WGS84. Solamente en los archivos generados por el Catastro Nacional fue posible obtener información de la fecha en la que fueron generados que corresponde a los años entre el 2005 y el 2008.

Algunos problemas de calidad encontrados, generalmente para las capas de datos, son los siguientes:

- Ausencia en todas las capas proporcionadas de archivos de metadata que cumplan con los estándares de la FGDC (Comité Federal de Datos Geográficos, USA) y/o el ISO 19100, lo que impide establecer en general el origen de los datos (generador), escalas, fecha de creación, metodología, escalas, etc.
- Ausencia en un buen porcentaje de las capas shapefile del archivo PRJ que define explícitamente el Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC) de la capa de datos. Esto trae como consecuencia que no sea sino hasta que la capa se despliega en un SIG que se pueda establecer el SRC de la capa y generar el archivo PRJ respectivo.
- Ausencia de diccionario de datos. En las tablas de archivos de atributos de muchas de las capas proporcionadas, solamente existe una codificación de los elementos representados en las capas (puntos, líneas o áreas). Sin embargo, los códigos numéricos o alfanuméricos no son suficientes para establecer de qué tipo de elemento se trata. Tal es el caso de las hojas topográficas escala 1:5,000 donde los elementos solamente tienen una codificación que no especifica si se trata de, por ejemplo, en el caso de elementos lineales, un río, una curva a nivel, un camino, una frontera política, etc. Esto hace prácticamente inutilizable las capas hasta que el diccionario de datos y los atributos de cada elemento no sean proporcionados.
- Capas incorrectamente georreferenciadas. Este es el caso de las capas de amenazas de la Comisión Nacional de Emergencias fue incorrectamente georreferenciada y por lo tanto se encuentra desviada aproximadamente 300 metros de su localización correcta. Para poder utilizar la información se procedió a realizar los ajustes necesarios.
- Sobre la información censal obtenida que corresponde al año 2011 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), se presenta la escala combinada de datos (cantonal, distrital, UGM (Unidad Geoestadística Mínima), con el Datum Costa Rica 2005.

La calidad de la información obtenida relacionada con la base de datos de organizaciones presentes, a nivel cantonal, se califica como regular ya que apenas aporta como referencia para la generación de información más específica. Los listados de organizaciones obtenidos corresponden a los años 2011 y 2009. La base de datos de asociaciones de desarrollo proporcionada por DINADECO está actualizada a julio del año 2015 y están identificadas por el distrito al que pertenecen, más no por cuenca hidrográfica, ni se conoce de las funciones a

nivel de temas ambientales que se estén trabajando, así como proyectos en ejecución. En cuanto al tema institucional la importancia de la calidad radica en conocer de cerca sobre la actitud/ accionar en la cuenca.

En general los datos con los que se cuenta responden a información secundaria sin series de tiempo, por lo que el periodo de tiempo para el análisis se ve limitado a la disponibilidad de información, tal es el caso de las actividades económicas (2011), variables climáticas (sin datos completos), calidad de agua (sin caracterización de nacientes), entre otros.

a) Vacíos y problemas encontrados

Los principales vacíos de información se presentaron en los casos donde se requirió información a nivel de cantón y distrito, salvo las variables que tienen que ver con los censos del INEC con actualización hasta el 2011 que brinda información a nivel de UGM.

Con relación a la información poblacional que provino del INEC, se identificó como faltante la información correspondiente a agua potable y saneamiento. Esta información si bien forma parte de la información recogida en el censo 2011, no está contenida en las bases de datos contenidos en la UGM.

En cuanto a la base de datos de organizaciones presentes en la subcuenca hidrográfica del río Arenal, se identificó como faltante la información correspondiente a la presencia y funciones desarrolladas en la subcuenca de organizaciones tipo empresas, fundaciones, organizaciones locales, universidades entre otras, que forman parte de los actores clave. Así mismo, hay un vacío de información en cuanto a la generación del mapa de infraestructura turística, debido al tipo de información suministrada, únicamente en base de datos.

En términos generales, se identificaron debilidades y limitaciones en la mayoría de los aspectos considerados en este análisis como principalmente los datos climatológicos e hidrológicos, elementos clave en un plan de gestión de recursos hídricos.

En cuanto a las características de las bases de datos, en síntesis los problemas encontrados son:

- Datos desordenados y duplicados.
- Datos sin metadatos.
- Datos sin archivos de georreferenciación (PRJ).
- Nombres de archivos que no reflejan el contenido y por lo tanto en muchos casos difícil de determinar el tema que representan (hay que especular o abrirlos y explorarlos para poder determinar su contenido).

Lo anterior obedece a que en la recopilación realizada se identificaron datos desordenados y duplicados, nombres de archivos que no reflejan el contenido y por lo tanto en muchos casos difíciles de determinar el tema que representan (hay que especular o abrir cada uno los archivos y explorarlos para poder determinar su contenido).

Más que un problema, se considera una dificultad el hecho de que los shapefile proporcionados no lleven asociada la información contenida en las bases de datos en Excel, ni un código único (llave) que permita realizar la unión de información, ni archivos de georreferenciación (PRJ),

por lo que fue necesario realizar un procesamiento y depuración previa de la información para utilizarla y generar nueva información acotada al ámbito de la subcuenca del río Arenal.

Por otro lado es importante señalar que las UGM no necesariamente coinciden con el límite de la unidad de análisis (subcuenca) por lo que la información generada en algunos casos, principalmente en los bordes del límite de la subcuenca, pudo resultar sobre estimada.

Es importante resaltar que existe un vacío en cuanto a la información a nivel de distrito, por ejemplo para el mapa de zonificación solo se contó con información del distrito Fortuna, eso es lo que posee actualmente la Municipalidad (aportado por PRODUS). Además esta misma condición se presenta en cuanto al documento diagnóstico realizado por PRODUS, igualmente se muestra en el caso de la cobertura de uso de la tierra, en el cual la base de datos del shapefile no cuenta con el 100% de la clasificación de uso.

En términos institucionales es importante resaltar que hubo una ayuda por parte del sector público para realizar el análisis del territorio. Sin embargo alguna información no fue suministrada por falta de generación previa, tal es el caso de la información de PRODUS sobre el Plan Regulador, específicamente la correspondiente a zonificación, e información detallada de pozos de SENARA, por ejemplo.

4. PRODUCTO 3. Diagnóstico

El Producto 3 conllevó a la realización de la caracterización de la subcuenca del río Arenal, para eso fue necesario la realización de visitas al campo para tomar puntos, corroborar uso de suelo, tomar muestras de agua (método bentónico), visitas a organizaciones locales, instituciones, generación de mapas, entre otros.

La finalidad de este producto es contar con el conocimiento de la situación actual de la cuenca para proponer mediante un plan de gestión de recursos hídricos las posibles soluciones a las problemáticas detectadas y señaladas por los actores consultados.

4.1. Metodología para caracterización y diagnóstico

El diagnóstico del territorio de la subcuenca hidrográfica del río Arenal es el resultado de evaluar el estado de cada una de sus variables biofísicas y socioeconómicas. Para lograr este resultado se utilizaron metodologías analíticas aplicadas a la información cartográfica, análisis de series de datos, observación y valoración de campo, entrevistas y reuniones consultivas. La base fue la información secundaria, mapas a escalas 1/50,000 y datos de campo. La metodología para realizar la caracterización y diagnóstico de la subcuenca del río Arenal se desarrolló considerando las siguientes etapas (**Figura 3**).

Etapa 1. Recopilación de la información disponible

a) Recopilación de información secundaria

La información secundaria fue obtenida mediante distintas gestiones realizadas por funcionarios del SINAC, Municipalidad de San Carlos y el CATIE. Las instituciones u organizaciones proveedoras de información para la realización de la caracterización fueron: INED, AyA, Dirección de Geología y Minas, Municipalidad de San Carlos, SINAC, ADIFORT, DINADECO, ASADAS, sector privado, FONAFIFO, entre otras no menos importantes que las mencionadas.

b) Recolección de información primaria

La información primaria juega un rol importante en la elaboración de la caracterización y diagnóstico, por esa razón se consideró prioridad realizar observaciones de campo para recolectar información in situ. Para la recolección de información se contó con la participación de un grupo de estudiantes de licenciatura de la Escuela de Geografía de la Universidad Nacional del curso llamado análisis y planificación de cuencas. Así se logró establecer grupos de trabajo para recolectar la información pertinente para esta consultoría, las temáticas de interés para la recolección de información fueron definidas a partir de las variables más relevantes en manejo de cuencas: agua, suelo, bosque y aspectos socioeconómicos. Así se logró realizar un recorrido por toda la subcuenca y levantamiento de información clave específica y actual.

Etapa 2. Caracterización de la subcuenca del río Arenal

a) Caracterización socioeconómica

La caracterización de este componente consistió en resaltar de manera cuantitativa (numérica) las variables económicas y sociales presentes en la cuenca. Los aspectos relevantes son:

demografía, alfabetización, índices sociales, porcentaje de población urbano y rural; y en lo económico: empleo, actividades productivas, tenencia de la tierra, entre otros.

b) Caracterización biofísica

Consistió en una descripción detallada de las variables biológicas y físicas presentes en la subcuenca. Como por ejemplo: cobertura boscosa, parámetros morfométricos, geología, geomorfología, zonas de vida, parques nacionales, climatología, agua potable, suelos, entre otros. Los datos acá se presentan a manera de entrar en juicios de valor o criterios técnicos, debido a que en el diagnóstico es donde se debe realizar dicho procedimiento.

Etapas 3. Diagnóstico de la subcuenca

a) Diagnóstico tema social

Se sustentó de información recopilada en la caracterización social. Pretende analizar el significado, relevancia de los datos mostrados en dicha caracterización, para posteriormente reforzar o aprovechar las potencialidades existentes en términos de capital social y humano, así como proponer acciones pertinentes, relacionadas con manejo de cuencas, para su mejoramiento. Se enriqueció con el levantamiento de información mediante el acercamiento con actores locales.

b) Diagnóstico tema ambiental

Las variables expresadas en la caracterización biofísica correspondientes a los aspectos ambientales, como zonas de vida, parques nacionales, agua potable, entre otros, son interpretadas en este diagnóstico. Tratando de identificar en los temas que se puedan hacer intervenciones para su manejo, mejora, conservación u restauración. Los recorridos de campo constituyeron un aporte importante para diagnosticar la situación ambiental de la subcuenca.

c) Diagnóstico tema económico

Para realizar este diagnóstico se recurrió a la interpretación analítica de las variables económicas que permitan concluir cual es el estado de la subcuenca en estos términos. La base de este análisis corresponde a los datos presentados en la caracterización de carácter económico. Mediante la visita a productores y el sector turístico en la subcuenca se logra conocer el funcionamiento de dichos actores y su accionar en el territorio.

d) Diagnóstico tema institucional- comunal

Con respecto al diagnóstico institucional, la información para realizarlo respondió a las indagaciones en campo referente a la presencia institucional en la subcuenca. Una vez identificadas se debe conocer su rol y competencias en los temas relacionados con el manejo de cuencas. Es importante conocer sobre las organizaciones presentes en la cuenca, sus roles que desempeñan; la técnica de recopilación de esta información fue mediante visita de campo he identificaciones de actores por la técnica de bola de nieve².

² Muestreo bola de nieve: <https://explorable.com/es/muestreo-de-bola-de-nieve>

A continuación el esquema que sintetiza la metodología utilizada

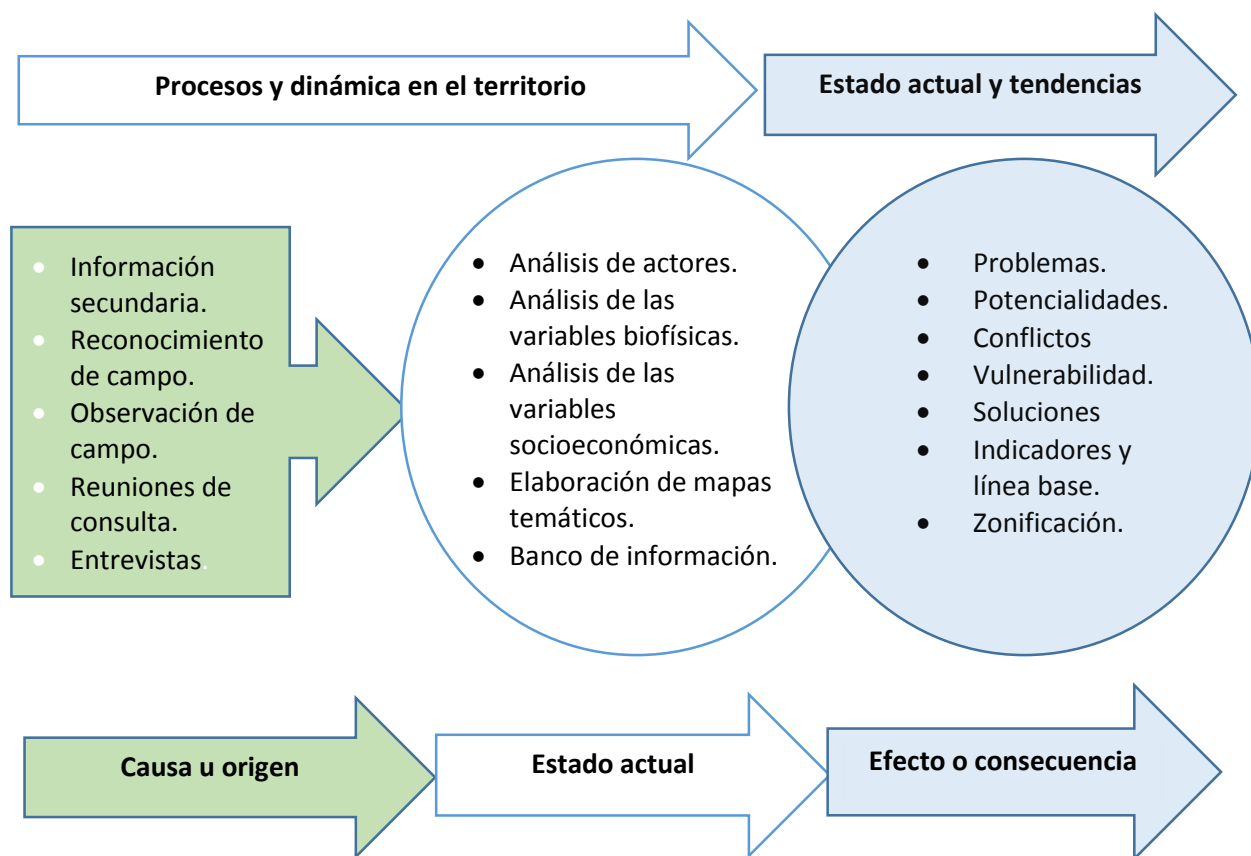


Figura 3. Esquema metodológico para realizar el diagnóstico

4.2. Principales resultados

4.2.1. Caracterización

a) Análisis de contexto

La subcuenca del río Arenal pertenece a la cuenca San Carlos, identificada a nivel nacional como la No. 14. El territorio de esta subcuenca tiene elementos importantes que definen un contexto que debe considerarse en su diagnóstico y planificación. La densidad poblacional de la zona es de 61,74 hab/km² lo cual se considera como una tasa baja si se compara con los máximos a nivel de otros territorios del país (provincia de San José 282,8 hab/km²) (INEC, 2011). Entre los elementos más importantes que se consideraron para el análisis de contexto de la subcuenca del río Arenal, se indican: a) la accesibilidad, b) el desarrollo de áreas urbanas, c) la relación con la ciudad capital, d) la importancia turística de la zona, y f) la importancia del cultivo de exportación como la piña.

b) Caracterización biofísica

Entre las principales variables biofísicas que caracterizan a la subcuenca se tienen:

- **Área y pendiente**

El área de la subcuenca es de 171.03757 km² o 17.103,757 Ha. El 68% (116.3 Km²), presenta pendientes menores al 15%, el 27.3% o 46.8 Km², representa pendientes entre el 15% a 50 %, y en la clasificación de escarpado y fuertemente escarpado solo el 4.7% u 8.1 Km²,

presenta pendientes mayores al 50% localizadas en la cima y faldas del Volcán Arenal, y en los lados del cauce del río Arenal principalmente.

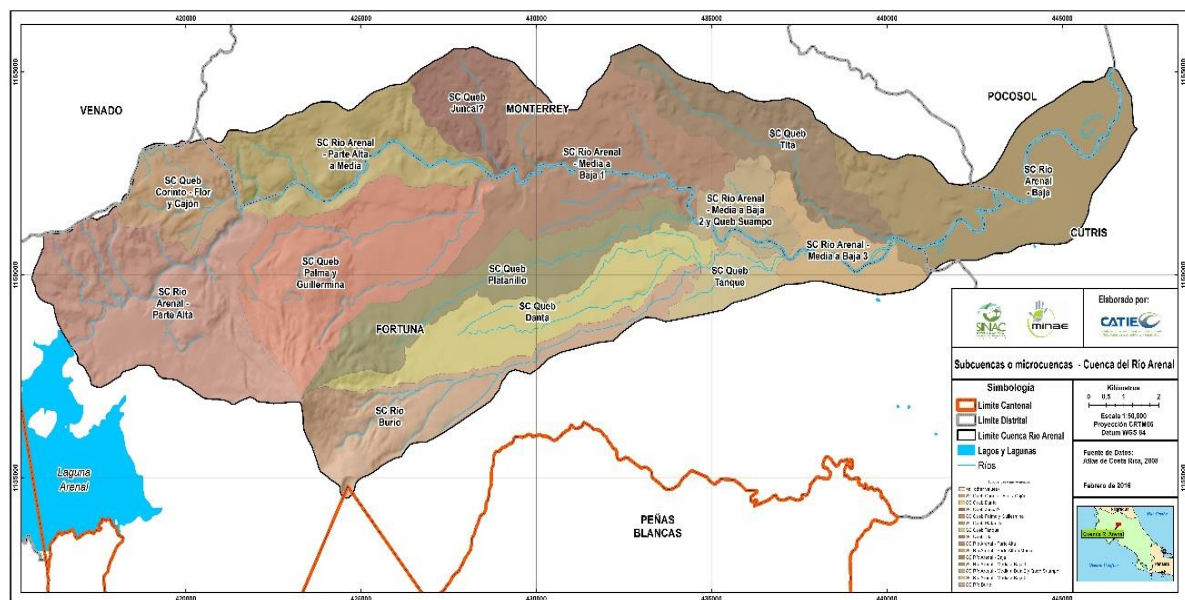
- **Microcuencas**

La subcuenca del río Arenal tiene 14 microcuencas, como se presentan en el **Cuadro 3** y **Mapa 2**.

Cuadro 3. Nombre y áreas de las microcuencas dentro de la subcuenca del río Arenal

Número	Nombre	Área (Ha)	Área (Km ²)	Porcentaje
1	Río Arenal - Parte Alta	2277,39	22,7739	13,31
2	Queb Corinto - Flor y Cajón	685,32	6,8532	4,01
3	Río Arenal - Parte Alta a Media	1426,13	14,2613	8,34
4	Queb Palma y Guillermina	1983,50	19,8350	11,59
5	Queb Platanillo	1222,04	12,2204	7,14
6	Queb Danta	1244,02	12,4402	7,27
7	Río Burío	1230,47	12,3047	7,19
8	Queb Juncal	595,52	5,9552	3,48
9	Río Arenal - Media a Baja 1	1975,06	19,7506	11,55
10	Queb Tita	1093,09	10,9309	6,39
11	Río Arenal - Media a Baja 2 y Queb Suampo	468,96	4,6896	2,74
12	Queb Tanque	333,37	3,3337	1,95
13	Río Arenal - Media a Baja 3	565,71	5,6571	3,31
14	Río Arenal - Baja	2006,78	20,0678	11,73
Total		17107,36	171,0736	100,00

Fuente: elaborado a partir de cartografía base IGN, 1:50000



Mapa 2. Microcuencas de la subcuenca del río Arenal

Fuente: elaboración propia con base a la cartografía 1:50 000, IGN

- **Climatología**

El clima en la subcuenca del río Arenal, de acuerdo con la clasificación climática de Costa Rica por Herrera (1985), se clasifica en H3 excesivamente húmedo templado, sin déficit de agua en cercanías del Volcán Arenal, como G7 clima muy húmedo caliente, sin déficit de agua, en las faldas del volcán Arenal, que aparece de nuevo al noroeste de la cuenca; luego en la parte alta de la cuenca se tiene clima G4, esto es clima muy húmedo, caliente, con déficit pequeño de agua, en la parte media pasa a ser F6, clima húmedo, caliente, con déficit pequeño de agua o sin déficit, luego en la parte media a baja de la subcuenca se tiene F3, el clima es húmedo, muy caliente, con déficit pequeño de agua o sin déficit y la parte baja se tiene y en la parte baja se tiene E3, esto es clima húmedo, muy caliente, con déficit pequeño de agua.

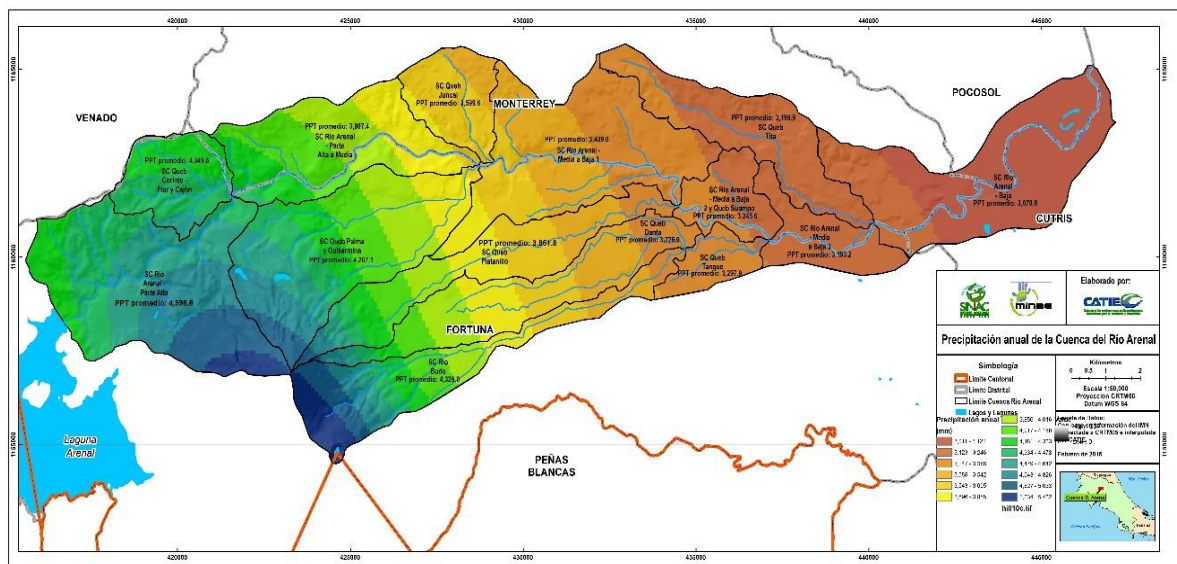
- **Precipitación**

Los datos resumen de la precipitación para las 3 estaciones escogidas, como representativas, aunque con la advertencia que solo una pasa de 10 años, esto es no siquiera llega a un periodo establecido para análisis de obras hidráulicas de 25 a 30 años, **Cuadro 4**.

Cuadro 4. Precipitación mensual y total en estaciones en la subcuenca del río Arenal

ESTACION	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
69540	La Fortuna de San Carlos	198	127	104	78	281	426	536	434	383	441	305	283	3597
69727	Adifort, La Fortna, Aut	414	265	124	148	430	688	814	466	530	452	434	373	5137
69529	Boca Arenal	78	70	56	98	213	216	404	347	338	448	299	293	2859
PROMEDIO		230	154	94	108	308	443	585	416	417	447	346	316	3864
Datos Balance		207	170	93	98	283	451	489	438	411	434	376	370	3820
Error respecto al balance (%)		-11.0	9.6	-1.5	-10.0	-8.9	1.7	-19.6	5.1	-1.5	-3.1	8.0	14.5	-1.2

Fuente: IMN 2016



Mapa 3. Isoyetas de la subcuenca del río Arenal

Fuente: elaboración propia con base a la cartografía 1:50 000, IGN

Se incluyó la comparación con un balance histórico mensual datos del 1994-2008, que se usará en el cálculo de la escorrentía o caudal específico. A nivel total anual el error es -1.2% lo que demuestra que el balance está bastante cerca de los valores de las estaciones, a nivel mensual, hay un error de -19.6% en el mes de julio y de 14.5 en diciembre, sin embargo, se considera

que la representación e influencia espacial de las estaciones no toman en cuenta los máximos de lluvia que se dan en la parte alta de la subcuenca.

- **Temperatura**

Las temperaturas promedio mensuales se resumen (cuadro 4), el promedio anual es de 24.1 °C, **Cuadro 5.**

Cuadro 5. Temperaturas promedio mensuales, estaciones subcuenca del río Arenal

ESTACION	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
69529	Boca Arenal	24.3	24.9	25.4	26.4	26.0	25.8	25.3	25.8	25.2	25.2	24.8	24.3	25.3
69727	Adifort, La Fortuna, Aut	23.1	23.4	24.3	25.3	25.0	24.9	24.5	25.0	24.9	25.0	24.0	23.2	24.4
Promedio		23.7	24.2	24.9	25.8	25.5	25.4	24.9	25.4	25.0	25.1	24.4	23.7	24.8

Fuente: IMN 2016

- **Agua superficial**

En el **Cuadro 6** se presentan los caudales estimados los caudales para la subcuenca del río Arenal y por microcuenca, tanto en m³/s como en caudal específico l/s/Km².

Cuadro 6. Caudales estimados en la subcuenca del río Arenal

Código	Nombre microcuenca	ÁREA (Km ²)	Escurrencimiento medio (mm)	Caudal (m ³ /s)	Caudal específico (l/s/Km ²)
1	Río Arenal - Baja	20,0340	1796	1,14	56,96
2	Río Arenal - Parte Alta a Media	14,2467	2803	1,27	88,88
3	SC Río Arenal - Media a Baja 1	19,7354	2197	1,38	69,68
4	Queb Juncal	5,9466	2400	0,45	76,10
5	Queb Palma y Guillermina	19,8345	3089	1,94	97,96
6	Queb Corinto - Flor y Cajún	6,8451	3157	0,69	100,11
7	Río Arenal - Parte Alta	22,7691	3424	2,47	108,58
8	Queb Platanillo	12,2231	2636	1,02	83,58
9	Queb Tita	10,9005	1946	0,67	61,71
10	Río Arenal - Media a Baja 2 y Queb Suamp	4,6891	1974	0,29	62,61
11	Río Arenal - Media a Baja 3	5,6497	1912	0,34	60,64
12	Queb Tanque	3,3262	2022	0,21	64,12
13	Queb Danta	12,4367	2492	0,98	79,02
14	Río Burío	12,2994	3169	1,24	100,48
Total		170,9361	35018	14,10	82,47

Fuente: Elaboración propia

- **Agua subterránea**

En total hay 57 pozos en la subcuenca del río Arenal, y 5 microcuencas que no presentaron datos, por que no hay o por que no tienen pozos. La microcuencas de Palma y Guillermina y de la Quebrada Platanillo, tienen 36 pozos, esto es el 63.2% del total de pozos. Agregando las del río Arenal, en la parte alta y media, sumaron 43 con el 75.4%, ubicado en el cinturón turístico de la subcuenca. En la parte mas baja 7 pozos con un 12.3% del total.

- **Áreas protegidas**

En la subcuenca del río Arenal se encuentran dos áreas silvestres protegidas, estas son: Reserva Forestal Zona de Emergencia Volcán Arenal y el Parque Nacional Volcán Arenal, ambas comprendidas en el Área de Conservación Arenal Huetar Norte (ACA-HN). La superficie

ocupada por estas áreas silvestres protegidas es de 27,59 km² que representa el 16,1% de la superficie total de la cuenca, ubicadas en el distrito de Fortuna

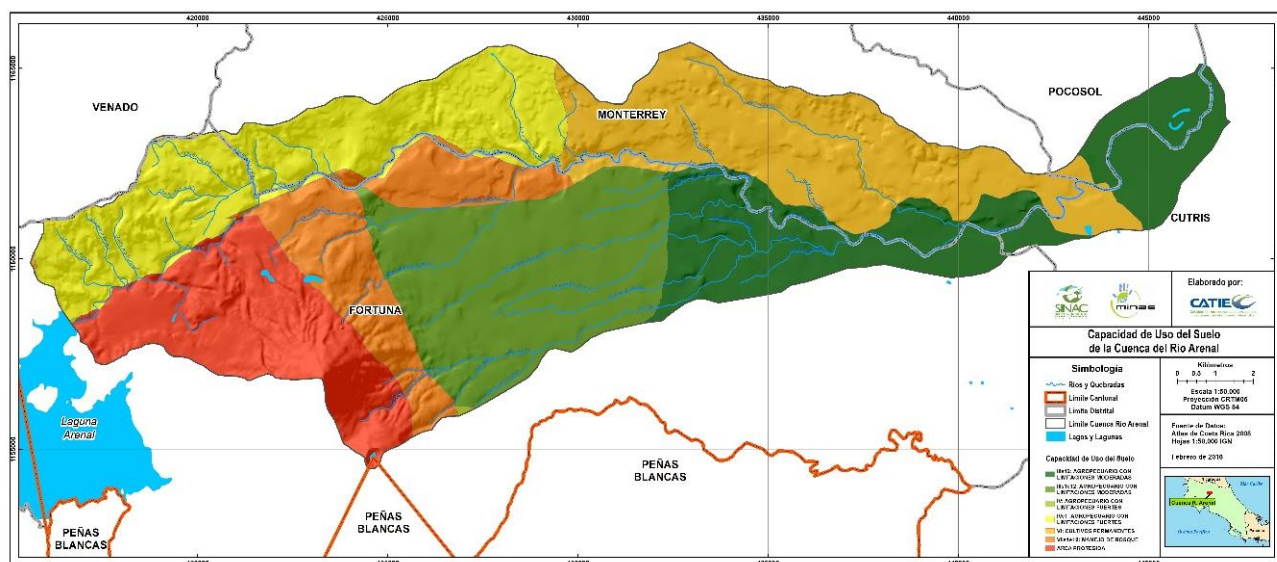
- **Suelos**

En la subcuenca del río Arenal se encuentran tres órdenes de suelos: ultisoles, entisoles e inceptisoles. Los ultisoles (Ut) son suelos con horizonte argílico (20% de aumento en el contenido de arcillas en la sección de control) con menos de un 35% de saturación de bases, generalmente profundos, bien drenados de color rojo o amarillo y relativa baja fertilidad.

Los suelos entisoles (E) son suelos recientes con poco desarrollo de horizontes, en el que solo hay un epipedón ócrico (amarillento) u horizonte mínimo. Los suelos inceptisoles (I) son suelos jóvenes con horizonte B cámbico (apenas se forma un B) y sin otro horizonte diagnóstico. Los subórdenes presentes en el área son: Andept, Humult, Orthent, Psamment, Tropept y Aquept

- **Capacidad de uso del suelo**

Según la capacidad de uso, la subcuenca no tiene suelos de clases I y II, destacan con mayor superficie los suelos de clase III con 37% de cobertura, seguidos de las clases IV y VI con 19% (**Mapa 4**) y el (**Cuadro 7**).



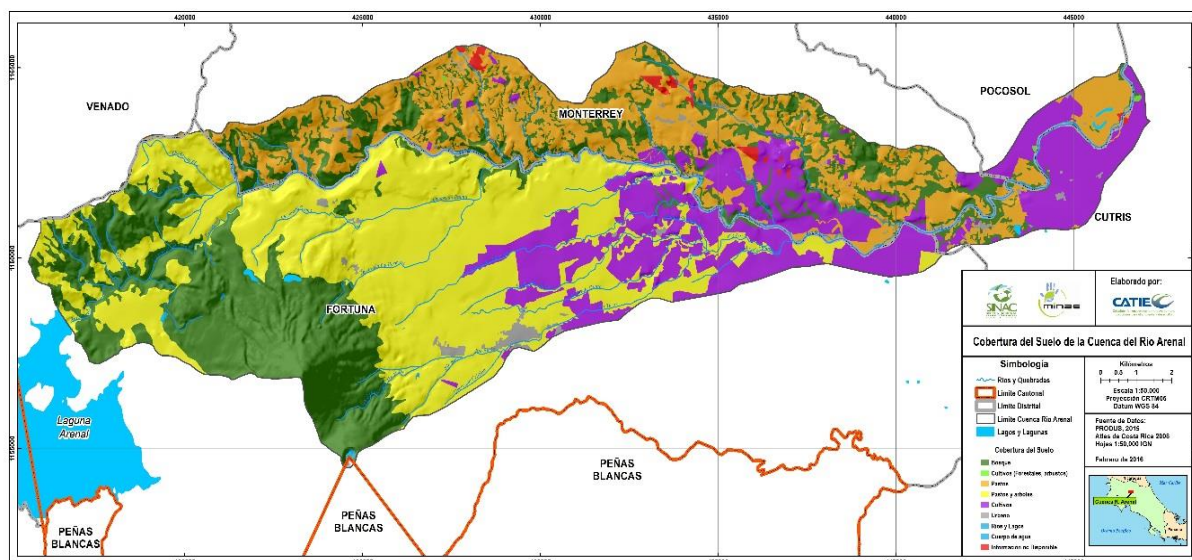
Mapa 4. Capacidad de uso
Fuente: Atlas ITCR, 2014

Cuadro 7. Distribución en área y porcentual de la capacidad de uso del suelo

Capacidad de Uso	Área (Km ²)	Área (%)
VIII área protegida	23,34	13,65
IIIs12: agropecuario con limitaciones leves	31,00	18,12
IIIs1e12: agropecuario con limitaciones moderadas	32,52	19,04
IV: agropecuario con limitaciones fuertes	0,08	0,05
Ive1: agropecuario con limitaciones fuertes	32,85	19,21
VI: cultivos permanentes	33,25	19,44
VIIIs1e12: manejo de bosque	17,94	10,49
Total	171,03	100,00

- **Cobertura del suelo**

El mapa de cobertura del suelo fue elaborado por PRODUS (2013) y presenta las siguientes categorías: bosque, cultivos forestales y pastos, pastos con árboles, cultivo y urbano. Se observa que la cobertura pastos con árboles es la que predomina con 52%. A continuación, el **Mapa 5** y **Cuadro 8** que resume la cobertura del suelo en la subcuenca Arenal.



Mapa 5. Cobertura del suelo de la cuenca del río Arenal
Fuente: PRODUS, 2013

- **Bosque:** las áreas de bosque se encuentran distribuidas principalmente en la parte oeste de la cuenca con áreas continuas relativamente grandes al pie del volcán Arenal y del Cerro Chato y al noreste de la laguna de Arenal. En la parte norte del cauce del río Arenal se encuentra bosque fragmentado. Esta cobertura representa el 27,6% del área.
- **Cultivos forestales y arbustos:** esta categoría representa apenas el 0,04% por lo que se infiere que son pequeñas plantaciones forestales que no pasan de las 600 ha.
- **Pastos con árboles:** esta cobertura se encuentra distribuida en la parte suroeste y sur y norte-central de la subcuenca. Representa el 52,5% del área, lo que determina que el uso predominante en el área sea la ganadería.
- **Cultivos:** los cultivos en el área se encuentran distribuidos hacia la parte sureste y este de la subcuenca. Representa el 17,9% del área.
- **Urbano:** el área urbana cubre el 0,97% de la subcuenca. Está compuesta principalmente de los núcleos urbanos de los principales poblados dentro de la subcuenca (Fortuna).
- Otras categorías como cuerpos de agua, ríos y lagos y la información no disponible representan en conjunto el 0,94% del área.

Cuadro 8. Distribución en área y porcentual de la cobertura del suelo de la subcuenca del río Arenal

Cobertura	Área (Km ²)	Área (%)
Bosque	47.13	27.63
Cuerpo de agua	0.11	0.06
Cultivos	30.52	17.89
Cultivos (Forestales, arbustos)	0.06	0.04

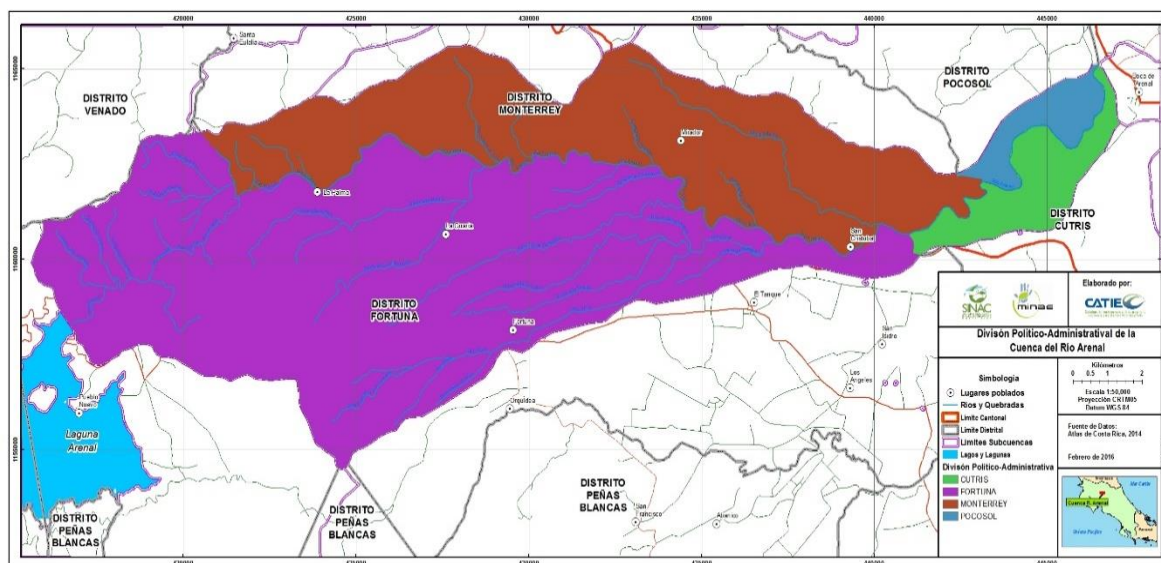
Cobertura	Área (Km ²)	Área (%)
Información no Disponible	0.83	0.49
Pastos y arboles	89.62	52.54
Ríos y Lagos	0.66	0.39
Urbano	1.65	0.97

Fuente: PRODUS, 2013

c) Caracterización socioeconómica

- División político administrativa**

La subcuenca del río Arenal se encuentra en su totalidad localizada en el cantón de San Carlos perteneciente a la provincia de Alajuela. Está inmersa en parte de los distritos de Cutris, Monterrey, Fortuna y Pocosol (**Mapa 6**).



Mapa 6. División político administrativa
Fuente: Atlas ITCR, 2014

La mayor parte de la subcuenca se encuentra ubicada dentro del distrito de Fortuna, con un cubrimiento del 61,4% de la subcuenca. En su orden le siguen el distrito de Monterrey (30,9%), Cutris (5%) y Pocosol (2,7%).

- Demografía**

Según el censo referido la población de la subcuenca fue estimada en 10.562 habitantes. Según la distribución espacial de la población se tiene que en el distrito de Monterrey prevalecen los grupos poblacionales entre 69 y 126 habitantes, mientras que en el distrito de Fortuna se encuentran los grupos entre 127 y 206 habitantes. Los grupos poblacionales mayores (entre 207 y 387 habitantes) se encuentran en los distritos de Pocosol y Cutris, esto guarda concordancia con la distribución de la población urbana y rural en la cuenca, siendo estos dos distritos netamente urbanos (en sus correspondientes porciones pertenecientes a la subcuenca). Según la distribución poblacional el distrito más poblado es Fortuna que alberga el 74,14% de la población total de la subcuenca, seguido del distrito de Monterrey con el 13,76% de la población. La densidad poblacional estimada para la subcuenca es de 61,74 habitantes por kilómetro cuadrado.

- **Salud**

La mayor parte de los pobladores de la subcuenca del río Arenal están cubiertos por el sistema de seguridad social del país, el 80,6% de las personas tienen acceso a ese servicio. La mayor parte de estas personas están ubicadas en los distritos de Fortuna y Monterrey (7.332 de un total de 8.510 personas) (**Cuadro 9**).

Cuadro 9. Cantidad de personas ubicadas en la subcuenca del río Arenal, que cuentan con seguro social

Distrito	Personas que tienen seguro social	Personas que no tienen seguro social
Cutris	923	83
Fortuna	6.201	1.630
Monterrey	1.131	322
Pocosol	255	17
Total	8.510	2.052

Fuente: INEC, 2011. Censo 2011, información por UGM

Los pobladores de la subcuenca están adscritos a diferentes tipos de seguro social, entre los cuales se destaca el grupo de los asalariados y familiares de los asalariados, que involucra a un total de 6.676 personas que representan el 78,4% del total de personas aseguradas en la subcuenca. El segundo tipo de seguro social en orden de importancia es el seguro por cuenta propia o voluntario, con 1.045 asegurados que representan el 12,3% del total.

- **Infraestructura vial y transporte**

La subcuenca del río Arenal cuenta con una buena infraestructura de caminos debido al desarrollo turístico que ha experimentado el área del Parque Nacional Volcán Arenal y los desarrollos hoteleros cercanos al mismo, principalmente en los alrededores de Fortuna.

La subcuenca del río Arenal cuenta con un total de 172.7 km de carreteras y caminos, de los cuales las vías primarias constituyen 13.9 km de la Ruta Nacional 4. La vía secundaria tiene una longitud de 19.8 km y está constituida por la Ruta Nacional 142. La ruta terciaria está constituida por la Ruta Nacional 702 y 736 con una longitud total de 19.8 km. Los caminos vecinales (calles urbanas, caminos rurales, etc) constituyen 128.7 km de vía.

- **Educación**

El nivel educativo de los pobladores de la subcuenca muestra que personas que saben leer y escribir suma 8.772 y representan el 92,6% del total, en contraste con 698 personas que no saben leer y escribir y que representan el 7,4% del total.

Por otra parte, el 22% de las personas completaron la educación primaria; el 23,9% tienen primaria incompleta; el 9,6% completaron la secundaria; el 21,4% tienen secundaria incompleta y el 14,2% tienen algún grado de educación superior.

A nivel de distritos sobresale Fortuna por la mayor cantidad de personas que saben leer y escribir (6.474), así como por la cantidad de personas que tienen educación primaria completa (1.563), secundaria completa (694) y que han avanzado a la educación superior (757 personas).

El segundo distrito en importancia por la cantidad de personas que saben leer y escribir y que han logrado completar estudios primarios es Monterrey. El distrito de Cutris sobresale también por la cantidad de personas que tienen secundaria completa y que han alcanzado la educación superior.

- **Tenencia de la tierra**

En los distritos involucrados en la cuenca existen 3.564 fincas con una extensión total de 260.426 ha. Estas fincas están sometidas a dos regímenes de tenencia que son: la tenencia simple, con 3.318 fincas que representan el 93,1% del total de fincas, y la tenencia mixta, que incluye a 246 fincas que representan el 6,9% restante. La forma de tenencia simple se refiere a tierras propias, comunales, en colonato, o en arrendamiento. La forma de tenencia mixta se refiere a tierras poseídas en más de una de las formas simples.

A nivel de distritos se destaca Pocosol por la mayor cantidad de fincas (1.340) que representan el 37,6% del total de fincas y por la mayor cantidad de extensión (118.057 ha) que representa el 45,3% del total de hectáreas. La forma de tenencia predominante en este distrito es también la simple, con 1.285 fincas y 87.253 ha en total.

- **Servicios básicos**

Los resultados del Censo 2011 indican que el servicio de electricidad está disponible para el 99.7% de los pobladores de la cuenca, ya que sólo 8 viviendas de un total de 3.137 carecen de ese servicio. El sector cooperativo es el principal proveedor de electricidad, ya que suministra este servicio al 94% de las viviendas ubicadas dentro de la subcuenca.

- **Actividades productivas agrícolas**

Las principales actividades de producción agrícola que son atendidas en el área de influencia de la Agencia de Extensión Agropecuaria de La Fortuna, son: yuca, ñampí, plátano y papaya. La Agencia atiende también la agrocadena de ganadería de doble propósito.

La yuca se siembra en toda el área de influencia de la Agencia y es el cultivo de raíces y tubérculos que más se siembra en la zona. La principal variedad de yuca sembrada en la zona es la Valencia, seguida por la variedad Señorita. Otro producto que se está sembrando es el ñampí, del cultivar llamado Brasileño, el cual está sustituyendo al ñampí criollo por rendimiento y calidad. La papaya está tomando auge ya que se está sembrando tanto para la industria como para consumo como fruta fresca. Este cultivo tiene potencial para la exportación y actualmente se está exportando a Canadá. El plátano es un cultivo muy estable en la zona, se siembra en Fortuna y en Peñas Blancas en mayor escala por las buenas condiciones de suelo que presentan estos dos lugares.

La ganadería de doble propósito es una agrocadena que se caracteriza por la producción de leche y carne; donde las vacas se ordeñan y los terneros machos se destinan al engorde en la finca, generando ingresos por su venta para carne.

Los sistemas de comercialización más comunes en la zona muestran algunas variaciones según el producto de que se trate; por ejemplo la yuca es comercializada en ferias del agricultor, en el mercado mayorista y como producto de exportación en forma parafinada, pelada congelada y en masa. El ñampí es comercializado en ferias del agricultor y en el mercado mayorista, pero la mayor parte de la producción es comercializada principalmente por las plantas exportadoras hacia Estados Unidos y Europa. El plátano se comercializa en ferias del agricultor, tramos, pulperías, supermercados, mercado mayorista y a veces es exportado a Estados Unidos. La papaya es comercializada en tramos, supermercados, mercado mayorista, y una parte se destina a la industria nacional y a la exportación a Canadá.

Al menos la mitad de la producción de todas las actividades productivas está vinculada al mercado y la mayor parte de esas actividades está 100% destinada al mercado, como es el caso de yuca, papaya, plátano, piña, palmito, camote, leche, ganado de doble propósito y cerdos.

En cuanto al tamaño de las explotaciones, predominan las extensiones pequeñas, de menos de 3 ha para la mayoría de los cultivos agrícolas, salvo el caso de la piña en que no se tienen datos disponibles. La ganadería de leche y doble propósito se maneja en explotaciones más grandes, entre 10 y 20 ha.

Los rendimientos por hectárea varían con cada cultivo, desde casos como el frijol cuya productividad se estima en 0.8 Tm/ha, hasta casos como la papaya y la caña de azúcar con rendimientos de 60 y 100 Tm/ha respectivamente.

Fincas agroecoturísticas: En la subcuenca del río Arenal la actividad la producción, fomento agroecológico y turístico poseen potencial. Existe la presencia de fincas que brindan el servicio, la población local ha promovido de esta forma una nueva forma de subsistencia mediante el uso sostenible y sustentable de los recursos obtenidos de la subcuenca. Se tuvo la oportunidad de tener acercamiento con algunas fincas agroforestales de la zona como:

- Colegio Técnico Experimental
- Eco - Centro Danaus
- Finca Educativa Don Juan
- Finca Educativa Arenal Oasis

• **Actividades comerciales y turísticas**

Las actividades comerciales y turísticas han tenido mucho auge por la gran cantidad de atractivos turísticos que se han ido desarrollando en el área de la subcuenca y en las zonas aledañas, principalmente en lo referente a la Unidad de Planeamiento Turístico (UTP) Llanuras del Norte y el Parque Nacional Volcán Arenal.

Con relación a la Unidad de Planeamiento Turístico (UTP) Llanuras del Norte, se destacan los siguientes atractivos turísticos:

- Volcán Arenal

- Río Celeste, Refugio de Vida Silvestre Caño Negro
- Río San Carlos
- Río Sarapiquí
- Territorio Indígena Maleku
- Estación Biológica La Selva
- Cavernas de Venado
- Lago Arenal
- Catarata de La Fortuna
- Ecocentro Danaus
- Centro de Rescate de Vida Silvestre La Marina
- Comunidades y caminos rurales pintorescos
- Actividades agropecuarias (cultivo de tubérculos, frutas, caña de azúcar, ganadería).

- **Empleo**

Para el año 2011, la PEA superaba las 10.000 personas en Fortuna y Pocosol, mientras que en Monterrey alcanzaba apenas los 2.500 habitantes. La mayor tasa de ocupación se observa en Fortuna, con 60,8 %, donde se da el menor porcentaje de población económicamente inactiva (37,7%), y la menor relación de dependencia económica (1,3).

El distrito de Pocosol enfrenta la menor tasa de ocupación, el mayor porcentaje de población económicamente inactiva y la mayor relación de dependencia económica. Los distritos de Cutris y Monterrey experimentan indicadores intermedios, salvo en el caso del desempleo abierto cuya tasa es la más alta de todas en Cutris (4,0) y la más baja en Monterrey (2,0) (**Cuadro 10**).

Cuadro 10. Indicadores de población económicamente activa, ocupación y desempleo en los distritos involucrados en la subcuenca del río Arenal

Distrito	Población de 15 años y más	Tasa de ocupación	Tasa de desempleo abierto	Porcentaje de población económicamente inactiva	Relación de dependencia económica
Fortuna	10.769	60,8	2,5	37,7	1,3
Cutris	6.974	49,1	4,0	48,9	1,9
Monterrey	2.482	52,0	2,0	46,9	1,6
Pocosol	10.471	45,6	3,0	52,9	2,1

Fuente: INEC, 2011.

En el **Cuadro 11** se muestran los porcentajes de población ocupada en los diferentes sectores económicos de los distritos que conforman la subcuenca. En el sector productivo los mayores porcentajes de población ocupada se observan en los distritos de Cutris y Pocosol. La ocupación en el sector de industria y transformación es más relevante en los distritos de Monterrey y Pocosol, mientras que el empleo en el sector de servicios es mucho mayor en Fortuna donde alcanza al 72,3% de la población ocupada, seguido por Monterrey y Pocosol.

Cuadro 11. Población ocupada por sectores económicos, en los distritos involucrados en la subcuenta del río Arenal

Distrito	Porcentaje de población ocupada		
	Sector Primario	Sector Secundario	Sector Terciario
Fortuna	17,5	10,2	72,3
Cutris	58,3	12,4	29,3
Monterrey	38,4	17,0	44,6
Pocosol	48,0	15,6	36,4

Fuente: INEC, 2011. Censo 2011.

Con relación a los niveles de pobreza observada en la subcuenta, se muestra que la cantidad de hogares y familias que se encuentran en los estados de pobreza y pobreza extrema, en los cuatro distritos que integran la subcuenta. Se destaca el distrito de Pocosol en el cual no se identifican hogares en esos estados, y Cutris dónde sólo se reportan dos hogares pobres de un total de 330. En Fortuna se reporta el 12,9% de hogares en estado de pobreza y el 0,4% en pobreza extrema, mientras que en Monterrey estas cifras alcanzan el 23,9% y 1,7% respectivamente.

- **Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales**

Se identificaron 23 organizaciones gubernamentales en los distritos que forman parte de la subcuenta del río Arenal, mismas que prestan diversos servicios relacionados con los sectores: productivo, comercio, salud, seguridad, educación, ambiente, entre otras. Se identifican 18 organizaciones no gubernamentales referidas en el documento -Diagnóstico General del Área de Conservación Arenal Huetar Norte.

- **Plataformas institucionales**

En la subcuenta del río Arenal se ha identificado la presencia de la Comisión para la Coordinación Cantonal Interinstitucional, creada en abril del año 2013 para coordinar bajo el liderazgo de la municipalidad de San Carlos, las actividades que realizan las instituciones del sector público que tienen representación en el cantón.

El Consejo Cantonal de Coordinación Interinstitucional (CCCI) de San Carlos, posterior a su creación, se planteó la necesidad de planificar y darle seguimiento al trabajo que se desarrolla en esta instancia de coordinación, para lo cual elaboró el correspondiente Plan de Trabajo, que de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento a la Ley General de Transferencia de Competencias del Poder Ejecutivo a las Municipalidades, está orientado a satisfacer las necesidades reales del cantón y conciliar los programas y presupuestos de los entes públicos con el fin de lograr mayor eficacia y eficiencia en la acción pública.

Para la elaboración de este Plan, se contó con el apoyo técnico de la Dirección Regional Huetar Norte del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, que facilitó el proceso de planificación, en cumplimiento de su cometido de velar por el funcionamiento de estos Consejos.

Los miembros de la CCCI representantes de las diversas instituciones estatales presentes en el cantón, establecieron acuerdos respecto a las áreas de trabajo prioritarias y las acciones a desarrollar. Así mismo para la definición de los objetivos del Plan, se trabajó en grupos intersectoriales, a fin de que se tuviera una visión integral de las diversas áreas de especialidad de las instituciones; posteriormente, se integraron grupos por áreas afines para plantear acciones estratégicas y actividades a desarrollar, así como establecer metas, indicadores, responsables y corresponsables de la ejecución y seguimiento del Plan (Municipalidad de San Carlos, 2014).

- **Redes organizacionales locales**

A este respecto se contó con información proporcionada por la DINADECO actualizada al mes de julio del año 2015, con información acerca de las Asociaciones de Desarrollo Integral presentes en la subcuenca del río Arenal. Se identifican un total de 29 asociaciones (10 en Cutris, 6 en Fortuna, 4 en Monterrey y 9 en Pocosol).

Entre sus funciones está la de promover, mediante el esfuerzo conjunto y organizado, el desarrollo económico y el progreso social y cultural de sus comunidades. Aunque en su mayoría atienden demandas en relación a servicios, varias trabajan en el tema de manejo de residuos sólidos y administración de acueductos.

4.2.2. Diagnóstico

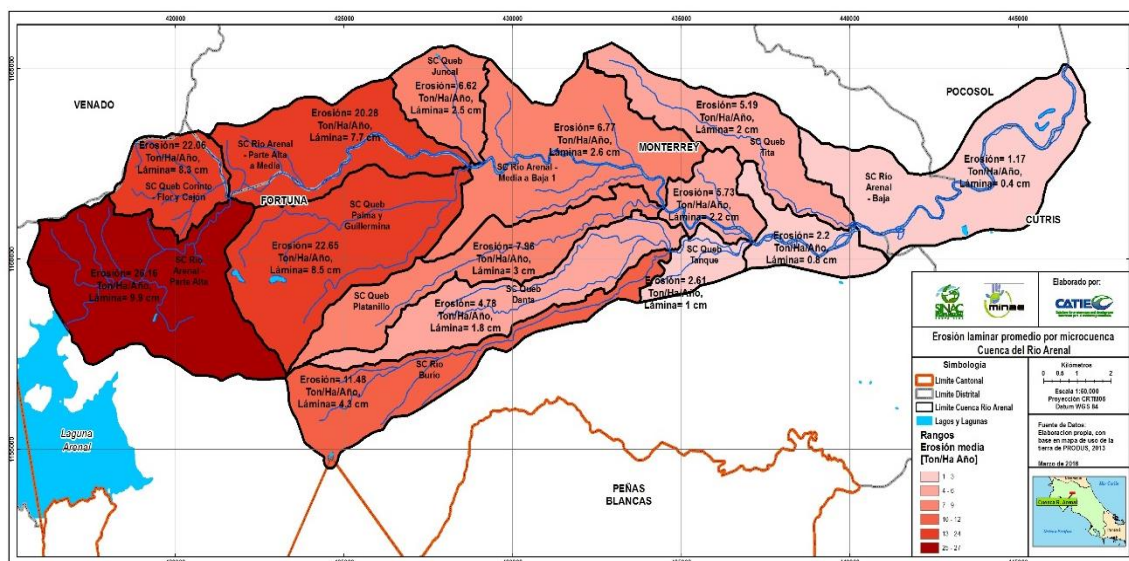
a) Diagnóstico biofísico

- **Recurso suelo**

Los suelos en la subcuenca del río Arenal en cuanto a su origen presentan tres clases, entre ellos los ultisoles, entisoles e inceptisoles, predominantemente jóvenes y de moderada fertilidad natural. En la subcuenca predomina el suborden Andept (44,6 %) y el suborden Humult (47,69 %) que son buenos para la agricultura, sobre todo si se complementan con prácticas de conservación de suelos y aguas.

De acuerdo a la capacidad de uso del suelo, la subcuenca presenta las clases III, IV, V, VI y VII, con una cobertura porcentual que varía entre 19,44 a 10,49%, exceptuando la clase IV (0,05). La subcuenca presenta una distribución de clases de la siguiente forma: clase III para uso agropecuario con limitaciones se tienen 95,15 km² (37,21%), mientras que en la clase IV para agricultura con limitaciones fuertes se tienen 32,85 km² (19,44%), existe también la clase VI para cultivos permanentes con una cobertura de 33,25 km² (19,44%).

La erosión laminar del suelo calculada es mayor en las microcuencas ubicadas en la parte alta de la subcuenca, con tasas que varían entre 22 a 26 Ton/Ha/año, como se muestra en el **Mapa 7 y Cuadro 12.**

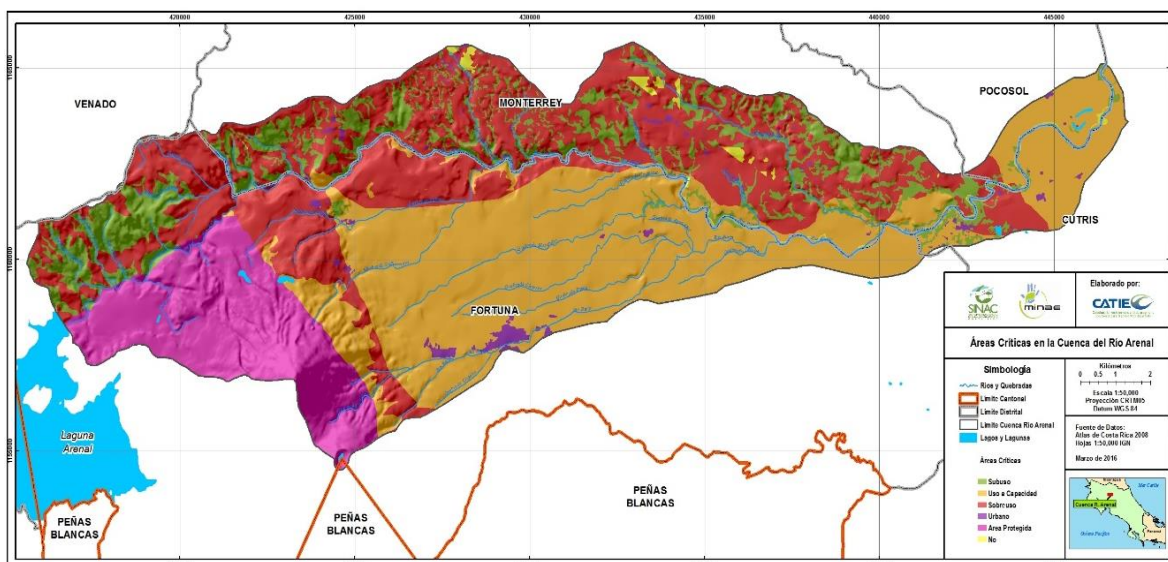


Mapa 7. Erosión media por microcuenca y lámina de pérdida de suelos
Fuente: IGN, 1:50000

Cuadro 12. Erosión media por microcuenca y lámina de pérdida de suelos

Código	Nombre	Area (km ²)	Erosión media (Ton/Ha/año)	Lámina de pérdida (cm)
1	Río Arenal - Parte Alta	22,77	26,16	9,9
2	Queb Corinto - Flor y Cajón	6,85	22,06	8,3
3	Río Arenal - Parte Alta a Media	14,26	20,28	7,7
4	Queb Palma y Guillermina	19,83	22,65	8,5
5	Queb Platanillo	12,23	7,96	3,0
6	Queb Danta	12,44	4,78	1,8
7	Río Burío	12,30	11,48	4,3
8	Queb Juncal	5,96	6,62	2,5
9	Río Arenal - Media a Baja 1	19,75	6,77	2,6
10	Queb Tita	10,94	5,19	2,0
11	Río Arenal - Media a Baja 2 y Queb Tanque	4,69	5,73	2,2
12	Queb Tanque	3,33	2,61	1,0
13	Río Arenal - Media a Baja 3	5,66	2,20	0,8
14	Río Arenal - Baja	20,07	1,17	0,4

Las áreas en conflicto por el uso del suelo se presentan en el **Mapa 8** y **Cuadro 13**, presentando el 33.1 % del territorio en sobre uso y el 37% en uso a capacidad.



Mapa 8 Áreas en conflicto del uso del suelo en la subcuenca del río Arenal

Fuente: Atlas ITCR, 2014

Cuadro 13. Áreas en conflicto del uso del suelo en la subcuenca del río Arenal

Categoría	Área (km ²)	% Área
Subuso	23.57	13.8
Uso a Capacidad	64.22	37.6
Sobreuso	56.52	33.1
Urbano	1.65	1.0
Area Protegida	23.36	13.7
No Aplica	1.51	0.9
Total	170.83	100.0

Fuente: Atlas ITCR, 2014

- **Recurso agua**

Datos recolectados para la subcuenca del río Arenal permite concluir que no se han detectado, para el periodo 2015 problemas con el agua para consumo humano. Tomando como referencia los parámetros microbiológicos (*Escherichia coli*) y metales pesados (arsénico) para agua potable, se debe señalar que de 6 acueductos que proporcionaron sus resultados de análisis de calidad de agua, ninguno presentó contaminación por *Escherichia coli* ni por metales pesados como el Arsénico, es decir que cumplen con los parámetros establecidos por ente rector. No sucede lo mismo con los cursos de agua superficial. Debido a las actividades agropecuarias, de tipo extensivo en la parte baja de la subcuenca, el crecimiento urbano en la media y baja de la subcuenca, las actividades hoteleras, los cursos de agua están siendo expuestos a distintas fuentes de contaminación. Mediante la metodología de identificación de macro invertebrados en el agua, aplicada en trabajo de campo utilizando técnicas cualitativas para la caracterización de habitats y calidad de los surcos de agua se logra determinar la presencia posible, teniendo en cuenta las condiciones in situ, de contaminantes.

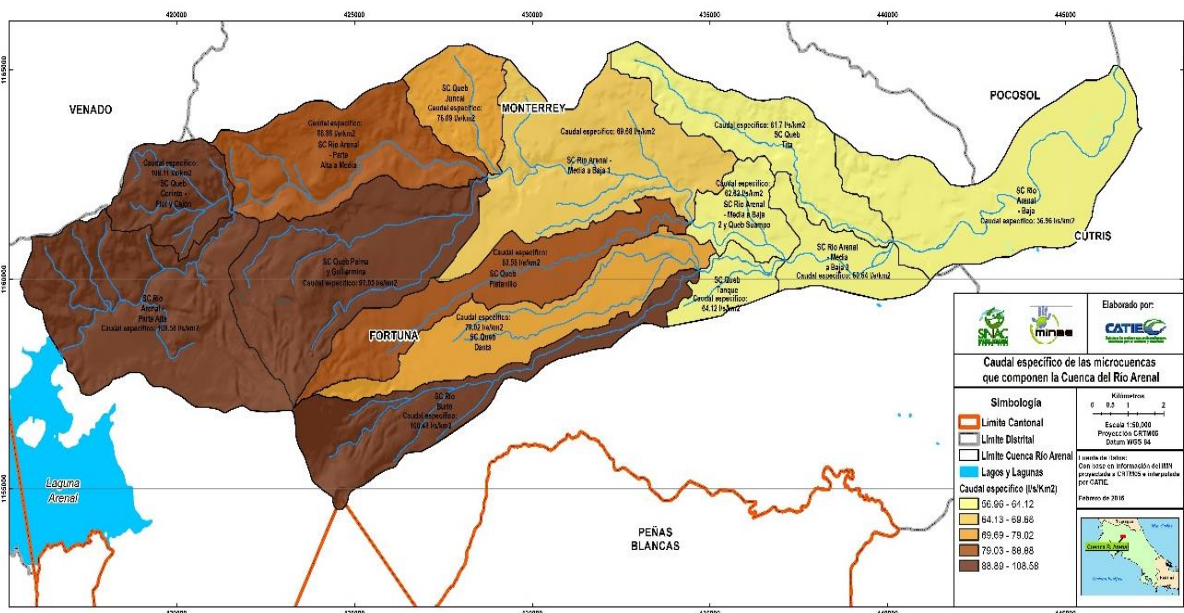
En el **Cuadro 14** se presentan los caudales estimados los caudales para la subcuenca del río Arenal y por microcuenca, tanto en m³/s como en caudal específico l/s/Km².

Cuadro 14. Caudales estimados en la subcuenca del río Arenal

Código	Nombre microcuenca	ÁREA (Km ²)	Escurrimiento medio (mm)	Caudal (m3/s)	Caudal específico (l/s/Km ²)
1	Río Arenal - Baja	20,0340	1796	1,14	56,96
2	Río Arenal - Parte Alta a Media	14,2467	2803	1,27	88,88
3	SC Río Arenal - Media a Baja 1	19,7354	2197	1,38	69,68
4	Queb Juncal	5,9466	2400	0,45	76,10
5	Queb Palma y Guillermina	19,8345	3089	1,94	97,96
6	Queb Corinto - Flor y Cajún	6,8451	3157	0,69	100,11
7	Río Arenal - Parte Alta	22,7691	3424	2,47	108,58
8	Queb Platanillo	12,2231	2636	1,02	83,58
9	Queb Tita	10,9005	1946	0,67	61,71
10	Río Arenal - Media a Baja 2 y Queb Suamp	4,6891	1974	0,29	62,61
11	Río Arenal - Media a Baja 3	5,6497	1912	0,34	60,64
12	Queb Tanque	3,3262	2022	0,21	64,12
13	Queb Danta	12,4367	2492	0,98	79,02
14	Río Burío	12,2994	3169	1,24	100,48
Total		170,9361	35018	14,10	82,47

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en la subcuenca produce anualmente 14.1 m³/s u 82.47 l/s/Km², con microcuencas muy productoras de agua como la microcuenca del río Arenal - Parte Alta, la microcuenca Queb Corinto – Flor y Cajún y la microcuenca río Burío con más de 100 l/s/Km², siendo la cuenca menos productora la microcuenca Arenal – Baja, con 57 l/s/Km², (**Mapa 9**).



Mapa 9. Caudales específicos en la subcuenca río Arenal

Fuente: Elaboración propia

La demanda de agua en la subcuenca del río Arenal no está registrada totalmente, de acuerdo a las concesiones otorgadas por el MINAE, se identifican demandas para diferentes usos: a) Agua para consumo humano, b) Agroindustrial, c) Agropecuario d) Comercial, e) Fuerza hidráulica, f) Industrial, e) Riego y g) Turístico. El número de concesiones en la subcuenca del río Arenal es de 141 estas se ubican principalmente en la parte media y alta de la cuenca

del río Arenal, siendo para uso turístico registrada (247.78 l/s) y consumo humano registrado (162.27 l/s). Hay una concesión para el ICE que se ha separado, porque constituye el caudal que se calculó por el PH Arenal, de 44.92 m³/s. En el **Cuadro 15** se incluye un detalle de los caudales concesionados según uso.

Cuadro 15. Tipo de uso de los caudales concesionados

Tipo de uso	Caudal (l/s)
Agroindustrial	0
Agropecuario	27.22
Comercial	8.92
Consumo humano	162.27
Industrial	10.17
Riego	346.87
Turístico	247.78
Subtotal	803.23
Fuerza hidráulica	44924
Total	45727.23

Fuente: MINAE- Dirección de Agua 2015

Algunos caudales concesionados, según información del AyA, 2013 para las Asociaciones Administradoras de Acueductos Comunales, entre ellas:

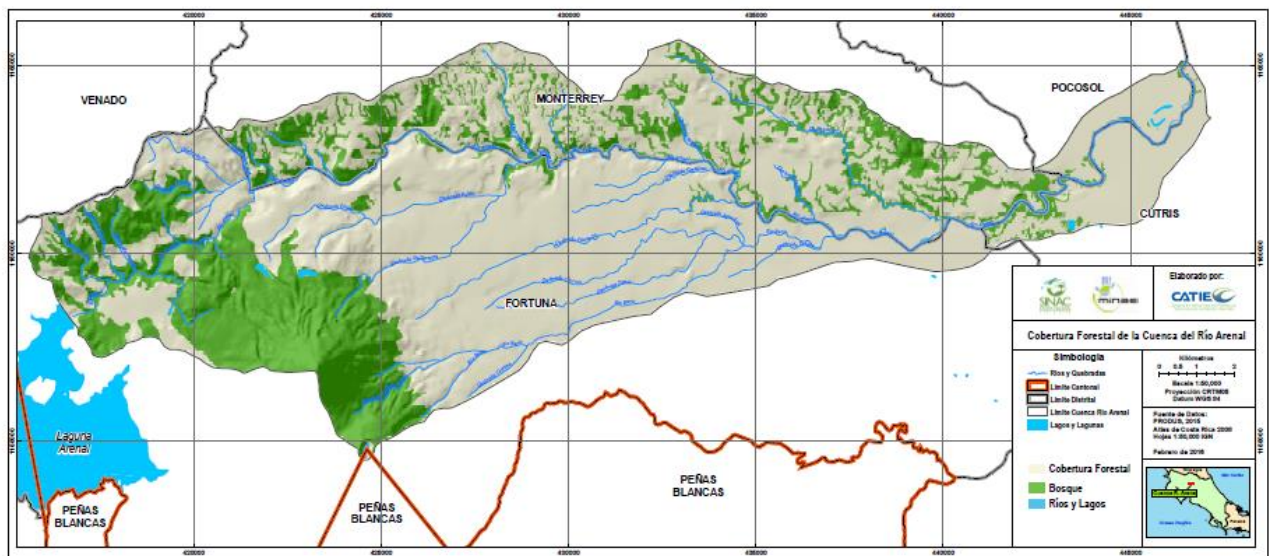
- Tanque de La Fortuna (116,35 l/s)
- Fortuna de San Carlos (51,65 l/s)
- Tanque de La Fortuna de San Carlos (51,65 l/s)
- Santa Rosa de Pocosol de San Carlos (19,15 l/s)

Con relación a la demanda de agua subterránea, se indica que en total hay 57 pozos en la subcuenca del río Arenal, y 5 microcuencas que no presentan datos, por que no hay o por que no tienen pozos. La microcuencas de Palma y Guillermina y de la Quebrada Platanillo, tienen 36 pozos, esto es el 63.2% del total de pozos. Contando las del río Arenal, en la parte alta y media, suman 43 con el 75.4%, ubicado en el cinturón turístico de la cuenca. En la parte mas baja 7 pozos con un 12.3% del total

- **Recurso bosque**

Las áreas de bosque se encuentran distribuidas principalmente en la parte oeste de la cuenca con áreas continuas relativamente grandes al pie del volcán Arenal y del Cerro Chato y al noreste de la laguna de Arenal. En la parte norte del cauce del río Arenal se encuentra bosque fragmentado. Esta cobertura representa el 27,6% del área. Como cultivos forestales y arbustos existen apenas un 0,04% por lo que se infiere que son pequeñas plantaciones forestales que no pasan de las 600 ha. Por otro lado los bosques riparios están degradados, no se encuentran en forma continua en las márgenes de los ríos, siendo muy variable su cobertura.

Las áreas a reforestar de acuerdo al mapa de conflictos del uso del suelo señala que en la parte media, margen derecho, aguas abajo; y la parte alta y media de la margen izquierda, aguas abajo; se encuentran las áreas que tienen posibilidades de reforestación (**Mapa 10**).



Mapa 10. Cobertura boscosa

Fuente: Atlas ITCR, 2014

b) Diagnóstico económico

El diagnóstico económico de la subcuenca del río Arenal se concentra en el análisis de los siguientes aspectos básicos:

- El servicio de electricidad está disponible para el 99.7% de las viviendas de la subcuenca. Además este servicio es provisto principalmente por el sector cooperativo como principal proveedor de electricidad en la subcuenca. Esta condición le da un sentido especial a la prestación del servicio, por el alto grado de participación de los actores locales y ciudadanos en general, en el movimiento cooperativo.
- El suministro de agua en las viviendas de la subcuenca es también una de las necesidades básicas que está siendo bien atendida, considerando que el 95,9% de las viviendas poseen este servicio. Es bueno destacar que el acueducto rural o comunal (ASADAs o CAARs), es el que tiene mayor cobertura en la subcuenca, atendiendo al 79% de las viviendas, principalmente en Fortuna y Monterrey.
- La disponibilidad de servicio sanitario conectado al tanque séptico es predominante en la subcuenca, como práctica generalizada en el 98,9% del total de viviendas. Sólo cuatro viviendas de un total de 3.137 no poseen servicio sanitario.
- La mayoría de las viviendas de la subcuenca poseen televisión por cable o satélite (70.8%) y también la mayoría tienen televisión convencional (86.7%).

Algunas debilidades relacionadas con el acceso a servicios básicos para los pobladores de la subcuenca son las siguientes:

- Los servicios de comunicación mediante telefonía fija podrían ser limitados debido a que el 60% de las viviendas no posee este servicio (información a nivel distrital). Sin embargo cabe considerar que el uso generalizado de la telefonía móvil que se experimenta actualmente en casi todos el ámbito de la subcuenca puede subsanar esta aparente debilidad.
- Las facilidades de cómputo e internet son todavía limitadas para una buena parte de los pobladores de la subcuenca. A pesar de que el 23,8% de las viviendas tienen computadora de escritorio, y que el 32,6 % de ellas poseen computadora portátil, el servicio de internet sólo está disponible en el 33,8% de las viviendas de la subcuenca.

Con relación a las actividades económicas que sustentan la generación de bienes y servicios, el empleo y los ingresos en el ámbito de la subcuenca, se destacan dos grandes campos de actividad:

- Actividades de producción y comercialización agropecuaria
- Actividades comerciales y turísticas

Las principales actividades de producción agropecuaria apoyadas por el MAG en la zona son: yuca, ñampí, plátano y papaya, más la ganadería de leche y doble propósito. Sin embargo existe una gran variedad de otras opciones de producción que conforman una lista de más de 20 cultivos y actividades productivas que se practican en la subcuenca.

Los productos que se generan en estas actividades son comercializados en ferias del agricultor, tramos del mercado, pulperías, supermercados, mercados mayorista, industria nacional y exportación, principalmente a Canadá, Estados Unidos y Europa.

Algunas características positivas que ofrecen los principales sistemas de producción presentes en la subcuenca son: la tecnología utilizada, el empleo de mano de obra familiar, la producción vinculada al mercado y el tamaño apropiado de las explotaciones.

Las actividades comerciales y turísticas son otro motor importante que mueve la economía local de la subcuenca y las comunidades aledañas. En consecuencia, estas actividades contribuyen de manera significativa a la generación de bienes y servicios, empleo e ingresos para los pobladores y para las empresas que se desenvuelven en este ámbito.

Con respecto a las actividades agroecológicas en la subcuenca, estas representan un impacto a nivel local, entendiendo local como el acercamiento inmediato que tienen con la comunidad en la que se localizan las mismas. Las prácticas realizadas en estas fincas utilizan técnicas especializadas y adaptadas a la actividad que desarrolla cada una de ellas, actividades que dan un gran aporte a la gestión ambiental como es el buen manejo de recursos disponibles, mano de obra local, desarrollo técnico, entre otros. Lo anterior promueve a la réplica de estas prácticas concibiéndolas como un sistema dentro de esta unidad de planificación. Promoviendo así el encadenamiento territorial económico de estas fincas con una adecuada articulación, cadenas de valor.

Las actividades comerciales y turísticas han tenido mucho auge por la gran cantidad de atractivos que se han ido desarrollando en el área de la subcuenca y en las zonas aledañas, principalmente en lo referente a la Unidad de Planeamiento Turístico (UTP) Llanuras del Norte y el Parque Nacional Volcán Arenal.

Los indicadores reportados por el INEC en el 2011, son favorables en lo referente a la PEA en Fortuna y Pocosol. La mayor tasa de ocupación se observa en Fortuna, con 60,8 %, donde se da a la vez el menor porcentaje de población económicamente inactiva (37,7%), y la menor relación de dependencia económica (1,3).

Estos mismos indicadores están en desventaja en el distrito de Pocosol donde se enfrenta la menor tasa de ocupación, el mayor porcentaje de población económicamente inactiva y la mayor relación de dependencia económica. Los distritos de Cutris y Monterrey experimentan indicadores intermedios, salvo en el caso del desempleo abierto cuya tasa es la más alta de todas en Cutris (4,0) y la más baja en Monterrey (2,0).

Considerando que en el 2011 el INEC reportaba, a nivel nacional, una PEA equivalente al 75,2% de la población total, una tasa de ocupación de 51,7%, una tasa de desempleo abierto de 3,4% y una relación de dependencia económica de 1,5; se observa que los distritos de Fortuna y Monterrey superan con ventaja los promedios nacionales, mientras que Cutris y Pocosol están ligeramente por debajo de esos promedios, en lo referente a la tasa de ocupación, la tasa de desempleo abierto y la relación de dependencia económica.

En el análisis de los niveles de pobreza observada en los distritos de la subcuenca, en el 2011, se destaca el distrito de Pocosol donde no se reportan hogares en esa condición, y Cutris con sólo dos hogares pobres de un total de 330. En Fortuna se reporta el 12,9% de hogares en estado de pobreza y el 0,4% en pobreza extrema, mientras que en Monterrey estas cifras alcanzan el 23,9% y 1,7% respectivamente.

Considerando que en ese mismo año los porcentajes de pobreza y pobreza extrema a nivel nacional eran de 21,2% y 5,8% respectivamente, se observa que sólo en el distrito de Monterrey se reporta un porcentaje de pobreza superior al promedio nacional (23,9%), mientras que la pobreza extrema en ese distrito se mantiene por debajo del promedio nacional (2,2%).

Los niveles de migración son relativamente bajos, ya que sólo el 3.6% de los hogares ubicados dentro de la subcuenca experimentan esta condición. Los distritos con mayor cantidad de hogares donde existen migrantes son Cutris y Fortuna, con el 5,5% y 3,7% de los hogares, respectivamente.

El envío y recibo de remesas está muy ligado a los bajos niveles de migración que fueron descritos en la sección anterior. Considerando además que en la subcuenca la cantidad de inmigrantes es mucho mayor que la cantidad de emigrantes, la cantidad de hogares que envían remesas al exterior triplica la cantidad de hogares que reciben ese tipo de entradas, lo que hace suponer que el balance neto de ingresos locales es negativo en ese rubro. En términos

porcentuales el 8,9% de los hogares ubicados dentro de la subcuenca envían remesas al exterior y sólo el 2,8% reciben remesas.

c) Diagnóstico social

La población actual de la subcuenca, estimada por UGM, es de 10.562 habitantes. Las proyecciones de población a un horizonte de 30 años considerando una tasa de crecimiento de 1,1% (INEC 2011) revelan un total de 14.236 habitantes para la subcuenca. Cabe indicar que esta cifra es conservadora ya que si se cuenta con tasas mayores, como las presentadas por algunos distritos de la subcuenca, esta cifra sería mayor.

Los distritos predominantes en la subcuenca por área y población son los distritos de Fortuna y Monterrey, siendo el primero predominantemente urbano y el segundo predominantemente rural, de modo que las actividades productivas agropecuarias son la principal fuente de empleo en este distrito. En términos generales la subcuenca se considera predominantemente urbana por cuanto el 77,76% de su población está distribuida en dichas zonas. Con relación a la composición poblacional por sexo, el censo 2011 por UGM revela que hay, en términos globales para la subcuenca 100 hombres por cada 100 mujeres.

La densidad poblacional estimada para la subcuenca es de 61,74 habitantes/km² siendo este valor menor al registrado a nivel promedio nacional de 84 hab/km². A nivel distrital el más denso es el distrito de Fortuna con 67,05 habitantes/km² y el menos denso el distrito de Cutris con 12,20 hab/km².

Actualmente en el distrito de Fortuna reside el 74% de la población de la subcuenca y en los otros tres distritos habita aproximadamente el 36%. En términos absolutos el distrito más poblado cuenta con 7.831 habitantes y el menos poblado 272 habitantes correspondiendo este último al distrito de Pocosol.

Con respecto a las variables relevantes como seguridad social, vivienda, educación y tenencia de la tierra, es oportuno resaltar que la subcuenca experimenta condiciones favorables en sus indicadores sociales, por las siguientes razones:

- La mayor parte de los pobladores de la cuenca están cubiertos por el sistema de seguridad social del país, ya que el 80,6% de las personas tienen acceso a ese servicio, la mayor parte de ellas están ubicadas en los distritos de Fortuna y Monterrey.
- La mayor parte de los asegurados pertenecen al grupo de los asalariados y familiares de los asalariados (78,4% del total de personas aseguradas), mientras que el segundo grupo en importancia es el seguro por cuenta propia o voluntario (12,3% del total).
- En la subcuenca existen 3.509 viviendas individuales, distribuidas en los cuatro distritos que la integran, con predominancia de Fortuna que posee el 73,4% del total
- La cantidad de viviendas urbanas es de 2.731 (77,8%), mientras que en el sector rural se ubican 778 (22,2%).
- El 89,4% de las viviendas existentes en la subcuenca se encuentran ocupadas, mientras que en los distritos la ocupación está arriba del 96% en Cutris y Pocosol, y en Monterrey baja al 81%.

- El tipo de tenencia de las viviendas individuales que predomina en la subcuenca es la tenencia propia (53,7% del total), seguido por la tenencia en alquiler con el 45,7% del total.
- Sólo hay dos viviendas que se encuentran en precario y 14 viviendas más en otros tipos de tenencia como lo es la vivienda prestada o cedida a cambio de trabajos de mantenimiento o del cuidado de propiedades.
- Las personas que saben leer y escribir representan el 92,6% del total, en contraste con un pequeño grupo de personas que no saben leer y escribir y que representan el 7,4% del total. Considerando que en el 2011 la tasa de alfabetismo era de 97,6%
- El 22% de las personas tienen educación primaria completa; el 9,6% completaron la secundaria y el 14,2% tienen algún grado de educación superior.
- La forma de tenencia de la tierra que predomina en la subcuenca es el régimen de tenencia simple, con el 93,1% del total de fincas. Esta forma incluye tierras propias, comunales, en colonato, o en arrendamiento.

Las dificultades y limitaciones relacionadas con el comportamiento de variables sociales relevantes en el ámbito de la subcuenca, son relativamente pocas pero es importante señalarlas y tomarlas en cuenta en la propuesta de futuros programas y proyectos de desarrollo económico y social que se formulen como parte del manejo de la subcuenca. Entre estas dificultades y limitaciones se tienen las siguientes:

- A pesar de que la mayor parte de los pobladores de la subcuenca están cubiertos por el sistema de seguridad social del país, queda una porción de casi el 20% de las personas que no tienen acceso a esos servicios de salud.
- A pesar de que la mayoría de las viviendas existentes en la subcuenca se encuentran ocupadas, persiste en algunos distritos un porcentaje importante de viviendas desocupadas, que alcanza al 19% en Monterrey, y que representa un recurso que no se está aprovechando de manera eficiente.
- Aunque predomina en la subcuenca la tenencia de vivienda propia (53,7% del total), persiste un amplio sector de la población que carece de esta condición, con las consiguientes implicaciones en la seguridad y estabilidad familiar.
- Considerando que en el 2011 la tasa de analfabetismo en el país era de 2,4%, y que en la subcuenca el 7,4% de los pobladores no saben leer y escribir, se evidencia la necesidad de fortalecer los programas de educación que permitan mejorar el índice de alfabetismo.
- Considerado que sólo el 22% de las personas tienen educación primaria completa y que sólo el 9,6% completaron la secundaria, será necesario impulsar programas educativos y de desarrollo que estimulen la culminación de esos ciclos de estudio.

d) Diagnóstico institucional y comunal

Las instituciones y organizaciones de la subcuenca trabajan de forma independiente, debido a que no existe una figura de comité de cuencas. En la subcuenca río Arenal están presentes organizaciones locales de base que responden a distintos intereses: económico, político, social, ambiental. Cuya función es principalmente servir a la comunidad, estas organizaciones están constituidas por la Ley de Asociaciones N° 218.

Aunque hay instituciones a nivel cantonal, en San Carlos, dentro del territorio de la subcuenca no hay presencia abundante de instituciones debido a que las Oficinas Regional están ubicada cerca del principal centro urbano del cantón, es decir Ciudad Quesada. Dicha situación limita el acercamiento continuo de las organizaciones locales con las instituciones.

Pese a la situación anterior, existen ejemplos de capacidades locales relevantes en la subcuenca que trabajan en temas ambientales, productivos, de educación ambiental. Tal es el caso de ADIFOR, que ha desarrollado capacidades de gestión y coordinación con otras organizaciones y productores durante los años que tiene funcionando, incluso promoviendo el desarrollo y el Plan Regulador para el distrito Fortuna. ADIFOR, como organización sin fines de lucro, se orienta hacia el bienestar de la comunidad mediante proyectos de educación, gestión de caminos, conservación de recursos naturales y embellecimiento de la comunidad, considerando la participación activa y voluntaria de la comunidad. ADIFOR, promueve el desarrollo integral sostenible en concordancia con el Gobierno, instituciones autónomas, semiautónomas, municipalidad, organismos públicos y privados cuyas actividades contribuyan al desarrollo de la comunidad.

Los logros de esta organización se han alcanzado mediante la articulación de acciones con entidades bancarias estatales, la municipalidad, la Cámara de Turismo y financiamiento por parte del Instituto Costarricense de Electricidad, (ICE). Organizaciones como ADIFOR son importantes en el manejo y gestión de subcuencas debido al desarrollo de proyectos enfocados a la protección ambiental, como es el caso de un proyecto a 2019 de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento en el distrito Fortuna. Otro proyecto es el de reciclaje y el desarrollo sostenible del Lago Arenal. Así como el posicionamiento de la Catarata río Fortuna a nivel turístico, pues es la principal fuente de ingresos de la institución para dar seguimiento y gestión a los diversos planes y proyectos contemplados en su marco de trabajo.

A este accionar se debe sumar las iniciativas del Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), inició sus labores hace 25 años y que es otorgado cada año por el Comité Central de Acueductos y Alcantarillados (AYA) como reconocimiento, a diferentes grupos organizados voluntariamente, que deseen participar en la conservación y el desarrollo del espacio que habitan, enfrentando de manera positiva el cambio climático, mejorando las condiciones higiénico-sanitarias, así como mejorar la salud pública en general. El programa cuenta con once categorías que se otorgan a diversos grupos organizados, según sea el interés que posean. Existe el llamado Cambio Climático: Agropecuario, Municipalidades, Playas, Comunidades, Centros Educativos, Espacios Naturales Protegidos, Comunidad Clima Neutral, Salud Comunitaria y Hogares Sostenibles. En el caso del sitio visitado, Fortuna, cuenta con el galardón de Bandera Azul Ecológica en categoría Comunidad.

Otra organización importante en la subcuenca es la ASADA La Fortuna, quien presta el servicio de abastecimiento de agua a las comunidades como Z13, Fortuna, hoteles importantes de la zona, entre otros.

Una organización importante en la subcuenca es URZOZON R.L. fundado en 1973, siendo esta una cooperativa que trabaja en distintos ejes como el hídrico, capacitaciones y recientemente con el tema empresarial. URZOZAN promueve proyectos relacionados con su quehacer en la zona norte, incluso ofrece educación privada en primaria y secundaria.

Por su lado, AyA trabaja en la subcuenca como un actor que aprovecha el recurso agua y vela, mediante su rol regulador, por la calidad de agua que se brinda por las ASADAS en esta zona. Otro actor institucional importante en la subcuenca es el MAG, mediante dos oficinas, en Fortuna y Pocosol, debido a que la actividad agropecuaria es una de las principales desarrolladas en la subcuenca. Así mismo, el ICT tiene un papel importante debido a que la actividad turística acompaña la agrícola como una de las más principales.

e) Diagnóstico participativo

El diagnóstico participativo para efectos de este trabajo se fundamenta en los resultados participativos obtenidos del Plan regulador y el Plan de Desarrollo. Los objetivos de los talleres persiguieron la necesidad de identificar los principales problemas relacionados al manejo de los recursos naturales en la subcuenca. Así, del diagnóstico elaborado en los documentos mencionados se extrae una priorización de proyectos que responden a problemas detectados en el proceso participativo (**Cuadro 16**).

Cuadro 16. Temas para posibles proyectos identificados en procesos participativos

Temas de Interés	Instituciones
Recuperación de las áreas de protección.	SINAC y Municipalidad de San Carlos.
Gestión Integral de los Residuos Sólidos	Municipalidad de San Carlos y Ministerio de Salud.
Educación ambiental	SINAC, Municipalidad de San Carlos, Universidades (UTN y UNED).
Turismo sostenible	ICT, SINAC y Cámaras de Turismo.
Proyecto agroecológicos	MAG, SENASA, CTP Fortuna.
Compra de tierras	SINAC, ASADAS y Municipalidad de San Carlos.
Infraestructura en ASP	SINAC
Cambio Climático	SENARA, SINAC y Municipalidad de San Carlos.
Pagos Servicios Ambientales	FONAFIFO

Fuente: Términos de Referencia de la consultoría SP No. PTS-117-SBCC-CF-117

Considerando los temas señalados en el cuadro anterior, y con el fin de detallar más en cuanto al accionar para la ejecución del plan en la subcuenca del río Arenal, se proponen, después de realizado el diagnóstico, ajustes a los temas planteados considerando principalmente los acercamientos realizados en campo con actores clave y el levantamiento de información primaria, así como la triangulación de esta con la información específica para el territorio de la subcuenca (**Cuadro 17**).

Cuadro 17. Propuesta de programas y proyectos para la subcuenca del río Arenal

Líneas de acción programática	Proyectos
Gestión Integral del Recurso Hídrico	Acceso, distribución y regulación tarifaria de los recursos hídricos Control de la contaminación de aguas residuales, agropecuarias y domésticas Monitoreo de la calidad del agua superficial y para consumo Identificación y protección de zonas de recarga hídrica incluyendo compra de tierra Gestión de los residuos sólidos y líquidos Servicios ambientales hídricos
Gestión silvoagropecuaria y el turismo agroempresarial	Fomento de agroturismo Fomento de turismo agroecológico relacionado con recurso hídrico Fincas integrales Tecnificación eficiente para la producción agropecuaria y cadenas de valor Fomento de la actividad silvoagropecuaria
Conservación y recuperación suelos y bosque	Fortalecimiento de Pagos por Servicios Ambientales Mejoramiento de las áreas silvestres protegidas Recuperación de suelos degradados Recuperación de franjas ribereñas
Fortalecimiento de capacidades locales e institucionales ante el cambio climático	Capacitación en gestión local (comunitaria) y cambio climático Capacitación en gestión institucional y cambio climático Capacitación en la gestión de recurso hídrico y su administración Educación ambiental en escuelas y colegios y gestión del riesgo
Estudios e investigación	Medición de la cantidad de agua en el cauce principal en las partes media y baja de la subcuenca. Estudio de la calidad de agua en las fuentes para los principales usos Diversificación de la producción silvoagropecuaria Investigación sobre las aguas subterráneas

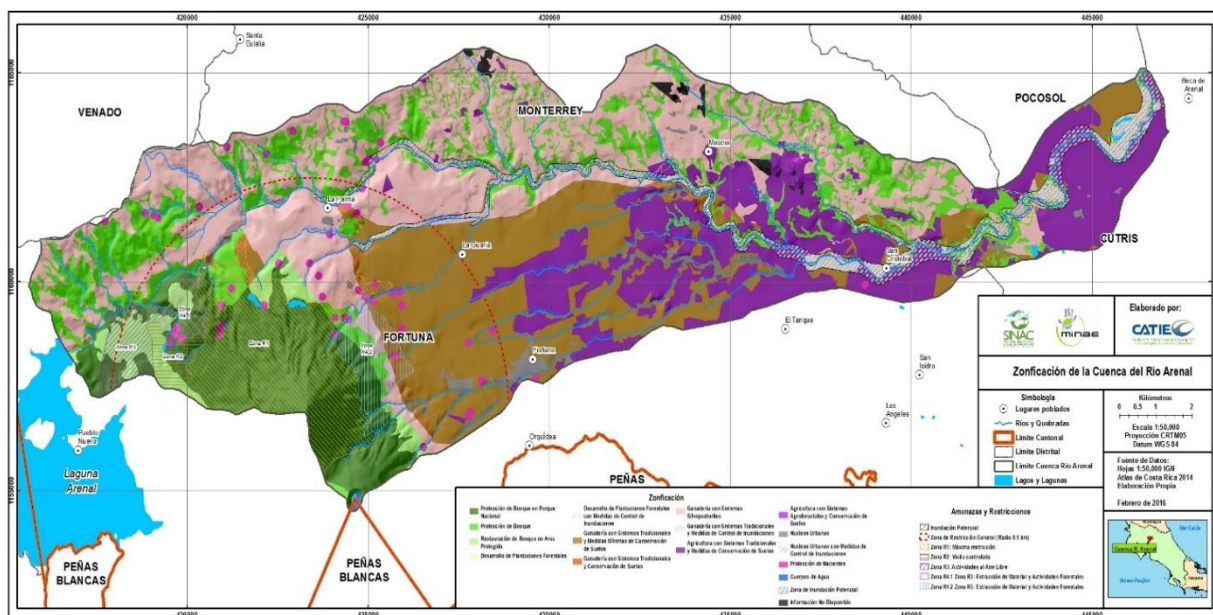
Fuente: elaboración propia a partir del diagnóstico

2.2.3. Zonificación

El cantón de San Carlos se encuentra en proceso de aceptación del Plan Regulador, lo que imposibilita contar con una zonificación territorial a nivel de cuenca sobre el cual se pueda sustentar la propuesta del plan de manejo de la cuenca, por el momento. Por tal razón se toma como referencia la zonificación agroecológica con enfoque de cuencas, que tiene elementos base como lo son: estudio de suelos, la capacidad de uso, uso y cobertura actual, la divergencia, erosión laminar, zonas urbanas, cuerpos de agua, los riesgos ambientales (inundación, erupción volcánica), también se hace relevante el potencial hidrológico, la conservación de bosques (áreas protegidas).

La propuesta de la zonificación agroecológica para la intervención en la cuenca en su gran mayoría sugiere el desarrollo agricultura con sistemas tradicionales y medidas de conservación, ganadería con sistemas silvopastoriles, ganadería con medidas mínimas de conservación de

suelos, protección del bosque. En el **Mapa 11** se presenta la ubicación espacial de las unidades (**Cuadro 18**).



Mapa 11. Zonificación agroecológica
Fuente: elaboración propia a partir Atlas ITCR 2014

Cuadro 18. Unidades para la zonificación agroecológica de la subcuenca río Arenal

Zona	Área (Km ²)	Área (%)
Agricultura con Sistemas Agroforestales y Conservación de Suelos	0.03	0.018
Agricultura con Sistemas Tradicionales y Medidas de Conservación de Suelos	30.38	17.970
Cuerpos de Agua	0.94	0.556
Desarrollo de Plantaciones Forestales	0.01	0.006
Desarrollo de Plantaciones Forestales con Medidas de Control de Inundaciones	0.05	0.030
Ganadería con Sistemas Silvopastoriles	47.47	28.079
Ganadería con Sistemas Tradicionales y Conservación de Suelos	0.37	0.219
Ganadería con Sistemas Tradicionales y Medidas de Control de Inundaciones	2.86	1.692
Ganadería con Sistemas Tradicionales y Medidas Mínimas de Conservación de Suelos	32.59	19.277
Información No Disponible	0.76	0.450
Núcleos Urbanos	1.74	1.029
Núcleos Urbanos con Medidas de Control de Inundaciones	0.01	0.006
Protección de Bosque	26.20	15.497
Protección de Bosque en Parque Nacional	19.75	11.682
Protección de Nacientes	1.63	0.964
Restauración de Bosque en Área Protegida	4.21	2.490
Zona de Inundación Potencial	0.06	0.035

4.3. Hallazgos

En esta parte del informe se presentan los principales hallazgos concernientes a la información disponible, la caracterización, diagnóstico y zonificación. Se trata de señalar los aspectos

relevantes que podrían ser importantes para la ejecución del plan de manejo y las acciones a implementar a nivel local.

- La información disponible a nivel de la subcuenca es muy variada en calidad y cantidad según el tema de interés. Los mapas a escala 1/200000 y 1/50000 no permiten detalles suficientes para ciertas variables (suelos a nivel de fincas, diseño de obras), datos sobre caudales y calidad de agua no presentan registros suficientes en cobertura y temporalidad. La base de información socioeconómica proviene de la administración territorial convencional (cantones, municipios), las estadísticas no son recientes.
- Respecto a la calidad de los mapas las capas proporcionadas de archivos de metadata no cumplen con los estándares de la FGDC (Comité Federal de Datos Geográficos, USA) y/o el ISO 19100, lo que impide establecer en general el origen de los datos (generador), escalas, fecha de creación, metodología, escalas, etc.
- En cuanto a las características de las bases de datos, en síntesis los problemas encontrados son:
 - Datos desordenados y duplicados.
 - Datos sin metadatos
 - Datos sin archivos de georreferenciación (PRJ)
 - Nombres de archivos que no reflejan el contenido y por lo tanto en muchos casos difícil de determinar el tema que representan (hay que especular o abrirlos y explorarlos para poder determinar su contenido).
- La densidad poblacional de la zona es de 61,74 hab/km² lo cual se considera como una tasa baja si se compara con los máximos a nivel de otros territorios del país (Provincia de San José 282,8 hab/km²).
- El área de la subcuenca es de 171.03 km², y presenta en su territorio el 68% con pendientes menores al 15%, no es una cuenca muy accidentada en su relieve.
- El promedio anual de la precipitación es de 3,864 mm, lo cual se considera como favorable desde la perspectiva de oferta hídrica. La temperatura promedio anual es de 24.8 °C, el caudal estimado a la salida de la subcuenca es de 14.10 m³/seg. La superficie ocupada por estas áreas silvestres protegidas es de 27,59 km² que representa el 16,1% de la superficie total de la cuenca, ubicadas en el distrito de Fortuna. Los suelos no son favorables por su capacidad de uso, no se dispone de las clases I y II, el 37% del territorio corresponde a clase III. La cobertura de pastos con árboles es la que predomina con 52% y bosques con 27.6%.
- La mayor parte de la subcuenca se encuentra ubicada dentro del distrito de Fortuna, con un cubrimiento del 61,4% de la cuenca. En su orden le siguen el distrito de Monterrey (30,9%), Cutris (5%) y Pocosol (2,7%). Tiene una población de 10,562 habitantes. La mayor parte de los pobladores de la subcuenca del río Arenal están cubiertos por el sistema de seguridad social del país, el 80,6% de las personas tienen acceso a ese servicio
- La subcuenca del río Arenal cuenta con un total de 172.7 km de carreteras y caminos, de los cuales las vías primarias constituyen 13.9 km de la Ruta Nacional 4. La vía secundaria tiene una longitud de 19.8 km y está constituida por la Ruta Nacional 142. La ruta terciaria está constituida por la Ruta Nacional 702 y 736 con una longitud total

de 19.8 km. Los caminos vecinales (calles urbanas, caminos rurales, etc.) constituyen 128.7 km de vía.

- El nivel educativo de los pobladores de la subcuenca muestra que personas que saben leer y escribir suma 8.772 y representan el 92,6% del total de la población. Los resultados del Censo 2011 indican que el servicio de electricidad está disponible para el 99.7% de los pobladores de la cuenca.
- Entre las actividades agrícolas sobresalen los cultivos de yuca, ñampí, plátano y papaya; en la ganadería se desarrolla el doble propósito de vacunos. En cuanto al tamaño de las explotaciones, predominan las extensiones pequeñas, de menos de 3 ha para la mayoría de los cultivos agrícolas, salvo el caso de la piña en que no se tienen datos disponibles. La ganadería de leche y doble propósito se maneja en explotaciones más grandes, entre 10 y 20 ha.
- En la subcuenca se han identificado 23 organizaciones gubernamentales en los distritos que forman parte de la subcuenca del río Arenal, relacionados con los sectores: productivo, comercio, salud, seguridad, educación, ambiente, entre otras. También se han identificado 18 organizaciones no gubernamentales. En la subcuenca del río Arenal se ha identificado la presencia de la Comisión para la Coordinación Cantonal Interinstitucional, creada en abril del año 2013 para coordinar bajo el liderazgo de la municipalidad de San Carlos, las actividades que realizan las instituciones del sector público que tienen representación en el cantón.
- El 33.1% del territorio de la subcuenca está en sobre uso del suelo, el 37.6% a capacidad; las tasas de erosión laminar calculadas varían entre 22 a 27 Ton/Ha/Año y se localizan en las partes altas de la subcuenca. No hay plantaciones forestales de cobertura significativa, los bosques riparios están degradados, la cobertura de bosques ubicadas en las partes altas corresponde a 27.6%.
- No se detectan problemas críticos en la calidad de agua, pero se requiere un monitoreo adecuado para asegurar un buen uso en las diferentes actividades. La demanda de agua no está registrada totalmente. El número de concesiones en la subcuenca del río Arenal es de 141 estas se ubican principalmente en la parte media y alta de la cuenca del río Arenal, siendo para uso turístico registrada (247.78 l/s) y consumo humano registrado (162.27 l/s). Hay una concesión para el ICE que se ha separado, porque constituye el caudal que se calculó por el PH Arenal, de 44.92 m³/s.
- El 95.9% de las viviendas tienen servicio de agua, el 99.7% tiene acceso a la electricidad, el 98.9% tiene servicio sanitario conectado a tanque sépticos. Los indicadores reportados por el INEC en el 2011, son favorables en lo referente a la PEA en Fortuna y Pocosol. La mayor tasa de ocupación se observa en Fortuna, con 60,8 %, donde se da a la vez el menor porcentaje de población económicamente inactiva (37,7%), y la menor relación de dependencia económica (1,3).
- En el análisis de los niveles de pobreza observada en la subcuenca, en el 2011, se destaca el distrito de Pocosol donde no se reportan hogares en esa condición, y Cutris con sólo dos hogares pobres de un total de 330. En Fortuna se reporta el 12,9% de hogares en estado de pobreza y el 0,4% en pobreza extrema, mientras que en Monterrey estas cifras alcanzan el 23,9% y 1,7% respectivamente.
- De acuerdo a la propuesta de zonificación, orientada a criterios agroecológicos, el 28% corresponde a ganadería con sistemas silvopastoriles, un 19.2% para ganadería con

sistemas tradicionales y medidas mínimas de conservación de suelos, y un 17.9% para agricultura con sistemas agroforestales y conservación de suelos.

5. Producto 4-a. Plan de gestión integrada de recurso hídrico

El diagnóstico mostró las alteraciones y necesidades de intervención. En subcuenca del río Arenal se ha realizado intervenciones por el ser humano sin bases de ordenamiento ni planificación, por lo tanto está sufriendo procesos importantes de degradación que pueden generar serios impactos negativos sobre los recursos naturales, el ambiente y consecuentemente sobre sus poblaciones humanas a futuro. Entre los indicadores importantes que justifican la propuesta de un plan de gestión de los recursos hídricos se señala: cobertura de bosque de 27,6%, riesgo de erosión laminar potencial de 20.28 a 26.16 Tn/ha/año en las microcuencas de la parte alta, y algunos otros datos que se señalan en el diagnóstico. La planificación para lograr la adecuada intervención se expone en este apartado.

5.1. Metodología

Según los términos de referencia se debía generar el "Plan de gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cuenca", pero para lograr un mayor detalle de las acciones a realizar se desarrollaron otros productos complementarios, derivados del plan de gestión. La metodología integra los productos generados, se esquematizan en (Figura 4).

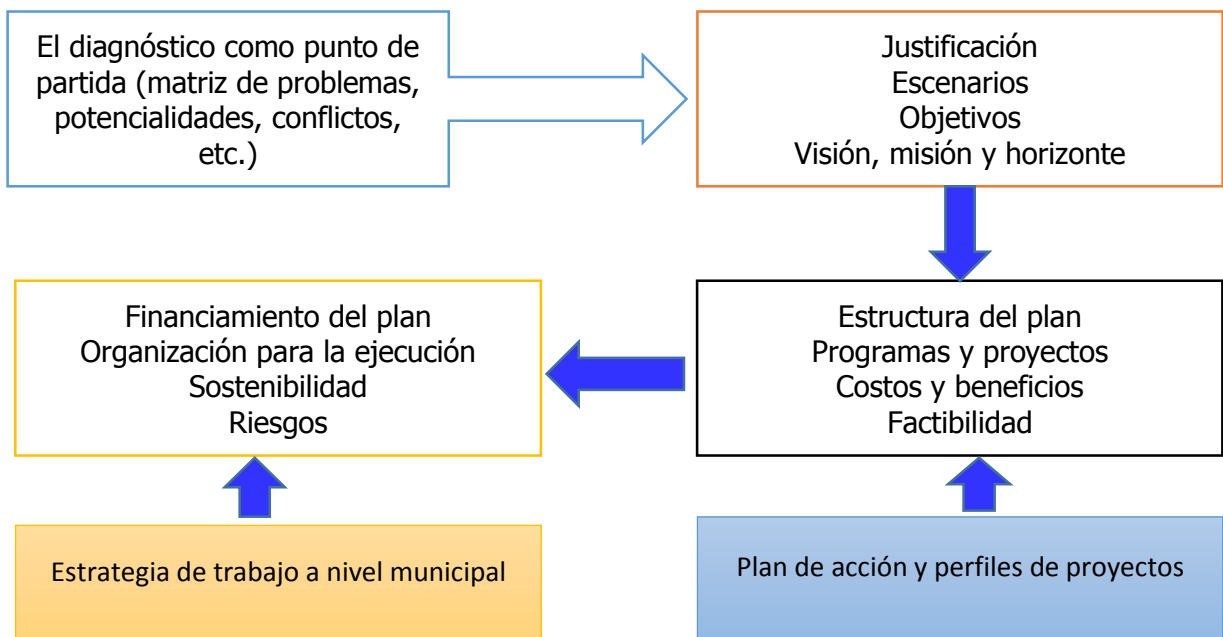


Figura 4. Esquema metodológico para elaborar el plan de gestión

5.2. Principales resultados

- Plan de gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cuenca, que define principalmente los programas y proyectos que integran el plan de gestión, se destacan las fuentes de financiamiento (Canon por el aprovechamiento de agua).
- Plan de acción para la subcuenca del río Arenal y perfiles de proyectos, que propone las acciones inmediatas para ejecutar el plan, desarrollando los perfiles de proyectos priorizados, con sus alternativas de financiamiento,

- Estrategia de trabajo a nivel municipal, que propone las estrategias, gestión de recursos y plan de trabajo.

5.2.1. Visión, misión y horizonte del plan

Visión: En la subcuenca existe un manejo sostenible de los recursos naturales sostenido por la capacidad local de gestión, y el apoyo institucional para hacer cumplir la legislación vigente en beneficio de la protección de la población de la cuenca.

Misión: La misión del plan de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) con enfoque de cuencas para la subcuenca del río Arenal se concentra en crear capacidades, empoderamiento y promover la toma de decisiones que encaminen hacia el logro del uso y manejo sostenible de los recursos naturales que contribuya en el mejoramiento de la calidad de vida de la población

Horizonte: El horizonte del plan de gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de cuencas para la subcuenca del río Arenal se propone para un periodo de 10 años. Dicho periodo se establece partiendo de la condición actual de la subcuenca donde se presentan desafíos en distintos temas como mejora de la calidad de agua, reforestación, gestión local e institucional, sobreuso.

5.2.2. Objetivos del plan

- **General**

Lograr el uso y conservación de los recursos naturales generando al mismo tiempo, bienes y servicios ambientales para beneficio de las poblaciones urbanas y rurales de la subcuenca del río Arenal.

- **Específicos**

- a) Garantizar la cantidad y calidad de agua para los diferentes usos y usuarios en la subcuenca del río Arenal.
- b) Recuperar la cobertura vegetal que necesita la subcuenca para su buen funcionamiento.
- c) Fortalecer la producción silvoagropecuaria y el turismo agroempresarial
- d) Desarrollar procesos de fortalecimiento de capacidades locales e institucionales ante el cambio climático.
- e) Impulsar estudios e investigaciones para promover el desarrollo de la subcuenca del río Arenal

5.2.3. Estructura del plan

La estructura del Plan de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos con enfoque de cuencas hidrográficas para la subcuenca del río Arenal se fundamenta en la organización de programas y proyectos que serán los instrumentos inmediatos para la ejecución del plan (**Figura 5**).

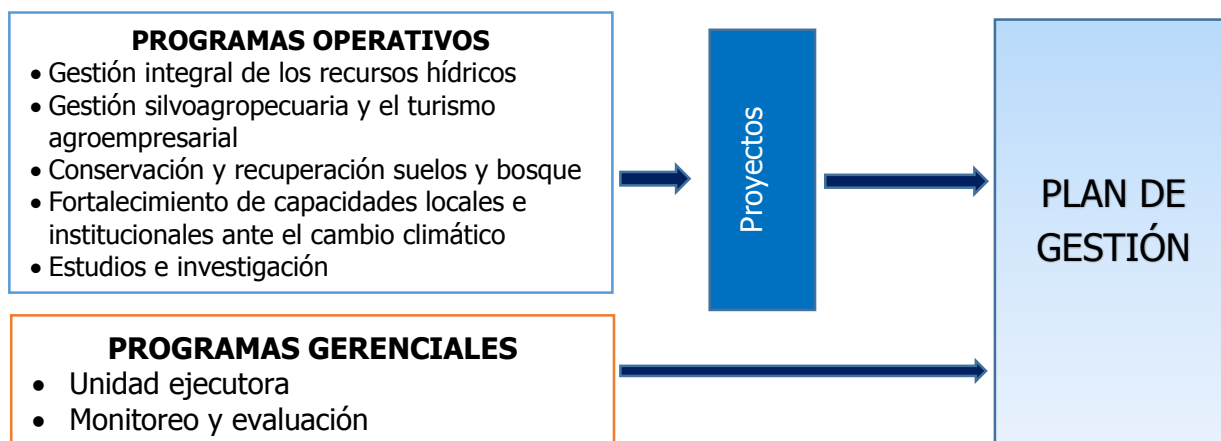


Figura 5. Esquema de la estructura del plan de gestión

5.2.4. Programas y proyectos

Para el desarrollo del territorio, desde la perspectiva de los recursos naturales y específicamente de los recursos hídricos, se requiere una intervención organizada y programada de ejes temáticos que facilitarán el desarrollo en beneficio de las poblaciones y de la sostenibilidad de los recursos naturales. Para el PGRIH de la subcuenca del río Arenal se han considerado los siguientes ejes estratégicos:

1. Gestión integrada de los recursos hídricos.
2. Conservación y recuperación de bosques.
3. Gestión silvoagropecuaria y el turismo agroempresarial.
4. Fortalecimiento de capacidades locales e institucionales ante el cambio climático.
5. Estudios e investigación.

Cada eje estratégico da origen a un programa que integra a proyectos afines a la temática y sus actores, a continuación el **Cuadro 20** que resume los programas y sus proyectos.

Cuadro 19. Programas y proyectos propuestos para el plan de gestión

Líneas de acción programática	Proyectos	ACTORES
Gestión Integral del Recurso Hídrico	Acceso, distribución y regulación tarifaria de los recursos hídricos Control de la contaminación de aguas residuales, agropecuarias y domésticas Monitoreo de la calidad del agua superficial y para consumo Identificación y protección de zonas de recarga hídrica incluyendo compra de tierra Gestión de los residuos sólidos y líquidos Servicios ambientales hídricos	Municipalidad MINAE—DNA-SINAC ASADAS ADIFOR AyA Bandera Azul Empresas Turísticas
Gestión silvoagropecuaria y el turismo agroempresarial	Fomento de agroturismo Fomento de turismo agroecológico relacionado con recurso hídrico Fincas integrales Tecnificación eficiente para la producción agropecuaria y cadenas de valor Fomento de la actividad silvoagropecuaria	Municipalidad MAG IDT ADIFOR CAC Colegio técnico

Conservación y recuperación suelos y bosque	Fortalecimiento de Pagos por Servicios Ambientales Mejoramiento de las áreas silvestres protegidas Recuperación de suelos degradados Recuperación de franjas ribereñas	Municipalidad SINAC Fonafifo Empresas turísticas
Fortalecimiento de capacidades locales e institucionales ante el cambio climático	Capacitación en gestión local (comunitaria) y cambio climático Capacitación en gestión institucional y cambio climático Capacitación en la gestión de recurso hídrico y su administración Educación ambiental en escuelas y colegios y gestión del riesgo	INA Municipalidad DINADECO MEP ADIFORT Empresas turísticas
Estudios e investigación	Medición de la cantidad de agua en el cauce principal en las partes media y baja de la subcuenca. Estudio de la calidad de agua en las fuentes para los principales usos Diversificación de la producción silvoagropecuaria Investigación sobre las aguas subterráneas	Universidades Centros internacionales AyA SENARA IMN

5.2.5. Costos y beneficios

Para la ejecución del plan se requiere contar mecanismos de gestión, donaciones, fideicomisos, como elementos claves para alcanzar operativizar los programas y proyectos propuestos. Los costos del plan se obtienen al sumar los costos de cada uno de los programas y los costos de los programas se obtienen al sumar cada uno de los proyectos que los componen. De la misma forma, cada proyecto tiene actividades que deben ser presentadas como actividades y los costos que estas implican. Al sumar los montos de programas y proyectos y otros se obtiene el monto total del plan, siendo para esta subcuenca de \$10.747.650 (**Cuadro 21 y 22**).

Cuadro 20. Resumen de costos de los programas y proyectos del plan de gestión de la subcuenca del río Arenal

Programas	Proyectos	Costo del proyecto (US\$)	Costo del programa (US\$)
Gestión Integral del Recurso Hídrico	1. Acceso, distribución y regulación tarifaria de los recursos hídricos	500.000	2.500.000
	2. Control de la contaminación de aguas residuales, agropecuarias y domésticas	300.000	
	3. Monitoreo de la calidad del agua superficial y para consumo	250.000	
	4. Identificación y protección de zonas de recarga hídrica incluyendo compra de tierra	550.000	
	5. Gestión de los residuos sólidos y líquidos	550.000	
	6. Servicios ambientales hídricos	350.000	
Gestión silvoagropecuaria y el turismo agroempresarial	7. Fomento de agroturismo	400.000	2.150.000
	8. Fomento de turismo agroecológico relacionado con recurso hídrico	400.000	
	9. Desarrollo de Fincas integrales	450.000	
	10. Tecnificación eficiente para la producción agropecuaria y cadenas de valor	500.000	

	11. Fomento de la actividad silvoagropecuaria	400.000	
Conservación y recuperación de suelos y bosques	12. Fortalecimiento de Pagos por Servicios Ambientales	350.000	1.430.000
	13. Mejoramiento de las áreas silvestres protegidas	400.000	
	14. Recuperación de suelos degradados	400.000	
	15. Recuperación de franjas ribereñas	280.000	
Fortalecimiento de capacidades locales e institucionales ante el cambio climático	16. Capacitación en gestión local (comunitaria) y cambio climático	195.000	935.000
	17. Capacitación en gestión institucional y cambio climático	225.000	
	18. Capacitación en la gestión de recurso hídrico y su administración	300.000	
	19. Educación ambiental en escuelas y colegios y gestión del riesgo	215.000	
Estudios e investigación	20. Medición de la cantidad y calidad de agua en el cauce principal en las partes media y baja de la subcuenca	180.000	830.000
	21. Medición de la calidad de agua en las fuentes para los principales usos	200.000	
	22. Diversificación de la producción silvoagropecuaria	200.000	
	23. Investigación sobre las aguas subterráneas	250.000	
TOTAL		7.845.000	7.845.000

Cuadro 21. Costo total del plan de gestión integral de la subcuenca del río Arenal

Componentes	Costo total (US\$)
Costos de Programas y Proyectos	7.845.000
Unidad Ejecutora/administradora (dirección, coordinación y comunicación) (24%)	1.882.800
Monitoreo y evaluación (8%)	627.600
Imprevistos (5%)	392.250
Total (US\$)	10.747.650

Los beneficios esperados de la implementación del Plan de gestión integral de la subcuenca del río Arenal están relacionados con la generación de bienes y servicios que se espera obtener como resultado de la ejecución de los diferentes programas y proyectos, y que se traducen finalmente en diferentes tipos de beneficios que pueden ser: económicos, financieros, sociales y ambientales, según la naturaleza de cada uno de los programas y proyectos que conforman el Plan de gestión.

Como se ha mencionado, el Plan de gestión consta de 5 programas y 23 proyectos, que se espera sean implementados en un período de 10 años. Algunos de estos proyectos generan bienes y servicios de mercado, como es el caso de los que conforman el programa de "Gestión silvoagropecuaria y el turismo agroempresarial". Entre estos proyectos se destacan los que

están enfocados en el fomento de agroturismo, fomento de turismo agroecológico relacionado con el recurso hídrico, desarrollo de fincas integrales, tecnificación eficiente para la producción agropecuaria y cadenas de valor, y fomento de la actividad silvoagropecuaria.

Estos proyectos están destinados a producir bienes y servicios de mercado como: caña de azúcar, hortalizas y frutas, raíces y tubérculos, carne, leche, madera y servicios turísticos, por ejemplo. Estos bienes se comercializan en el mercado y generan beneficios financieros privados para los productores y las empresas que los producen con fines comerciales. Algunos de estos bienes se consumen en las mismas fincas y empresas donde son producidos y generan de esta manera beneficios en especie (autoconsumo).

Otros proyectos como los que fomentan el desarrollo de actividades forestales generan bienes maderables y además servicios ambientales, como el secuestro y almacenamiento de carbono, la protección del suelo y la biodiversidad, los recursos hídricos y la belleza escénica. El pago de servicios ambientales (PSA) que ofrece FONAFIFO por estos servicios se traduce también en beneficios económicos y financieros para los propietarios de bosques, plantaciones forestales y sistemas agroforestales. Los proyectos del programa de "Conservación y recuperación de suelos y bosques", son generadores importantes de este tipo de beneficios ambientales.

También se da el caso de programas y proyectos que no están enfocados en la generación de productos directos para el mercado, como objetivo primordial, pero que generan importantes beneficios de tipo ambiental y social, como es el caso del programa de Gestión Integral del Recurso Hídrico.

El programa de "Estudios e investigación", con proyectos de medición de la cantidad y calidad de agua, medición de la calidad de agua en las fuentes, diversificación de la producción silvoagropecuaria e investigación sobre las aguas subterráneas, contribuyen con sus resultados a incrementar el conocimiento sobre temas relevantes para el buen desarrollo de la subcuenca, algunos de los cuales podrían tener aplicaciones prácticas para mejorar la eficiencia en el uso del agua y su calidad, y otros podrían generar beneficios por el incremento de bienes y servicios agropecuarios y forestales.

Otros programas como el de "Fortalecimiento de capacidades locales e institucionales ante el cambio climático", generan también importantes beneficios, como producto del incremento en las capacidades de los individuos y sus organizaciones, logrado por la vía de la capacitación y la educación ambiental que será ofrecida por sus proyectos. Estos beneficios son considerados de alto valor para los pobladores de la subcuenca y la sociedad en general.

5.2.6. Factibilidad

El plan de gestión integral de la subcuenca del río Arenal es factible de realizar, es decir que su implementación es posible, desde los puntos de vista técnico, ambiental, social, económico y financiero.

El alcance de este análisis se limita a sustentar las inversiones propuestas y la razonabilidad de costos de los proyectos productivos frente a los beneficios que se espera obtener, algunos de ellos valorados a precios de mercado, pero muchos otros sólo se reseñan en términos

cualitativos, como corresponde a los casos de los proyectos “no productivos” de bienes y servicios para el mercado.

Se trata también de demostrar que el plan de gestión no conlleva restricciones ni implicaciones serias que puedan anular o contrarrestar su factibilidad. Hay que resaltar que el plan de gestión está basado en una propuesta participativa que ha involucrado a los actores clave de la subcuenca, en la cual se espera seguir contando con la colaboración y el desarrollo de sinergias con los actores involucrados, tanto para la gestión del financiamiento como para la ejecución de los diferentes programas y proyectos propuestos.

5.2.7. Financiamiento

• Fuentes internas de financiamiento

Las fuentes internas de financiamiento constituyen los recursos financieros que pueden ser movilizados dentro del país mismo, a través de los presupuestos públicos de instituciones relevantes, los presupuestos municipales, los fondos nacionales que apoyan el desarrollo local y los temas relacionados con el manejo de subcuencas, y las fuentes privadas locales de financiamiento.

Presupuestos públicos de instituciones relevantes. Estos presupuestos representan el recurso más importante de financiamiento interno. La preparación, financiamiento e implementación de programas y proyectos relacionados con el manejo de las cuencas hidrográficas se originan en buena parte en las instituciones del gobierno central y algunos de sus entes autónomos y semiautónomos.

Entre los presupuestos públicos de mayor interés para la subcuenca del río Arenal sobresalen los del MINAE, MAG, Ministerio de Salud, MEP, Ministerio de Gobernación (DINADECO) y Ministerio de Planificación (Fondo de Preinversión), así como algunas instituciones claves entre las cuales se citan el IMAS, AyA, ICE, INA, INDER, CNP y las Universidades estatales entre otras, cuyos presupuestos son claves para determinar la magnitud de los recursos financieros disponibles para apoyar la implementación de los programas y proyectos de mayor interés para la cuenca.

A nivel local cabe resaltar los aportes del MINAE y el MAG, como los ministerios más involucrados en los temas relevantes para el manejo de la cuenca, a través de sus Oficinas Subregionales ubicadas en el cantón de San Carlos y en algunos distritos.

Por ejemplo el MINAE cuenta con recursos financieros aportados por el Fondo del Canon de Aprovechamiento de Agua, el Fondo de Parques Nacionales y el Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), más los fondos aportados por el presupuesto básico del MINAE. Con estos fondos se financian actividades de:

- Elaboración e implementación de proyectos de reforestación en cuencas
- Elaboración de estudios de manejo de cuencas y recursos hídricos, cuerpos de agua captados y no captados
- Elaboración de mapas actualizados con información espacial (SIG) sobre caracterización y georeferenciación de los manantiales captados y no captados, y humedales
- Bases de datos sobre iniciativas y proyectos para gestión integrada de cuencas

- Coordinación con enlaces de las diferentes oficinas del MINAE y con instituciones y organizaciones para el manejo integral de cuencas.

- **Fuentes externas de financiamiento**

La cooperación internacional asignada a Costa Rica en el quinquenio 2009-2013, alcanzó un total de US\$6.657 millones, de los cuales el 93,6% correspondió a la Cooperación Financiera Reembolsable, mientras que los recursos de la Cooperación Técnica y la Cooperación Financiera No Reembolsable representaron apenas el 6,4% (Mideplan, 2014).

Durante el mismo período, el 65,2% de los recursos recibidos en el país provinieron de bancos y organismos multilaterales, mientras que las agencias bilaterales y los países amigos aportaron el 34,8% de esos recursos (Mideplan, 2014).

El 44,2% del total de recursos externos, tanto reembolsables como no reembolsables, se utilizaron en el sector de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, seguido por el sector de Obras Públicas y Transportes con el 30,6% y el sector Finanzas, Economía e Industria con una participación del 10,6%. Solamente el 11,6% de esos recursos se destinaron a los tres sectores denominados "sociales", a saber: a) Salud y Desarrollo Social, b) Seguridad y Justicia y c) Educación y Capacitación. El sector Agropecuario y Pesca recibió sólo el 0,3% del total de recursos externos.

Principales cooperantes bilaterales. En el período 2009-2013 se destacan los aportes de la República Popular China, el Gobierno del Japón, la República Federal de Alemania, el Gobierno de los Estados Unidos de América, España y la República de Corea, que en conjunto aportaron el 98,9% del total de recursos bilaterales destinados al país (tanto reembolsable como no reembolsable).

Principales cooperantes multilaterales. Los principales organismos cooperantes de Costa Rica a nivel multilateral, fueron en su orden: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), el Banco Mundial, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Corporación Andina de Fomento (CAF) y el Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF). Estos seis organismos representaron el 99% del total de recursos provenientes de organismos multilaterales.

Modalidad de Cooperación Técnica entre países en Desarrollo y Triangulación. Bajo esta modalidad se identifican otras fuentes importantes de cooperación internacional agrupadas por tipo de cooperación en: a) Bilateral Europa y Asia, b) Bilateral América y c) Multilateral.

- **Fuentes innovadoras de financiamiento**

Las fuentes innovadoras de financiamiento son importantes para complementar las fuentes tradicionales, y para incrementar la disponibilidad de recursos financieros para el manejo de las cuencas hidrográficas. Actualmente, estos mecanismos se han ido consolidando como fuentes de financiamiento estable y sostenible.

Entre los principales mecanismos innovadores de financiamiento que se han ido consolidando en el país se tienen los siguientes:

- Canje de deuda por naturaleza.

- Esquemas de compensación por servicios ambientales.
- Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- Mercados voluntarios de carbono.
- Fondos de Adaptación al cambio climático.

Adicionalmente a nivel internacional se reconocen varias fuentes innovadoras de financiamiento, entre las cuales se destacan las siguientes (Mecanismo Mundial, 2008): Mecanismo Mundial de la CNUCLD – Programa de Cambio Climático y Compensación por servicios ambientales, Conservation Finance Alliance, Biodiversity Economic, FRAME, Ecofondos, Nature Valuation and Finance Network, Red LAC , GPAN , Ecosystem Marketplace, Eco-Portal, The Forest Conservation Portal, The Climate Ark – Climate Change Portal, The Water Conserve – Water Conservation Portal, y Environmental Finance.

5.2.8. Organización para la ejecución

Luego de obtener el plan y su aprobación, la etapa clave para pasar a la ejecución sería la gestión de recursos o financiamiento para cada uno de los proyectos. Para organizar una unidad responsable de la ejecución del plan se requiere organizar el equipo técnico y administrativo, establecer sus instrumentos normativos, técnicos, administrativos y la dotación de los recursos operativos. Lo ideal es que en la gestión de recursos también se obtengan recursos para esta unidad o la alternativa es que de cada proyecto se destine un porcentaje de presupuesto para la Unidad Ejecutora. Se espera que a mediano plazo se logre disponer de un marco legal que indique las competencias de una organización de cuencas responsable de estos procesos de planificación y ejecución de los planes de manejo o de gestión integrada de los recursos hídricos.

Esta unidad debe estar supervisada por una instancia de la municipalidad que a su vez definirá la participación de las entidades necesarias para emitir las directrices a la unidad, supervisar su desempeño y evaluar los resultados. La Unidad Ejecutora debe ser una organización sencilla, pero con capacidad para atender técnicamente a cada uno de los proyectos, salvo temas especializados que se presupuestan en el rubro de gastos correspondientes.

5.3. Hallazgos

Los términos de referencia solicitaban un plan de gestión de los recursos hídricos con enfoque de cuencas, pero para detallar los aspectos solicitados se elaboró un informe específico sobre el plan de acción que integra los perfiles de proyectos priorizados, además se elaboró un informe que propone la estrategia de trabajo a nivel municipal para impulsar la ejecución de los proyectos y del plan de gestión.

El plan de gestión está integrado por 5 programas operativos y dos programas gerenciales.

Programas operativos:

- Gestión integral de los recursos hídricos (6 proyectos)
- Gestión silvoagropecuaria y el turismo agroempresarial (5 proyectos)
- Conservación y recuperación suelos y bosque (4 proyectos)
- Fortalecimiento de capacidades locales e institucionales ante el cambio climático (4 proyectos)

- Estudios e investigación (4 proyectos)

Programas gerenciales

- Unidad ejecutora
- Monitoreo y evaluación
- El plan de gestión para la cuenca tiene un costo calculado en 10,747,650 \$USA, referido a programas operativos y gerenciales. Desde la perspectiva técnica, social, ambiental y económica, la ejecución del plan tiene factibilidad, como no se realizarán obras mayores, no se realiza una evaluación de impacto ambiental, pero si se deben considerar prácticas y tecnologías amigables con el ambiente en todos los proyectos.
- Los resultados del análisis financiero del programa "Gestión silvoagropecuaria y el turismo agroempresarial", y sus proyectos productivos que conforman el Plan de gestión de la subcuenca del río Arenal, muestran que el programa en su conjunto es financieramente rentable. Esta conclusión se sustenta en que el VAN es mayor que cero en todos los casos, la relación B/C es mayor que 1 y la TIR es mayor que el costo de oportunidad del capital, para las tres tasas de descuento analizadas.
- Existen diversas fuentes de financiamiento para el plan de gestión (fuentes internas, fuentes externas, y fuentes innovadoras), es necesario lograr una buena organización, desarrollar una estrategia de gestión y fortalecer las capacidades administrativas.
- La Unidad Ejecutora debe ser una organización sencilla, pero con capacidad para atender técnicamente a cada uno de los proyectos, salvo temas especializados que se presupuestan en el rubro de gastos correspondientes. . Se espera que a mediano plazo se logre disponer de un marco legal que indique las competencias de una organización de cuencas responsable de estos procesos de planificación y ejecución de los planes de manejo o de gestión integrada de los recursos hídricos.

5.4. Recomendaciones

- El plan de gestión integrada de los recursos hídricos de la subcuenca del río Arenal, debe ser reconocido como un instrumento de gestión de los recursos naturales en el territorio, con el objetivo de coordinar las acciones considerando los proyectos propuestos.
- Promover la identidad de la población con la unidad territorial de la subcuenca, que los actores identifiquen su territorio como cuenca hidrográfica y reconozcan que hacen uso de los recursos naturales de esa cuenca, que por lo tanto deben protegerla y conservarla.
- Se recomienda realizar una estrategia de comunicación y socialización del plan, en colegios, reuniones de organizaciones locales y actividades relacionadas con el ambiente y los recursos naturales.
- Impulsar la creación de una entidad local organizacional "Comité local de cuenca" para la subcuenca del río Arenal, para que lidere las gestiones y acciones del territorio, todo en el marco legal e institucional pertinente.
- Fortalecer la capacidad de gestión de los actores locales, líderes, directivos y técnicos principalmente para la organización y gestión de recursos que le permitan ejecutar los proyectos, porque si no se da respuesta a la comunidad, la credibilidad de la planificación se afectará.

6. Producto 4-b. Plan de acción

El plan de acción para la subcuenca del río Arenal considera los criterios y la relevancia que tiene para la población, instituciones, gobierno local, de dar una solución a los problemas identificados en el diagnóstico. Así mismo la identificación de las oportunidades de financiamiento probable para ejecutar los proyectos. El plan de acción puede tener un carácter de "oportunidad", pero también de "demostrativo" con la oportunidad de conseguir o fomentar los efectos multiplicadores y de escalamiento en la subcuenca para el proceso de implementación del plan de gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de manejo de subcuenca.

6.1. Metodología

La propuesta de un plan de acción responde a criterios y considera la urgencia y relevancia que tiene para la población dar una solución a los problemas identificados en el diagnóstico. Por otro lado, las oportunidades de financiamiento disponible y la importancia que tiene para lograr el manejo de la subcuenca. Tiene el carácter de "oportunidad", pero también de "demostrativo" para fomentar los efectos multiplicadores y de escalamiento para el proceso de implementación del plan de gestión integrada de los recursos hídricos con enfoque de manejo de subcuencas.

La metodología para elaborar el plan de acción se basa en los resultados del diagnóstico, para luego realizar la consulta a los actores clave que priorizan los proyectos, luego se procede a desarrollar los perfiles de cada uno de ellos, incluyendo el financiamiento, la organización para su ejecución y un cronograma general de ejecución (**Figura 6**).

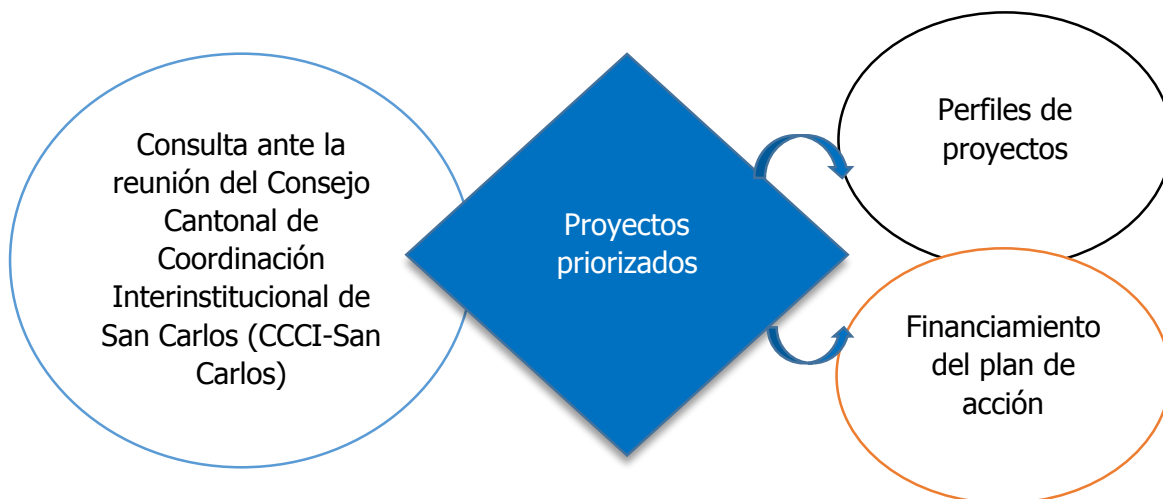


Figura 6. Esquema metodológico para el plan de acción

6.2. Principales resultados

6.2.1. Perfiles de proyectos

Con los 20 proyectos resultantes del diagnóstico se realizó una consulta al Consejo Cantonal de Coordinación Interinstitucional de San Carlos (CCCI-San Carlos), Centro de Investigación CITTED-UNID, INAMU, IMAS, CONAPDIS, SINAC, PANI, INS, Ministerio de Salud, ICODER, FONAFIFO, Ministerio de Seguridad Pública, CCSS Dirección Regional, CITTED-UNED La Perla

Fortuna, MEP, Municipalidad de Ciudad Quesada y el ICE. Para extraer la información se utilizó un instrumento de evaluación previamente elaborado el cual fue complementado por cada uno de los participantes a la reunión. La evaluación consideró tres criterios de evaluación y tres opciones de calificación (**Cuadro 24**). Resultando 11 proyectos prioritarios, en el cual se presentan los resultados de la evaluación.

Cuadro 22. Criterios de evaluación participativa de proyecto

Priorización	Criterios de evaluación		
	Relevancia/interés	Prioridad/Urgencia	Factibilidad/Recursos
Opciones de calificación	<p>1.Muy relevante; proyecto de mucho interés y alto impacto positivo esperado en la subcuenca</p> <p>2.Medianamente relevante, proyecto de regular impacto positivo esperado en la subcuenca</p> <p>3.Poco relevante; proyecto de poco interés y bajo impacto positivo esperado en la subcuenca</p>	<p>1.Alta prioridad; proyecto de acción inmediata, debe ejecutarse en la primera etapa del plan</p> <p>2.Prioridad media; proyecto para ejecutar en segunda etapa del plan</p> <p>3.Baja prioridad; proyecto para ejecutar en última etapa del plan</p>	<p>1.Muy factible; existen recursos humanos y financieros disponibles a nivel local y nacional para ejecutar el proyecto</p> <p>2.Medianamente factible; existen algunos recursos locales y nacionales pero hay que gestionar recursos adicionales a nivel nacional e internacional</p> <p>3.Poco factible; no hay recursos locales y nacionales disponibles, se requiere gestionar financiamiento internacional, hay pocas fuentes de financiamiento)</p>

Cuadro 23. Resultados de la evaluación de los proyectos propuestos realizada por 16 miembros del CCCI en la reunión celebrada en la Municipalidad de San Carlos

Proyectos	Relevancia/interés			Prioridad/urgencia			Factibilidad/recursos		
	Mucha (1)	Media (2)	Poca (3)	Alta (1)	Media (2)	Baja (3)	Muy factible (1)	Factibilidad Media (2)	Poco Factible (3)
Acceso, distribución y regulación tarifaria de los recursos hídricos	8	6	1	6	7	2	6	7	2
Control de la contaminación de aguas residuales, agropecuarias y domésticas	16			15	1		6	7	3
Monitoreo de la calidad del agua superficial y para consumo	16			16			8	5	3
Identificación y protección de zonas de recarga hídrica incluyendo compra de tierra	14	2		12	4		4	4	6
Gestión de los residuos sólidos y líquidos	15		1	11	5		6	8	2
Servicios ambientales hídricos	7	8	1	7	6	2	7	6	2
Investigación sobre las aguas subterráneas	4	11	1	4	10	2	1	9	5
Capacitación en gestión local (comunitaria) y cambio climático	11	5		10	5	1	7	6	3
Capacitación en gestión institucional y cambio climático	12	4		11	4	1	8	5	3
Capacitación en la gestión de recurso hídrico y su administración	10	6		8	7	1	9	3	4
Educación ambiental en escuelas y colegios y gestión del riesgo	10	6		9	5	2	10	4	2
Fomento de agroturismo	6	7	2	4	8	3	6	7	2
Fomento de turismo agroecológico relacionado con recurso hídrico	9	7		9	5	2	8	3	5
Desarrollo de fincas integrales	5	9	1	4	9	2	5	4	4
Tecnificación eficiente para la producción agropecuaria y cadenas de valor	8	7	1	5	9	1	5	4	4
Fomento de la actividad silvoagropecuaria	6	7	2	3	10	2	5	7	2
Fortalecimiento de Pagos por Servicios Ambientales	5	10	0	4	9	2	2	7	4
Mejoramiento de las áreas silvestres protegidas	11	4	0	8	6	1	7	4	2
Recuperación de suelos degradados	10	5	1	10	5	0	4	5	4
Recuperación de franjas ribereñas	10	5	1	8	7	0	5	4	4

Proyectos priorizados

6.2.2. Financiamiento del plan de acción

Los lineamientos generales para la gestión de financiamiento para el PA están contenidos en la Estrategia de financiamiento para la implementación del PGIRH. Además, de manera específica, los perfiles de los proyectos del PA contienen una propuesta de fuentes de financiamiento para cada caso, con algunas indicaciones de las acciones inmediatas que son requeridas para movilizar los recursos necesarios y viabilizar la implementación de los proyectos.

La propuesta de fuentes de financiamiento identificadas para los diferentes proyectos incluyen: presupuestos nacionales, presupuestos municipales, ONGs nacionales e internacionales y organismos bilaterales.

Los presupuestos nacionales y municipales constituyen las fuentes más accesibles para el financiamiento de los proyectos del PA, debido a que estos presupuestos se encuentran en ejecución y son renovados cada año, son ejecutados por instituciones que están físicamente establecidas dentro de la subcuenca o en sus alrededores, y contienen partidas presupuestarias coincidentes con muchas de las necesidades de los proyectos, como son recursos de personal, instalaciones, oficinas equipadas, sistema de comunicaciones, viáticos, combustibles y gastos generales. Se espera que estos apoyos se puedan lograr a través acuerdos o convenios institucionales de rápido proceso.

Además, algunas de estas instituciones disponen de partidas y fondos especiales que les permitirían apoyar los proyectos propuestos en el PA. Estas instituciones pueden colaborar también en la gestión de nuevos recursos financieros para proyectos de interés para la subcuenca, y están en posición de apoyar iniciativas de gestión de financiamiento por parte de las organizaciones locales, para atraer nuevos recursos hacia la subcuenca.

Por otra parte, están abiertas las posibilidades de movilizar recursos financieros disponibles en las ONGs Nacionales e Internacionales y los organismos bilaterales (Agencias de Cooperación y Embajadas), ante los cuales se pueden emprender gestiones de financiamiento, por la vía de las asociaciones de productores, cooperativas y organizaciones de desarrollo comunitario que existen en la subcuenca. Al respecto, hay que aprovechar el potencial de estas organizaciones y fortalecer sus capacidades para funcionar como gestores de recursos financieros ante las agencias de cooperación nacionales e internacionales. Entre estas capacidades están la disponibilidad de estatutos legales constitutivos, personería jurídica, y experiencia demostrada para gestionar y administrar fondos.

Las diferentes fuentes de financiamiento mencionadas están en condiciones de aportar los recursos necesarios para iniciar la implementación de las acciones inmediatas de los proyectos del PA. Sin embargo, para concretar la movilización de los recursos se requieren algunas acciones previas, como son:

- La designación formal de un organismo o institución ejecutora.
- La definición formal del gestor y administrador de los recursos financieros.

- La definición de responsabilidades de cooperación del conjunto de instituciones y organizaciones vinculadas a la ejecución del proyecto.
- Establecer contacto con las fuentes de financiamiento identificadas para cada proyecto, a través de mesas de donantes y por comunicación directa del gestor de financiamiento designado.
- Iniciar acciones de negociación y firma de convenios y acuerdos institucionales para concretar la movilización de recursos e iniciar la ejecución de las primeras etapas y actividades de los proyectos.
- Empezar, paralelamente la gestión de los recursos financieros externos para complementar el financiamiento interno.

6.2.3. Organización para la ejecución del plan de acción

En la organización para la ejecución del PGIRH participan las instituciones responsables en los temas de los proyectos a ejecutar, los beneficiarios y la entidad colaboradora (donante o cooperante). La organización para la ejecución específica del PA, contará con un Comité Local Gestor que será conformado para cada proyecto, el cual será el encargado de realizar la gestión de los recursos técnicos y financieros para la ejecución de cada proyecto. Entre las funciones principales de este comité estará la de establecer contacto con las fuentes de financiamiento identificadas para cada proyecto, e iniciar acciones de negociación y firma de convenios y acuerdos institucionales para concretar la movilización de recursos técnicos y financieros para dar inicio a la ejecución de las acciones inmediatas definidas en el PA.

Para la gestión integral y coordinación de todo el plan de acción se propone que la Municipalidad de San Carlos defina un comité de coordinación y seguimiento al proceso de la ejecución del plan de acción, integrando a representantes de instituciones relacionadas con los temas de los proyectos del PA. Este comité podría en el futuro formar parte del comité local para la subcuenca del río Arenal, como instancia articulada a la gobernanza y gobernabilidad asociada a los territorios de las subcuencas hidrográficas.

6.2.4. Cronograma de ejecución del plan de acción

El plan de acción establece un horizonte de ejecución, dividido en dos etapas. La primera que va del año 1 al 3, y la segunda del año 4 al 10, esta división principalmente se relaciona con el desarrollo de los proyectos planteados.

Cuadro 24. Cronograma de ejecución del plan de acción

Proyectos	Años para el plan de acción			Continúa con la vida del PGIRH
	1	2	3	4 a 10
• Monitoreo de la calidad del agua superficial y para consumo (4 años)	[Barra verde]			[Barra azul]
• Servicios ambientales hídricos (5 años)		[Barra verde]		[Barra azul]
• Capacitación en gestión local (comunitaria) y cambio climático (4 años)	[Barra verde]			[Barra azul]
• Capacitación en gestión institucional y cambio climático (4 años)	[Barra verde]			[Barra azul]
• Capacitación en la gestión de recurso hídrico y su administración (5 años)		[Barra verde]		[Barra azul]
• Educación ambiental en escuelas y colegios y gestión del riesgo (5 años)		[Barra verde]		[Barra azul]
• Fomento de turismo agroecológico relacionado con el recurso hídrico (5 años)		[Barra verde]		[Barra azul]
• Desarrollo de fincas integrales (7 años)		[Barra verde]		[Barra azul]
• Tecnificación eficiente para la producción agropecuaria y cadenas de valor (5 años)		[Barra verde]		[Barra azul]
• Mejoramiento de las áreas silvestres protegidas (8 años)		[Barra verde]		[Barra azul]
• Recuperación de franjas ribereñas (4 años)			[Barra verde]	[Barra azul]

Durante la ejecución del Plan de Acción

Continúa con el PGIRH

7. Producto 4-c. Estrategia de trabajo municipal

La estrategia se sustenta en la necesidad de medir el grado de avance y la efectividad de las intervenciones, que demuestren los cambios e impactos relativos con los indicadores de la planificación propuesta. La estrategia permitirá a la organización responsable de la ejecución del plan de acción de tener una guía para impulsar y dirigir los procesos que el plan requiera.

7.1. Visión, misión, valores y metas

Como toda estrategia, se definen los componentes fundamentales, sobre los cuales se desarrollan los elementos operativos de la estrategia. Todo proceso de dirección estratégica cuenta esencialmente de tres fases, la planificación o formulación, la implementación y el control, a continuación una breve descripción de los componentes:

Visión, es lo que se desea para el futuro del territorio de la subcuenca del río Arenal. Viene a ser un planteamiento ideal, de cómo se concibe o se espera que sea el territorio y sus poblaciones en el futuro. Ha de ser ideal, pero creíble y posible. El nivel de verosimilitud, al mismo tiempo que de excelencia, ayudará a que los que definen la visión "se lo crean", hablen de ello con entusiasmo y contagien a los demás tanto la ilusión como la credibilidad. Por ejemplo restablecer la cobertura de bosques a un 60% en la subcuenca.

Misión, es la forma específica en que el Municipio de San Carlos se propone hacer realidad la visión. Es un conjunto de actuaciones inspiradas de una cultura y valores propios que contiene grandes objetivos armonizados con la visión de futuro.

Valores, son principios éticos sobre los que se asienta la cultura de la organización, y que permitirá crear las pautas de su comportamiento. Los valores, mostrarán la personalidad de la Municipalidad de San Carlos frente a la responsabilidad de ejecutar el plan de acción. Ejemplo: transparencia, rendición de cuentas, equidad, trabajo en equipo, respeto, participación, honestidad.

Metas, son específicas de lo que se quiere lograr o realizar en un tiempo específico, implican señalar cantidad y calidad del producto a alcanzar, ejemplo hectáreas reforestadas con Teca al finalizar el segundo año. La meta: lograr la ejecución de los 11 proyectos priorizados.

7.2. Objetivos

Es necesario establecer objetivos para la estrategia, estos son:

- Facilitar la coordinación e integración para ejecutar el plan de acción para la subcuenca del río Arenal
- Desarrollar una agenda común que integre a los actores participantes del plan de acción
- Garantizar que la planificación y los proyectos priorizados se lleven a la práctica.
- Desarrollar la cohesión grupal y la confianza entre los miembros del grupo.
- Gestionar recursos para la continuidad de acciones en el territorio.
- Desarrollar el seguimiento y control de los avances y logros derivados de la ejecución del plan de acción.

La estrategia esta integrada por elementos y componentes que van a permitir al Municipio a poder concretar las acciones que los actores han considerado importantes para el territorio, a continuación cada uno de los elementos de la estrategia (**Figura 8**).

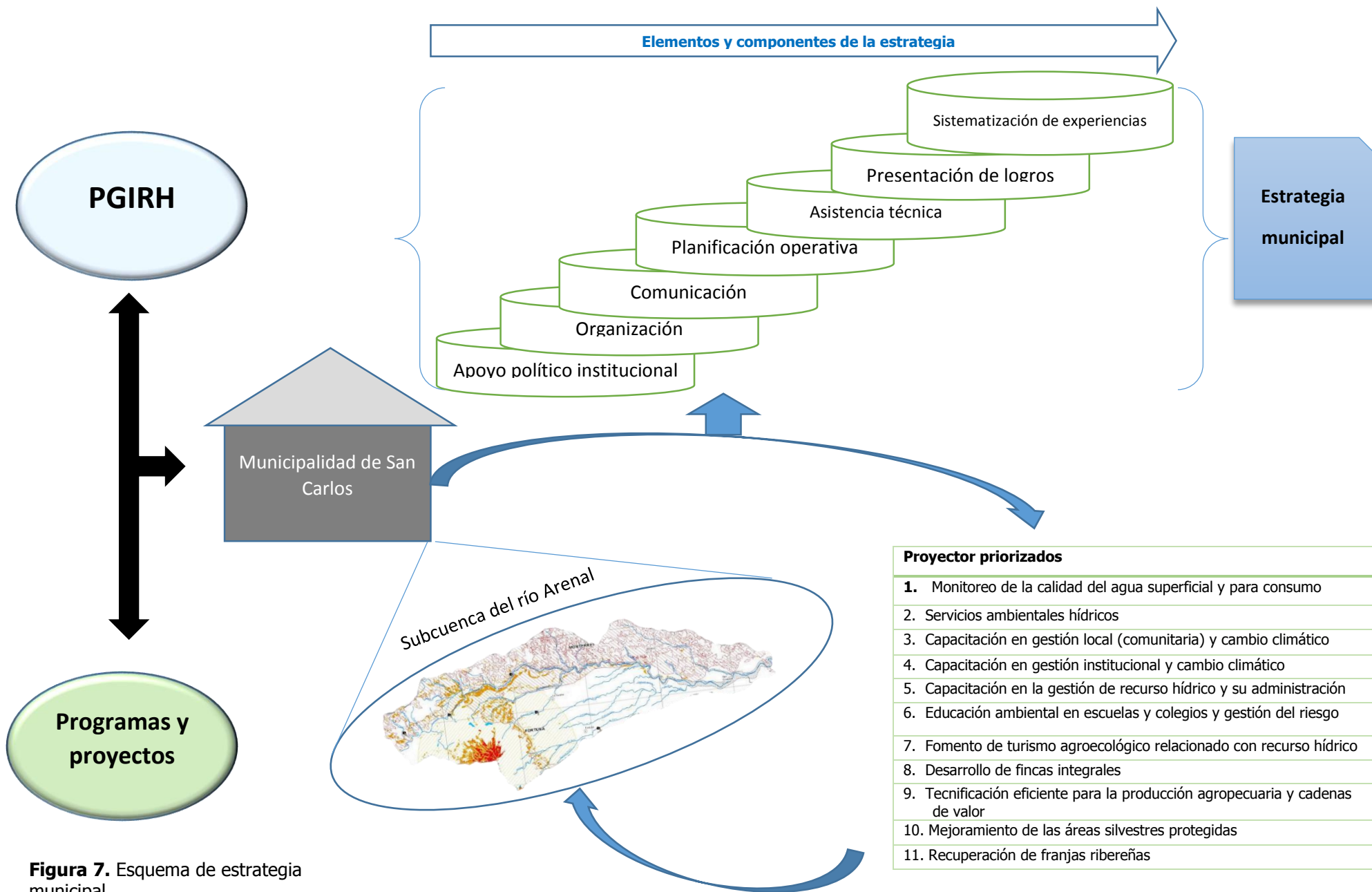


Figura 7. Esquema de estrategia municipal

7.3. Hallazgos

- El plan de acción está integrado por 11 perfiles que fueron priorizados por los actores locales, a continuación la relación de los proyectos:
 - Monitoreo de la calidad del agua superficial y para consumo
 - Servicios ambientales hídricos
 - Capacitación en gestión local (comunitaria) y cambio climático
 - Capacitación en gestión institucional y cambio climático
 - Capacitación en la gestión de recurso hídrico y su administración
 - Educación ambiental en escuelas y colegios y gestión del riesgo
 - Fomento de turismo agroecológico relacionado con recurso hídrico
 - Desarrollo de fincas integrales
 - Tecnificación eficiente para la producción agropecuaria y cadenas de valor
 - Mejoramiento de las áreas silvestres protegidas
 - Recuperación de franjas ribereñas
- Para la gestión integral y coordinación de todo el plan de acción se propone que la Municipalidad de San Carlos defina un comité de coordinación y seguimiento al proceso de la ejecución del plan de acción, integrando a representantes de instituciones relacionadas con los temas de los proyectos del PA. Este comité podría en el futuro formar parte del comité local para la subcuenca del río Arenal, como instancia articulada a la gobernanza y gobernabilidad asociada a los territorios de las subcuencas hidrográficas.
- La estrategia de trabajo municipal, permitirá a la organización responsable de la ejecución del plan de acción de tener una guía para impulsar y dirigir los procesos que el plan requiera, se definen la visión, misión, valores y metas.
- Los componentes de la estrategia propuestos son: apoyo político institucional, organización, comunicación, planificación operativa, asistencia técnica, presentación de logros, y sistematización de experiencias, con el soporte de la Municipalidad de San Carlos.

7.4. Recomendaciones

- El plan de acción es un documento que ese debe socializar con cada uno de los actores relacionados con los proyectos priorizados, el objetivo es lograr que se internalice en las agendas de trabajo de cada organización sea gubernamental o no gubernamental.
- Para cada perfil del plan de acción se debe trabajar con un comité o grupo impulsor que promueva la gestión de recursos para ejecutar la propuesta, en coordinación con los actores participantes, beneficiarios y colaboradores.
- Cada proyecto propuesto no debe esperar la gestión de todos los recursos planificados, se puede avanzar por etapas, acorde a las gestiones que se vayan concretando.
- La estrategia municipal debe internalizarse o adoptarse en las agendas de trabajo municipal, con la finalidad de impulsar las gestiones y acciones relacionadas con el plan de gestión de los recursos hídricos de la subcuenca.

8. Producto 5. Matriz de indicadores para el seguimiento y monitoreo

Una vez que se obtiene el plan, el sistema de monitorio cumple un rol fundamental que permite al (los) ejecutor (es) del PGIRH realizar el proceso sistemático de verificación y control de las diferentes actividades que se ejecutarán con el plan. Este sistema puede ser simple o complejo y deberá ser adoptado por quienes asuman la responsabilidad de su ejecución, de allí la importancia que al definir el sistema se consideren los elementos básicos de operatividad, responsabilidad, sencillez, precisión y suficiencia. Se espera que el monitoreo sea un esfuerzo colaborativo y participativo como elemento clave para lograr un sistema viable que responda a las capacidades de las organizaciones e instituciones responsables, o que tienen interés en la ejecución del Plan de Gestión Integrada de Recurso Hídrico de la subcuenca del río Arenal. A continuación se presenta el sistema de monitoreo propuesto.

8.1. Metodología

El sistema de monitoreo se basa en indicadores de resultados y los indicadores de impacto que requieren de la consideración de los alcances, objetivos, la definición de los indicadores, la evaluación en matrices y los resultados o reportes. Es necesario contar con un/unos responsables de llevar a cabo el funcionamiento del sistema y el cuál será fundamental para lograr el impacto que el Plan propone en el territorio (**Figura 8**).

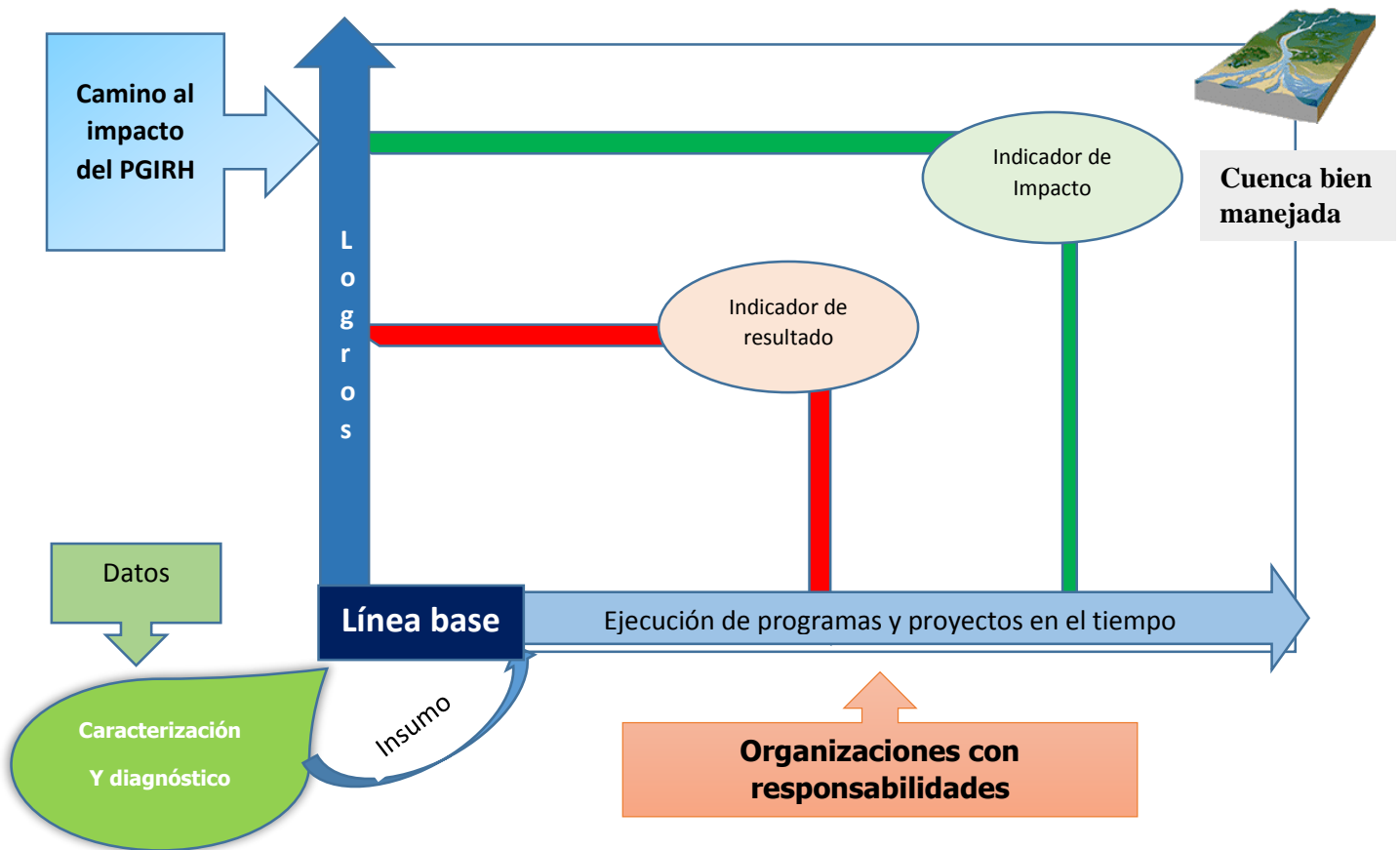


Figura 8. Camino al impacto del PGIRH

La **Figura 8** anterior muestra como el sistema de monitoreo corresponde a un aspecto fundamental para lograr el impacto deseado. El mismo se construye desde el inicio de la planificación, tratando de generar o utilizar la mejor calidad de datos posibles que permitan una adecuada línea base con sus respectivos indicadores (resultado, en el camino o de impacto al finalizar el proceso de ejecución).

8.2. Monitoreo y evaluación

El plan de gestión integra un programa gerencial con la finalidad de monitorear cada uno de los proyectos, los programas y el propio plan, la evaluación es una responsabilidad para conocer los cambios significativos e impactos del plan de gestión y sus programas. El monitoreo se realizará en cada proyecto, variando su frecuencia, la cual será acorde a la naturaleza de las actividades. La evaluación se puede realizar a medio plazo y al finalizar cada programa y el plan. Complementariamente se realizará la sistematización de experiencia como un elemento de apoyo para la mejora continua de la planificación y ejecución del plan. A continuación se presenta el esquema conceptual para la organización del monitoreo (**Figura 9**).

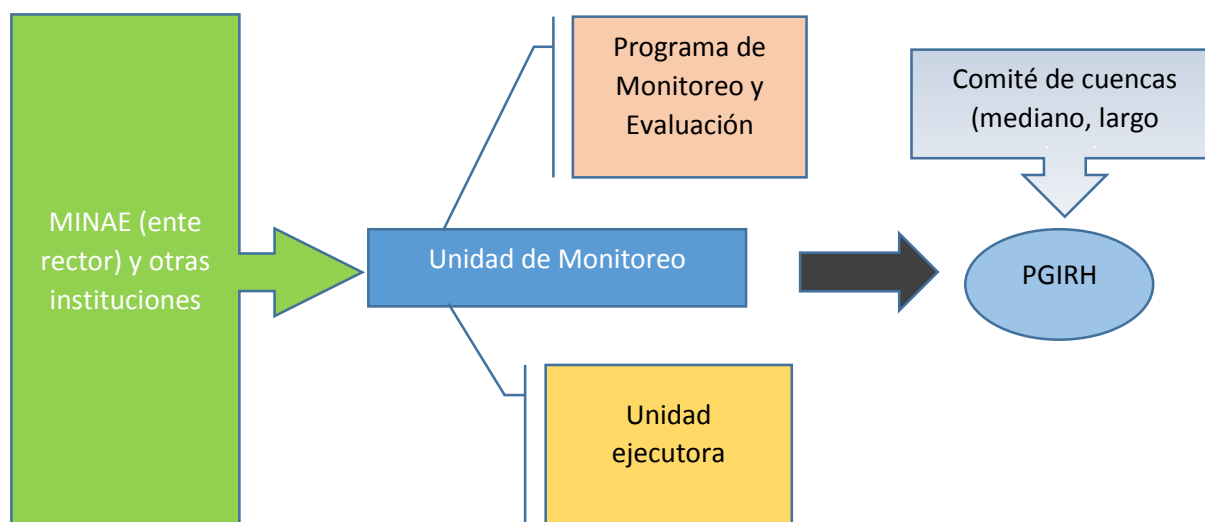


Figura 9. Esquema conceptual para la organización del monitoreo

La **Figura 9** muestra la importancia del rol de aquellos quienes se definen como responsables para dar el seguimiento y monitoreo del PGIRH de la subcuenca del río Arenal. Es menester señalar que lo ideal sería contar con una unidad ejecutora y un comité de cuencas encargados. Lo que se debe monitorear es producto del diagnóstico, del cual se extrae la línea base, es decir el estado actual de la subcuenca. De ahí se construye la matriz de indicadores que se deben monitorear (**Cuadro 25 y 26**).

En dichos cuadros se presentan indicadores de resultado que son quienes muestran lo que el plan, programa o proyecto efectivamente entrega, en función de cómo son invertidos los recursos y los indicadores de impacto deben mostrar logros del plan, programa o proyecto en cuanto a precisar cambios significativos cuantitativos y cualitativos vinculados a los objetivos del PGHRI.

Cuadro 25. Matriz de indicadores de resultados para el monitoreo de proyectos del plan de gestión

Programa	Indicador Macro	Frecuencia	Forma de cálculo	Proyectos	Indicador	Grado de cumplimiento	Medio de verificación
Conservación y recuperación de suelos y bosques	Superficie de tierra sin degradación (%)	Quinquenal	Superficie de tierras sin degradación x 100/ superficie total de tierras	Recuperación de suelos degradados	Ha. que se recuperan o restauran	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Recuperación de franjas ribereñas	m. lineales de franjas ribereñas reestablecidas	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Fortalecimiento de pagos por servicios ambientales	Ha. Reforestadas y conservadas	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Mejoramiento de las áreas silvestres protegidas	Ha. bajo manejo	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
Gestión integrada de los recursos hídricos	Cantidad de usuarios del agua superficial y subterránea de acuerdo con las regulaciones (%)	Anual	(Usuarios del agua que cumplen/ Usuarios del agua total) x 100	Acceso, distribución y regulación tarifaria de los recursos hídricos	Número de usuarios. Distribución/ uso (%)	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Control de la contaminación de aguas residuales agropecuarias y domésticas	Inventario de fuentes contaminantes. No. Control de descargas	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Monitoreo de la calidad del agua superficial para consumo humano	% de muestras de agua que cumplen con la calidad. No. de monitoreo	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Servicios ambientales hídricos	Colones, gestionados del canon por uso de agua, reinvertidos en la subcuenca.	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Gestión de residuos sólidos y líquidos	No. de sistemas gestionados No. de familias beneficiadas	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Identificación y protección de zonas de recarga hídrica, incluyendo compra de tierras	Ha. bajo protección Ha. compradas	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
Gestión silvo-agropecuaria y el	Δ Producción (%)	Anual	(Total de la producción actual –	Tecnificación eficiente para la producción agropecuaria y cadenas de valor	% de incremento de la producción	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico

Programa	Indicador Macro	Frecuencia	Forma de cálculo	Proyectos	Indicador	Grado de cumplimiento	Medio de verificación
turismo agro empresarial			producción del año anterior/Total de la producción del año anterior) 100	Fomento del turismo agroecológico relacionado con el recurso hídrico	No. de módulos pilotos establecidos	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Fincas integrales	Ha. bajo fincas integrales No. de fincas integrales	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Fomento del agroturismo	No. de módulos pilotos establecidos	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
				Fomento de la actividad silvoagropecuaria	% incremento en la producción	Rojo-amarillo-verde	Informe técnico
Fortalecimiento de capacidades locales e institucionales ante el cambio climático	Personas capacitadas	Anual	Total de actores clave capacitados en el año/total de actores clave programados en el año) 100	Capacitación en gestión institucional y cambio climático	No. de instituciones capacitadas (personal)	Rojo-amarillo-verde	Registros de asistencia
				Capacitación en gestión de recurso hídrico y cambio climático	No. de personas capacitadas	Rojo-amarillo-verde	Registros de asistencia
				Capacitación en gestión local (comunitaria) y cambio climático	No. de organizaciones locales capacitadas (personal)	Rojo-amarillo-verde	Registros de asistencia
				Educación ambiental en escuelas y colegios y gestión del riesgo	No. de estudiantes capacitadas	Rojo-amarillo-verde	Registros de asistencia
Estudios e investigación	Δ Instituciones beneficiadas con los estudios	Anual	(Total de instituciones beneficiadas – instituciones beneficiadas año anterior /Total de instituciones beneficiadas el año anterior) 100	Medición de la calidad y cantidad de agua en el cauce principal en las partes media y baja de la subcuenca	No. de estaciones de medición establecidas y operando. Una base de datos disponibles para estudios.	Rojo-amarillo-verde	Informe de gestión
				Estudio de la calidad del agua en las fuentes para los principales usos	No. de muestreos y análisis. Base de datos de calidad de agua.	Rojo-amarillo-verde	Informe de gestión
				Diversificación de la producción silvoagropecuaria	No. de nuevos rubros establecidos Ha. establecidas	Rojo-amarillo-verde	Informe de gestión
				Investigación sobre las aguas subterráneas	m ³ de agua existente como oferta de agua (información).	Rojo-amarillo-verde	Informe de gestión

Cuadro 26. Matriz de indicadores de impacto

Indicador	VARIABLES	Unidad	Línea base	Estandar	Lugar	Frecuencia	Grado de cumplimiento	Medios de verificación	Responsable
Cantidad de agua	Caudal	m ³ /seg	14		Coord.	Mensual	V cumple A regular R no cumple	Informe técnico	MINAE/Dirección de aguas
Calidad de agua para agua potable	Turbiedad	UNT	N/D	<1	Coord.	Anual	V cumple A regular R no cumple	Informe técnico	AyA
	pH	Valor pH	N/D	6,5			V cumple A regular R no cumple		
	Conductividad	µS/cm	N/D	400			V cumple A regular R no cumple		
	Dureza total	mg/L CaCO ₃	N/D	400			V cumple A regular R no cumple		
	Cloruro	mg/L Cl ⁻	N/D	25			V cumple A regular R no cumple		
	Nitrato	mg/L NO ₃ ⁻	N/D	25			V cumple A regular R no cumple		
	Nitritos	mg/L NO ₂ ⁻	N/D	0,1			V cumple A regular R no cumple		
	Coliformes fecales	UFC/100 mL	Cloro 0,16 q 0,63	Ausente			V cumple A regular R no cumple		
Cobertura vegetal permanente	Superficie	%	27,6 %	70%	Cuenca	Quinquenal	V cumple A regular R no cumple	Informe técnico	SINAC
Erosión de suelo (laminar)	Volumen	t/ha/año	1,17 a 26,16	10	Cuenca	Quinquenal	V cumple A regular R no cumple	Informe técnico	MAG
Inundaciones	No.	Unidad	N/D	0	Cuenca (Baja)	Anual	V cumple A regular	Informe técnico	CNE

							R no cumple		
Temperatura (cambio climático)	T promedio anual	°C	15-27	N/D	Cuenca	Mensual	V cumple A regular R no cumple	Base de datos	IMN
Precipitación	Precipitación media anual	Mm	3,820	N/D	Cuenca	Mensual	V cumple A regular R no cumple	Base de datos	IMN
Conflicto de uso de la tierra	Sobreuso	Km ²	56.52 Km ²	0	Cuenca	Quinquenal	V cumple A regular R no cumple	Informe técnico	SINAC
Organización para el manejo de la subcuenca	Unidad ejecutora	Unidad	0	1	Cuenca	Bianual	V cumple A regular R no cumple	Informe técnico Acta de constitución	MINAE, MAG, AyA
Producción de cultivos principales	Rendimiento	t/ha	Frijol 0,8 Tm/ha Caña 60 a 100 Tm/ha Yuca 11,5 Papaya 60	N/D	Cuenca	Anual	V cumple A regular R no cumple	Informe técnico	INEC y MAG
Participación	Participación	Unidad	N/D	70%	Cuenca	Bianual	V cumple A regular R no cumple	Informe técnico	Redes

8.3. Hallazgos

- Los indicadores para evaluar el impacto del plan de gestión de la subcuenca, demuestran que el territorio no está degradado, pero si se notan procesos que se pueden volver críticos sino se toman las medidas pertinentes.
- Se presenta una matriz para el monitoreo de resultados de los proyectos, con al menos uno o dos indicadores, aunque estos se pueden ampliar a más indicadores dependiendo de la importancia que le asignen los ejecutores de los programas y sus proyectos.
- Para lograr la información suficiente y adecuada que permita la interpretación de impactos de la gestión de los recursos hídricos, es necesario diseñar y establecer el seguimiento temporal y espacial en el entorno de la subcuenca y su medio ambiente. La actividad puede resultar compleja y demandar intensos esfuerzos técnicos y económicos, por lo tanto se deben definir los aspectos claves o indicadores explicativos de los efectos e impactos específicos e integradores que se producen por la intervención en la subcuenca.
- Los indicadores de impacto en la subcuenca refieren al monitoreo la cobertura vegetal, cantidad y calidad de agua, erosión de suelos. temperatura, precipitación, conflictos de uso del suelo, organización para el manejo de la subcuenca, participación de los actores locales, producción y productividad
- Los indicadores de resultado en este estudio refieren al monitoreo de :

8.4. Recomendaciones

Sobre el proceso metodológico

- Conocer la información sobre el documento que presenta la matriz de indicadores.
- Tener un apropiado protocolo para el levantamiento de información para cada uno de los proyectos. El entrenamiento para utilizar el protocolo y los ejercicios son importantes para asegurar el dominio de la herramienta.
- Reconocer los aportes y colaboración de las diferentes instituciones involucradas en el levantamiento de información en todas las posibles publicaciones o reportes a generar.

Sobre el recurso humano

- El personal involucrado debe capacitarse e informarse lo mejor posible sobre los conceptos de monitoreo, así como conocer el PGIRH y sus alcances, de modo que le permita empoderarse del mismo.
- Deseable que durante todo el proceso de monitoreo, el personal sea el mismo o en su defecto crear capacidades en el personal de relevo. El entrenamiento es clave para asegurar calidad de resultados.
- En la recopilación y levantamiento de información debe existir una co-responsabilidad a nivel institucional y local, con la finalidad de hacer el proceso dinámico y participativo.
- Se recomienda realizar una supervisión a los diferentes momentos del monitoreo y registro de datos.

Sobre las bases de datos, manejo y acceso a la información

- Siempre tener un sistema de respaldo de la información, se recomienda tres copias.

- Se recomienda uniformizar y actualizar el sistema operativo de la computadora donde se procesa la información con la finalidad de evitar problemas de incompatibilidad por versiones o actualizaciones.
- Se debe definir o seleccionar información que sea puesta a disponibilidad de los diferentes usuarios de la cuenca, mediante boletines informativos o informes técnicos.
- La base de datos del sistema de monitoreo debe estar actualizada y sistematizada de tal manera que permita obtener información resumida de los mismos mediante un sistema de redes, es recomendable organizar un sitio web para esta finalidad.

9. Bibliografía

_____. 2015. Actualización del Plan de Desarrollo Cantonal, San Carlos 2014-2024. Alajuela, CR. 294 p.

AyA (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados). 2013. Proyecto Georreferenciación de los aprovechamientos para suministro de agua potable administrados por los entes operadores de Sistemas Delegados (V Fase). Informe final de resultados. CR. 65 p.

ADIFORT (Asociación de Desarrollo Integral de la Fortuna). 2015. Plan de trabajo anual 2015-16. Listado de proyectos.

ACAHN- SINAC (Área de Conservación Arenal Huetar Norte) (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2012. Plan de Manejo 2012-2020. Parque Nacional Volcán Arenal Alajuela, Costa Rica. 113 p.

Diagnóstico General Área de Conservación Arenal Huetar Norte. 2011. Plan de Manejo Parque Nacional Volcán Arenal, Parque Nacional del Agua Juan Castro Blanco Alajuela, Costa Rica. 93 p.

Barrientos, O.; Chaves, G. 2008. Región Huetar Norte; Oferta exportada actual y oferta potencial de productos agropecuarios alternativos. San José, Costa Rica. Secretaría Ejecutiva de Planificación Agropecuaria (SEPSA)/Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER). 100 p.

Centro Científico Tropical. 1990. Series de suelos, autor A. Vásquez. Escala 1:200 000. Comisión Nacional de Emergencias. Fecha aprox. 1995 a 2000. Atlas de Amenaza Naturales realizado para el cantón de San Carlos, Escala 1:50,000.

Comité Sectorial Regional Agropecuario, Región Huetar Norte. 2011. Plan Regional de Desarrollo de la Región Huetar Norte. Sector Productivo 2011 – 2014. San Carlos, Costa Rica. Comité Sectorial Regional Agropecuario Región Huetar Norte-Sector Agroalimentario. 45 p. Diagnóstico General Área de Conservación Arenal Huetar Norte. 2011. Plan de Manejo Parque Nacional Volcán Arenal, Parque Nacional del Agua Juan Castro Blanco Alajuela, Costa Rica. 93 p.

DINADECO (Dirección Nacional de Desarrollo Comunal). 2016. Base de datos actualizada a julio 2015 sobre asociaciones de desarrollo presentes en la cuenca del río Arenal. 1p. Asociación de Desarrollo Integral de La Fortuna (ADIFORT). 2015. Plan de trabajo anual 2015-16. Listado de proyectos. <http://arenaladifort.com/asociacion/images/Informespdf/PlanDeTrabajo2015-2016.pdf>.

Diagnóstico Parque Nacional Volcán Arenal. Área de Conservación Arenal Huetar Norte. 2011. Plan de Manejo Parque Nacional Volcán Arenal, Alajuela, Costa Rica. 149 p.

Ecosistemas de Costa Rica. 2014. Reserva forestal de zona de emergencia del Volcán Arenal (en línea). Consultado 25 feb. 2016. Disponible en: <http://ecosistemasdecostarica.blogspot.com/2014/04/reserva-forestal-de-zona-de-emergencia.html>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. Estado de la información forestal en Costa Rica. Información para el Desarrollo Forestal Sostenible. Monografías, Volumen 6. Santiago, CL. 232 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1991. Erosión de suelos en Costa Rica; escala 1:200000, con autoría de W.G. Vahrson, M. Alfaro, G. Palacios. Taller de erosión de suelos. Memoria.

FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal). 2015. Base de datos 2003-2015 con información sobre contratos sobre Pago por Servicios Ambientales. Costa Rica. (Archivos shape y Excel).

Municipalidad de San Carlos. 2014. Informe de labores vice alcaldía municipal. Periodo 2013. San Carlos, CR. 6 p.

MEIC (Ministerio de Economía, Industria y Comercio). 2012. Región Huetar Norte Oferta INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). Base de datos correspondiente al Censo 2011. Cantón San Carlos. (Archivos shape y Excel).

MEIC (Ministerio de Economía Industria y Comercio). 2012. Región Huetar Norte; oferta productiva e indicadores socioeconómicos. San José, Costa Rica. MEIC/AECID. 59 p.

INEC. 2014. Resultados del Censo de agropecuario 2014. San José, Costa Rica. www.inec.go.cr
ICT (Instituto Costarricense de Turismo). 2013. Listados sobre Oferta gastronómica y oferta de hospedaje en los distritos de Pocosol, Pital y Cutris. Formatos en Excel.

MINAE-SINAC/Área de Conservación Arenal Huetar Norte. 2011. Plan de Manejo Parque Nacional Volcán Arenal; Diagnóstico Parque Nacional Volcán Arenal. Alajuela, Costa Rica. SINAC/Área de Conservación Arenal Huetar Norte. 149 p.

Municipalidad de San Carlos. 2014. Actualización del Plan de Desarrollo Cantonal, San Carlos, 2014-2024. Ciudad Quesada, San Carlos, Costa Rica. Municipalidad de San Carlos. 292 p.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2015. Parque Nacional Volcán Arenal. Consultado 25 de feb. 2016. Disponible en: <http://www.sinac.go.cr/AC/ACAHN/PNArenal/Paginas/default.aspx>

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de conservación). Octubre 2015. Elaboración del diagnóstico territorial de la cuenca hidrográfica del río Arenal, Sin publicar (Producto No. 1), informe de consultoría.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de conservación). Enero 2016. Plan de gestión integral del recurso hídrico, estudio de caso cuenca del río arenal, con el fin de lograr la gestión integral de la cuenca hidrográfica Sin publicar (Producto No. 2), informe de consultoría.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de conservación). Junio 2016. Plan de gestión integral del recurso hídrico, estudio de caso cuenca del río arenal, con el fin de lograr la gestión integral de la cuenca hidrográfica. Sin publicar (Producto No. 3), informe de consultoría.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de conservación). Julio 2016. Plan de gestión integral del recurso hídrico, estudio de caso cuenca del río arenal, con el fin de lograr la gestión integral de la cuenca hidrográfica. Sin publicar (Producto No. 4), informe de consultoría.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de conservación). Julio 2016. Plan de gestión integral del recurso hídrico, estudio de caso cuenca del río arenal, con el fin de lograr la gestión integral de la cuenca hidrográfica. (Producto No. 5), informe de consultoría.

PRODUS (Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible). 2014. Plan Regulador del distrito Fortuna; propuestas. San José, Costa Rica, ProDUS-UCR/Municipalidad de San Carlos. 257 p.

PRODUS (Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible), UCR (Universidad de Costa Rica). 2013. Plan Regulador del Distrito de La Fortuna de San Carlos. Diagnóstico físico. 442 p.

Rosero B, L. 2002. Estimaciones y proyecciones de población por distrito y otras áreas geográficas. Costa Rica 1970-2015. Centro Centroamericano de Población, Universidad de Costa Rica e Instituto Nacional de Estadística y Censos. San José, CR. 21 p. Consultado: marzo 2016. Disponible en: <http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/pdf/proye/distrital.pdf> dato año 2000

Anexos



Recorrido de campo, guía Geóg. Municipalidad de San Carlos, 04-2016



Trabajo de campo, grupo estudiantes de geografía- UNA, 04-2016



Parte alta de la subcuenca río Arenal, calidad de agua, 04-2016



Parte media baja de la subcuenca río Arenal, 04-2016



Uso del suelo, parte baja de subcuenca río Arenal, 04-2016



Uso del suelo parte media baja de la subcuenca río Arenal, 04-2016



Cauce principal del río Arenal, 04-2016



Terreno para cultivo de piña, parte baja de la subcuenca del río Arenal, 04-2016



Visita a actores clave, guía Geóg. SINAC, 04-2016



Trabajo de campo, análisis de sitios, guía Ph. D Faustino, 04-2016



Entrega de resultados de priorización de proyectos ante el CCCI- agosto 2016