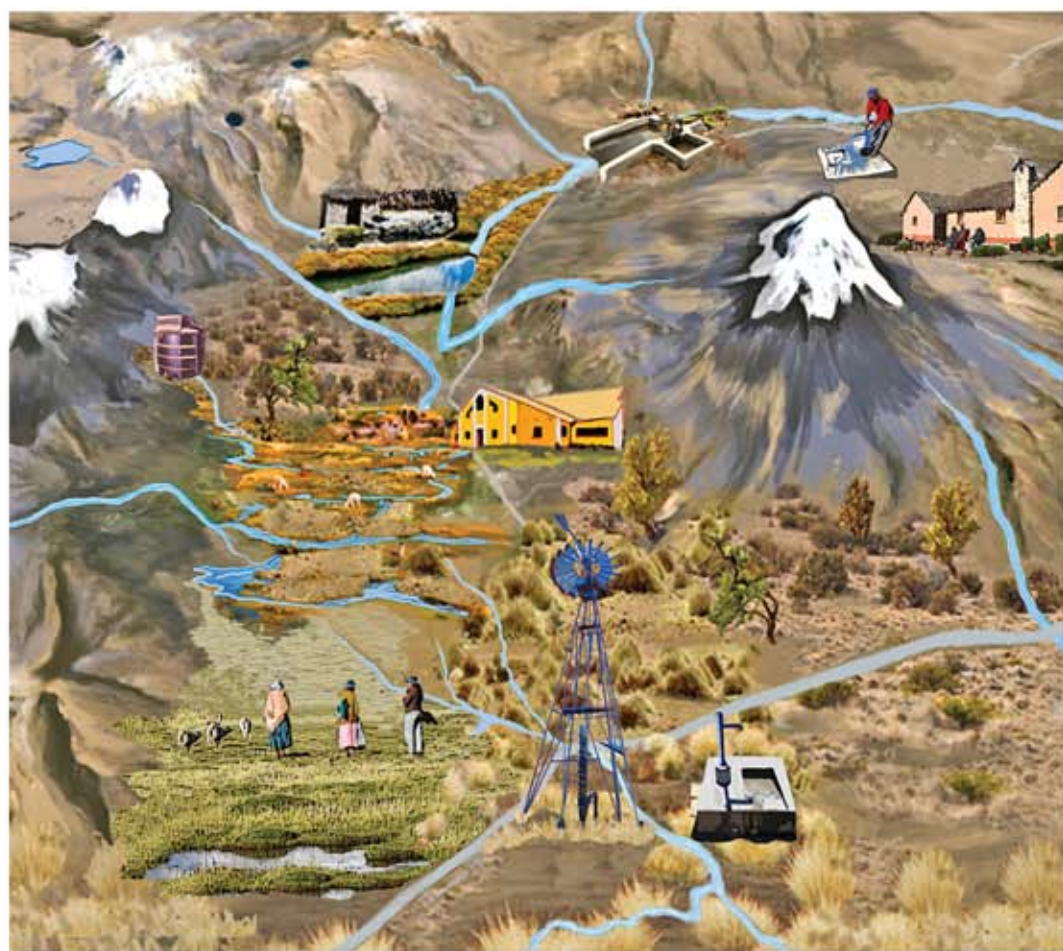


PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL PARQUE NACIONAL SAJAMA



PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL PARQUE NACIONAL SAJAMA



EJECUTADO POR:



diakonia
MÄNNISKOR SOM FÖRÄNDRAR VÄRLDEN

CON EL APOYO DE:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza en Bolivia



CONTENIDO

PREÁMBULO	
1. Antecedentes	1
2. Introducción	2
3. Marco Legal, político e institucional	5
4. Objetivos y metodología del plan	10
4.1. Objetivo general	10
4.2. Objetivos específicos	10
4.3. Metodología	11
DIAGNÓSTICO	
5. Caracterización del área	15
5.1. Biofísica	15
5.2. Recurso agua	19
5.3. Bofedales (esponja verde)	22
5.4. Socio-Economía	24
5.4.1. Aspectos sociales	24
5.4.2. Aspectos económico - productivos	28
6. Análisis de vulnerabilidad	30
6.1. Exposición: tendencias, escenarios y percepciones de los efectos del cambio y la variabilidad climática	32
6.1.1. Tendencias	32
6.1.2. Escenarios climáticos	38
6.2. Sensibilidad	42
6.2.1. Factor físico natural	42
6.2.2. Factor socioeconómico	49
6.2.3. Vulnerabilidad de las mujeres	53
6.3. Capacidad adaptativa de las comunidades	54
6.4. Síntesis del análisis de vulnerabilidad	57
PLAN DE ACCIÓN	
7. Construcción del plan desde las comunidades	61
7.1. Criterios de orientación	61
7.2. Objetivos del proceso	61
7.3. Metodología de trabajo	62
8. Plan de acción	64
8.1. Eje: Manejo integral sustentable del recurso agua	70
8.2. Eje: Manejo sustentable de la esponja verde	72
8.3. Eje Economía local sustentable	75
8.4. Eje transversal: Gestión del conocimiento y desarrollo de capacidades	79
9. Roles de actores	80
10. Experiencias piloto de adaptación	88
11. Perspectivas de viabilidad del plan de adaptación	92
12. Bibliografía	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Ayllus que conforman el PNS	16
Tabla 2.	Tipos de bofedales y superficie	22
Tabla 3.	Población del PNS por género y localidad	24
Tabla 4.	Resultados de las tendencias encontradas entre 1980-2007, para distintos indicadores climáticos en la zona del Sajama	37
Tabla 5.	Datos futuros para la zona del Sajama generados por el modelo de <i>downscaling</i> LARS-WG5.0 para el 2050 bajo el escenario A2	40
Tabla 6.	Comparación de datos históricos y datos futuros generados para los escenarios B1 y A2 con el <i>downscaling</i> LARS WG 5.0	41
Tabla 7.	Fuente de ingresos familiares de la microregión occidental	51
Tabla 8.	Costos de producción camélida, según tenencia de ganado camélido	52
Tabla 9.	Margen de utilidad de la producción pecuaria	53
Tabla 10.	Componentes TESA; Manejo Integral Cuenca Sajama	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Proceso metodológico del PACCPNS	12
Gráfico 2.	Ubicación del área de estudio Parque Nacional Sajama	15
Gráfico 3.	Mapa de ayllus, centros poblados y estancias	16
Gráfico 4.	Mapa de parcialidades y ayllus de la Marka de Curahuara	17
Gráfico 5.	Modelo de elevación del PNS	18
Gráfico 6.	Mapa de suelos PNS	20
Gráfico 7.	Mapa de manejo de recursos hídricos en el PNS	21
Gráfico 8.	Bofedales del PNS	23
Gráfico 9.	Mapa de densidad poblacional y género PNS	24
Gráfico 10.	Enfermedades más atendidas por el Servicio de Salud	25
Gráfico 11.	Años promedio de estudio de habitantes de 19 años y más	26
Gráfico 12.	Mapa de incidencia de la pobreza extrema de Bolivia	27
Gráfico 13.	Consumo per cápita mensual	28
GRÁFICO 14.	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS CURAHUARA DE CARANGAS Y TURCO	28
GRÁFICO 15.	MAPA POBLACIÓN DE GANADO POR COMUNIDAD	29
GRÁFICO 16.	ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DE VULNERABILIDAD	31

GRÁFICO 17. VARIACIONES MENSUALES DE LA T _{MIN} EN SAJAMA PARA DOS PERIODOS DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN Y PROMEDIO MENSUAL	33
GRÁFICO 18. VARIACIONES MENSUALES DE LA T _{MAX} EN SAJAMA PARA DOS PERIODOS DE DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN Y PROMEDIO MENSUAL	33
GRÁFICO 19. VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL (MM) DURANTE EL AÑO HIDROLÓGICO (JULIO - JUNIO) EN LAS ESTACIONES CONSIDERADAS	35
GRÁFICO 20. VARIACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (E _{To}) CHUNGARÁ	35
GRÁFICO 21. ANÁLISIS COMPARATIVO DE SUPERFICIES DE LOS NEVADOS CONDORIRI, PARINACOTA, POMERAPE Y SAJAMA DE LOS AÑOS 1986 Y 2011 OBTENIDAS MEDIANTE NDSI	43
GRÁFICO 22. SERIES DE REGISTROS DE AGUA EN LAS SUBCUENCAS AYCHUTA Y SAJAMA@MANASAYA	45
GRÁFICO 23. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SUPERFICIE DE BOFEDALES DEL PNS EN LOS AÑOS 1986 Y 2011	47
GRÁFICO 24. DIFERENCIAS DE NIVEL PIEZOMÉTRICO ENTRE EL BOFEDAL Y ÁREA CONTROL DE AYCHUTA	48
GRÁFICO 25. VISIÓN DEL PNS A 2025 SEGÚN LAS COMUNIDADES	63
GRÁFICO 26. Nuevas tendencias de los turistas	78
GRÁFICO 27. Actores involucrados en la gestión del Parque Nacional Sajama	87
GRÁFICO 28. Esquema de la implementación de obras piloto	89
GRÁFICO 29. Obras piloto y proyectos a diseño final MIC - PNS	91

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AP	Área Protegida
CC	Cambio Climático
ETL	Equipo Técnico Local
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases de Efecto Invernadero
HAM	Honorable Alcaldía Municipal
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
MNACC	Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático
MPD	Ministerio de Planificación y Desarrollo
NCPE	Nueva Constitución Política del Estado
NDF	Nordic Development Fund
NDVI	Índice Digital de Vegetación
PDM	Plan de Manejo
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNS	Parque Nacional Sajama
PNCC	Programa Nacional de Cambios Climáticos
RGAP	Reglamento General de las Áreas Protegidas
SERNAP	Servicio Nacional de Áreas Protegidas.



PREÁMBULO

1. Antecedentes

El Centro de Apoyo a la Gestión Sustentable del Agua y Medio Ambiente “Agua Sustentable” es una ONG sin fines de lucro que tiene como propósito contribuir con la gestión sustentable del agua y del medio ambiente a nivel nacional e internacional. Su trabajo se enfoca en la construcción de conocimientos, políticas y normas jurídicas orientadas al desarrollo socio-económico y ambiental de las poblaciones locales. Estas líneas de acción se logran a través del desarrollo y fortalecimiento de capacidades sociales y comunitarias, promoviendo la participación y responsabilidad ciudadana en el cuidado y la gestión colectiva y participativa de las cuencas, las fuentes de agua y los servicios derivados del uso de estas.

En los últimos años, una parte importante de este trabajo se ha enfocado en la temática del agua, cambio climático y gestión de riesgos, buscando generar información y adquirir nuevos conocimientos sobre la vulnerabilidad y riesgos frente a la variabilidad climática y cambio climático, vinculados al recurso hídrico.

En este sentido, se busca contribuir a la reducción de los impactos del cambio climático de manera participativa y sustentable, a través de la mejora de la planificación y la inversión para la adaptación y prevención de riesgos, mediante el desarrollo y uso de investigaciones que incidan en políticas dentro del marco del fortalecimiento del Estado y del reconocimiento de los derechos humanos, económicos, sociales, culturales y ambientales.

Con dicho fin, se han desarrollado proyectos locales de adaptación al cambio climático en comunidades andinas bolivianas que dependen de glaciares, donde se tiene como resultado la construcción participativa de estrategias locales de adaptación al cambio climático que puedan ser tomadas en cuenta por instancias de inversión y lleguen a ser referentes para su replicabilidad en zonas con características similares.

Tomando como punto de partida los lineamientos establecidos en dichas experiencias, el presente Plan de Adaptación al Cambio Climático del Parque Nacional Sajama (PNS) surge como resultado del trabajo realizado por Agua Sustentable y Diakonia en el marco del proyecto “Adaptación al cambio climático en comunidades andinas bolivianas que dependen de glaciares tropicales” (2010-2013) financiado por Nordic Development Fund (NDF) y la organización sueca para

el desarrollo Diakonia; con el aporte de la organización no gubernamental británica Christian Aid a través del proyecto “Fortaleciendo la capacidad de resiliencia frente a los riesgos y tendencias climáticas de comunidades indígenas bolivianas dependientes de glaciares” (2011-2014), el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC por sus siglas en inglés) con el proyecto “Fortaleciendo la capacidad y desarrollando estrategias de adaptación a fenómenos de cambio climático en comunidades de montaña dependientes de glaciares tropicales en Bolivia” (2009-2011) y el aporte puntual del Programa Nacional Biocultura (COSUDE) en la fase de ajuste participativo y complementaciones al documento final.

2. Introducción

El Cambio Climático es una realidad que cada vez es más notoria e incidente a nivel global debido al gran aumento de las temperaturas que causan grandes cambios en el planeta tierra alterando muchos fenómenos naturales como las inundaciones, tempestades y sequías que son cada vez más frecuentes. Otro cambio muy relevante se da en los polos, que sufren fuertes derretimientos y con ello aumenta la cantidad de agua en los océanos.

Cambio Climático: Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Sin embargo, en algunos lugares del mundo se han visto y experimentado alzas en el nivel del mar, en cambio en otros lugares el nivel disminuyó.

Se ha visto que las principales causas del cambio climático se dan principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, entre otros, que son producidos mayormente por los países desarrollados. Los GEI mayormente provienen de fábricas de diferentes productos, coches, energía eléctrica, calefacción, etc. y son la causa principal del aumento de la temperatura

Adaptación al cambio climático: Se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada (IPCC).

produciendo un cambio climático en el planeta que provoca el derretimiento de los cuerpos de hielo y en especial de los glaciares tropicales; generando impactos negativos sobre la disponibilidad de recursos hídricos para la dotación de agua a centros poblados de las áreas rurales y urbanas.

En Bolivia, la evidencia de la disminución de hielo por el proceso de retroceso de los glaciares en las Cordilleras Real y Occidental es irreversible. Una evidencia clara es el nevado Chacaltaya que perdió más del 97% de su volúmen de hielo (Comunidad Andina, 2008). Se han realizado estudios

Resiliencia: La capacidad de un ecosistema de aguantar choques externos y reorganizarse mientras cambia, para poder retener esencialmente la misma función, estructura, identidad y mecanismos de retroalimentación.

que indican que en el periodo 1987-2004 se perdió el 24,12% de la superficie total de estos cuerpos de hielo (PNCC, 2001), reduciendo la disponibilidad de agua en las cuencas hidrográficas, esta reducción tendrá serios efectos en la población boliviana, sobre todo en aquellas comunidades que dependen de los glaciares, que en su mayoría son pueblos indígenas, siendo estos los más vulnerables. Estas comunidades utilizan el agua que proviene de los glaciares para su consumo diario y para el riego de sus cultivos. Asimismo, el recurso hídrico, así como, la tierra y el entorno que los rodea, juegan un papel importante en su cultura y costumbres.

Por lo descrito anteriormente, se debe generar la capacidad de adaptación al cambio climático global construyendo participativamente y posteriormente implementando planes de adaptación en las zonas mayormente afectadas por estos procesos, con el objetivo de aumentar la capacidad resiliente; es decir la capacidad de un sistema para retornar a las condiciones previas a su alteración (Fox y Fox, 1986). Esta capacidad resiliente debe ser impulsada desde la interacción con los actores locales, sus saberes locales, usos y costumbres, prácticas, a las cuales se pueden sumar los componentes técnicos y científicos, que en conjunto pueden generar algunas condiciones mínimas para contrarrestar y adaptarse mejor a las nuevas exigencias y desafíos que trae el cambio climático.

En este sentido, la adaptación al cambio climático deberá ir mucho más allá de las medidas tecnológicas para convertirse en un proceso factible de desarrollo para una determinada región.

Uno de los aspectos más relevantes en este proceso, como se señaló, es la participación de los actores locales, involucramiento que es fundamental y decisivo, ya que los riesgos que se atribuyen al cambio climático no pueden ser afrontados solo por expertos en el tema; sino, que deberá ser concebido e incorporado activa y participativamente, el punto de vista, opiniones y conocimientos de los actores locales (poblaciones indígenas) siendo, una planificación de adaptación de la gente para la gente, tomando en cuenta que ellos son los dueños del territorio existiendo una autogestión del recurso hídrico con la ayuda de instituciones gubernamentales y no gubernamentales para su mejor uso y aprovechamiento. Así mismo, deberá existir un rescate de conocimientos y técnicas ancestrales para la adaptación al cambio climático, utilizándolas en conjunto con los conocimientos científicos.

Bajo este contexto, se ha elaborado participativamente el Plan de Adaptación al Cambio Climático del Parque Nacional Sajama, que se caracteriza por los imponentes nevados de la Cordillera Occidental como el Sajama, el Pomerape y el Parinacota, además de los que rodean el PNS. Esta zona es de alta importancia ya que presenta una gran cantidad de bofedales altoandinos que se ubican por todo el parque; así como por los últimos relictos de bosquecillos de queñua (*Polylepis tarapacana*). La principal actividad de las comunidades del PNS es la crianza de ganado camélido y ovino en menor proporción, la ganadería se limita por la falta de disponibilidad de agua en praderas y bofedales que es provocada por sobrecarga animal existente sobre todo en época seca, ya que en época de lluvias la producción de biomasa en forrajes tiene una capacidad de carga mayor.

3. Marco legal, político e institucional

La Constitución Política del Estado (CPE) es el marco legal fundamental bajo el cual se rigen todas las leyes, reglamentos y disposiciones del país. Esta Constitución aprobada, representa un avance sustancial en la consideración de la temática ambiental; así, establece en su artículo 342: *“Es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente”*. Así también, manifiesta en el artículo 343 que *“La población tiene derecho a la participación en la gestión ambiental, a ser consultada e informada previamente sobre decisiones que pudieran afectar a la calidad del medio ambiente”*. De este modo según el artículo 374 es deber del estado *“gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes”*.

Por su parte el Plan Nacional de Desarrollo (PND, 2006) es el instrumento bajo el cual se planifica estratégicamente el desarrollo de Bolivia del cual se menciona en la política 6° que *“El agua es de dominio público y su gestión debe ser pública, participativa y descentralizada, el Estado privilegiará y fomentará el uso social de los recursos hídricos sobre el uso comercial. El acceso al agua es un derecho de las personas y de todos los seres vivos de un territorio, y su distribución y uso debe basarse en los principios de justicia, solidaridad, equidad, diversidad y sostenibilidad; Respetando los derechos de los pueblos indígenas y originarios, protegiendo las fuentes de agua dulce del país y garantizando la reposición y devolución de este recurso a la naturaleza en las mismas condiciones, para armonizar las necesidades actuales con las de las generaciones futuras”*.

El Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MNACC) genera el mandato de transversalización de la temática de cambio climático en los diversos sectores. La relación entre el MNACC y PND es la de vincular los retos del cambio climático a los retos del desarrollo a través del Mecanismo Nacional de Adaptación (MPD, 2007).

El MNACC, elaborado por el Programa Nacional de Cambio Climático (PNCC), es un documento de política nacional ajustado a las estrategias planteadas por el PND y elaborado el año 2007. Nace de la necesidad de responder a la naturaleza de

la variabilidad y el cambio climático; es considerado una estrategia de largo plazo (10 años) orientada a estabilizar las acciones y resultados esperados del cambio climático, y de formulación de una respuesta estructural al calentamiento global a través de la adaptación. Está dirigida a reducir la vulnerabilidad climática en sectores identificados como vulnerables, promover la adaptación planificada en el marco de los distintos programas sectoriales y reducir los riesgos de los impactos del cambio climático.

En este marco, las acciones de adaptación son ejecutadas por las entidades responsables de cada sector, articulando su accionar nacional a los planos territoriales, departamentales y municipales para que existan procesos de retroalimentación y respondan a las necesidades de adaptación al cambio climático y la variabilidad climática, integrando a las organizaciones sociales de base (MPD, 2007).

Las estrategias de respuesta planteadas en el Mecanismo Nacional de Adaptación son:

- a) Adaptación de los recursos hídricos al cambio climático.
- b) Adaptación de la seguridad y soberanía alimentaria al cambio climático.
- c) Adaptación sanitaria al cambio climático.
- d) Adaptación de los asentamientos humanos y gestión del riesgo.
- e) Adaptación de los ecosistemas al cambio climático.

El presente Plan de Adaptación del PNS se enmarca dentro del MNACC y responde a los lineamientos estratégicos del PND dentro del Pilar “Bolivia Productiva”, en el acápite de Recursos Ambientales de la política 5 titulada Adaptación a los cambios ambientales globales, protección a la capa de ozono y contaminantes orgánicos persistentes (COPs).

Según la Ley de la Madre Tierra se adaptan mecanismos más específicos en relación a la CPE, así, como expresa el Artículo 32 (Cambio Climático), se deben establecer políticas, estrategias, planes, mecanismos organizativos, institucionales, técnicos y legales para la mitigación y adaptación al cambio climático para desarrollar medidas de respuesta a los impactos de la Madre Tierra para lograr un equilibrio en la misma, a través de mecanismos de carácter técnico, metodológico y financiero con

instrumentos de regulación, control, evaluación y monitoreo en el marco de la Ley de la Madre Tierra (Art. 53, III, 4 Ley de la Madre Tierra). De tal forma se deben impulsar estos procesos de adaptación, para promover la construcción de acciones de resiliencia climática de los sistemas de vida en diferentes ámbitos que incluyen seguridad alimentaria, gestión integral del agua y gestión para la prevención y reducción del riesgo a los impactos del cambio climático. (Art. 56, 2 Ley de la Madre Tierra).

Por otro lado y en relación con los recursos hídricos, el Plan Nacional de Cuencas (PNC) tiene como objetivo promover y fortalecer la gestión integrada de los recursos hídricos y el manejo integrado de cuencas en Bolivia bajo participación y autogestión, desde la perspectiva de las culturas y sistemas de vida locales.

Asimismo: *“Es deber del Estado desarrollar planes de uso, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las cuencas hidrográficas”* (Art. 375 CPE). *“Gestionando, regulando, protegiendo y planificando el uso adecuado de los recursos hídricos, con participación de los actores locales para garantizar el acceso de agua a todos sus habitantes”* (Art. 374 CPE).

De este modo, se debe asegurar la conservación y mantenimiento de los recursos hídricos a largo plazo, considerando la existencia de Áreas Protegidas y los objetivos con las que fueron creadas las mismas, tomando en cuenta a la población existente dentro las áreas protegidas, sus conocimientos y usos tradicionales de manejo de los recursos naturales mediante la gestión territorial.



Por otra parte, según el Artículo 385° de la CPE *“Las áreas protegidas constituyen un bien común y forman parte del patrimonio natural y cultural del país; cumplen funciones ambientales, culturales, sociales y económicas para el desarrollo sustentable”*. Asimismo las áreas protegidas *“constituyen áreas naturales con o sin intervención humana, declaradas bajo protección del Estado mediante disposiciones legales, con el propósito de proteger y conservar la flora y fauna silvestre, recursos genéticos, ecosistemas naturales, cuencas hidrográficas y valores de interés científico, estético, histórico, económico y social, con la finalidad de conservar y preservar el patrimonio natural y cultural del país”* (Art. 60 Ley 1333). Las cuales están administradas según su categoría de manejo por: Parque Nacional, Santuario Nacional, Monumento Natural, Reserva de Vida Silvestre, Área Natural de Manejo Integrado y Reserva Natural de Inmovilización (RGAP D/S N° 24781).

Bajo este contexto el PNS corresponde a la categoría de manejo de Parque Nacional y tiene por objeto la *“protección estricta y permanente de muestras representativas de ecosistemas o provincias biogeográficas y de los recursos de flora, fauna, así como los geomorfológicos, escénicos o paisajísticos que contengan y cuenten con una superficie que garantice la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de sus ecosistemas”* (RGAP D/S N° 24781, Art. 20).

Desde esa perspectiva, el PNS Sajama fue la primera área protegida creada en Bolivia mediante Decreto Supremo s/n del 2 de agosto de 1939 bajo la presidencia del Tte. Cnel. German Busch. Posteriormente la Ley s/n del 5 de noviembre de 1945 ratifica la creación de la misma señalando en el Artículo 1° *“Declarándose Parques Nacionales, con todos sus tesoros naturales, con exclusión de las riquezas metalíferas, los cerros de Mirikiri y Sajama, de las provincias de Pacajes y Carangas de los departamentos de La Paz y Oruro, respectivamente”* (SERNAP, 2007).

El PNS Sajama tiene como objetivo principal apoyar al logro de los objetivos nacionales de conservación de Bolivia resguardando parte de la biodiversidad y los ecosistemas altoandinos; propiciando el rescate y el desarrollo de sistemas de manejo de recursos, que concilien las actividades del hombre con la conservación de la naturaleza. El PNS fue creado con la finalidad de:

- Proteger y preservar ecosistemas y comunidades singulares, tal como constituyen los bosques de queñua (*Polylepis tarapacana*).
- Proteger especies de fauna silvestre de singular importancia para la conservación de la biodiversidad andina, en especial aquellas especies amenazadas de extinción o endémicas.

- Proteger las cuencas altas de los ríos que bañan la región, con el fin de mantener la calidad de los recursos y prevenir la degradación de ecosistemas vinculados.
- Contribuir a la preservación del patrimonio cultural e histórico.
- Proteger paisajes y formaciones singulares.
- Desarrollar programas de educación ambiental, comunicación y capacitación, propiciando la mejor comprensión de los valores naturales y culturales del área.
- Contribuir al desarrollo de modelos de uso sostenible de los recursos naturales mediante la promoción y experimentación de sistemas de manejo que concilien las actividades del hombre con la conservación de la naturaleza.
- Contribuir al resguardo de la diversidad cultural y a la revalorización de la cultura andina.
- Promover la investigación científica para coadyuvar la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales y el manejo del área protegida.
- Contribuir al desarrollo local y regional a través de actividades de ecoturismo, recreación en la naturaleza y otras que sean compatibles con la conservación del área y sus recursos.

En este sentido, cada área protegida está conformada por un Comité de Gestión que según el Artículo 47 del RGAP: *“es la instancia de participación, a nivel de cada AP, que incorpora en la gestión de la misma a los pueblos indígenas, comunidades originarias establecidas, municipales, prefecturas y otras entidades públicas, instituciones privadas y organizaciones sociales involucradas”*, con el fin de coordinar, concertar la gestión del territorio para la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales dentro las áreas protegidas.

Por lo tanto, en el PNS el Comité de Gestión fue conformado el 18 de diciembre de 1995 y está integrado por siete miembros: representantes del gobierno central (SERNAP y Dirección del Área), gobiernos municipales (HAM de Curahuara de Carangas; cantones de Sajama, Lagunas, Cosapa y Caripe). Además participan la Prefectura de Oruro e instituciones de desarrollo (PDM PNS, 2001).

4. Objetivos y metodología del plan

4.1. Objetivo general

Fortalecer y desarrollar capacidades técnicas, organizativas y adaptativas tanto a nivel de las comunidades locales que habitan al interior del PNS como institucional, a través del Comité de Gestión del PNS en la perspectiva de reducir su vulnerabilidad al cambio climático, propiciando mejores condiciones de adaptación comunitaria.

4.2. Objetivos específicos

1. Identificar tendencias y escenarios climáticos a mediano y largo plazo a nivel del área donde se encuentra el PNS y realizar el análisis de vulnerabilidad en las comunidades, con la perspectiva de definir medidas adaptativas para el futuro.
2. Reducir los impactos y vulnerabilidad de las comunidades locales ante el cambio climático, a través del fortalecimiento de sus capacidades adaptativas.
3. Potencializar la capacidad de participación adaptativa de las comunidades locales en el marco de sus usos y costumbres, en función de generar un Plan de Adaptación para el PNS, que deberá ser implementado como acción posterior.
4. Promover la implementación de medidas de adaptación para el manejo sustentable eficiente del recurso hídrico en relación a las actividades productivas y actividades socio-económicas desarrolladas en la región.
5. Rescatar y potenciar los saberes y conocimientos locales que actualmente se implementan a nivel de las comunidades como medidas de adaptación al cambio climático.

4. 3. Metodología

Se asumió una orientación metodológica participativa, basada en el involucramiento de los actores de base captando desde un inicio señales que orienten mejor la negociación de un proceso continuo que buscó por una parte, conjugar la oferta de un trabajo de investigación científica y técnica, con la demanda de respuestas concretas de las comunidades a través de obras piloto relacionadas a la captación y optimización del uso de agua. Por otra parte, se trató de conjugar los intereses más particulares de las cinco comunidades del PNS, en un proceso de planificación más amplio, basado en sus visiones más a largo plazo y construir conjuntamente algunas rutas convergentes a los diversos intereses.

Este proceso de estructuración se dividió en tres etapas (ver gráfico 1). En una primera fase se realizaron distintos estudios científicos en la región con el fin de conocer las características biofísicas y socio-económicas del PNS, para su posterior sistematización. Estas investigaciones han sido participativas, ya que para la recolección de datos, las comunidades participaron en las actividades de instalación de equipos hidrometeorológicos, colaboraron en el monitoreo de datos recogidos por estas estaciones y finalmente fueron actores activos de talleres, encuestas y entrevistas para brindar información. De forma casi paralela, se identificaron y priorizaron con las comunidades algunas obras piloto que además de responder a sus necesidades, sirvieron también como ensayos (a una escala menor) de posibles alternativas de inversión. Un elemento adicional en esta modalidad, es que las obras sirvieron como una forma de comunicación y facilitación para trabajar los contenidos de cambio climático con las comunidades.

Una vez realizada la sistematización de la información, la segunda fase correspondió al análisis de vulnerabilidad identificando las principales amenazas a las que están sometidas las comunidades del PNS, para luego determinar sus capacidades adaptativas hacia los efectos del cambio climático. Esta fase se realizó a través de talleres participativos y análisis de los resultados de las investigaciones realizadas en la primera fase. Al mismo tiempo, se determinaron escenarios de cambio climático y la manera en que estos influirán a las comunidades del PNS en el futuro.

Consecutivamente para la tercera fase, se efectuaron talleres participativos con autoridades de las cinco comunidades del PNS, donde se establecieron los pilares estratégicos de adaptación y la “viga” transversal de fortalecimiento de capacidades en base a sus propias necesidades, la visión del PNS al 2025 y finalmente la construcción de los componentes del Plan de Adaptación al Cambio Climático del PNS.

Finalmente, en el proceso de elaboración del Plan, se dio lugar a delinear dos tipos de perspectivas en cuanto la viabilidad a futuro del Plan y su sostenibilidad: por una parte, se elaboró un proyecto a nivel TESA (proyectos con un análisis Técnico Económico, Social y Ambiental) del Manejo Integral de la cuenca del río Sajama (MIC), el mismo que forma parte de una primera actividad para la implementación del Plan de Adaptación del PNS. El equipo de Agua Sustentable y los comunarios del PNS, se encuentran realizando las gestiones correspondientes para que el MIC pueda ser parte de la inversión pública, como el Programa Nacional de Cuencas u otras fuentes. Por otra parte, se impulsó la conformación de un Equipo Técnico Local (ETL) con la participación de representantes de cada comunidad del PNS que en alianza con el Comité de Gestión, podrán ser la base de una organización local que haga el seguimiento y la gestión del Plan a futuro.

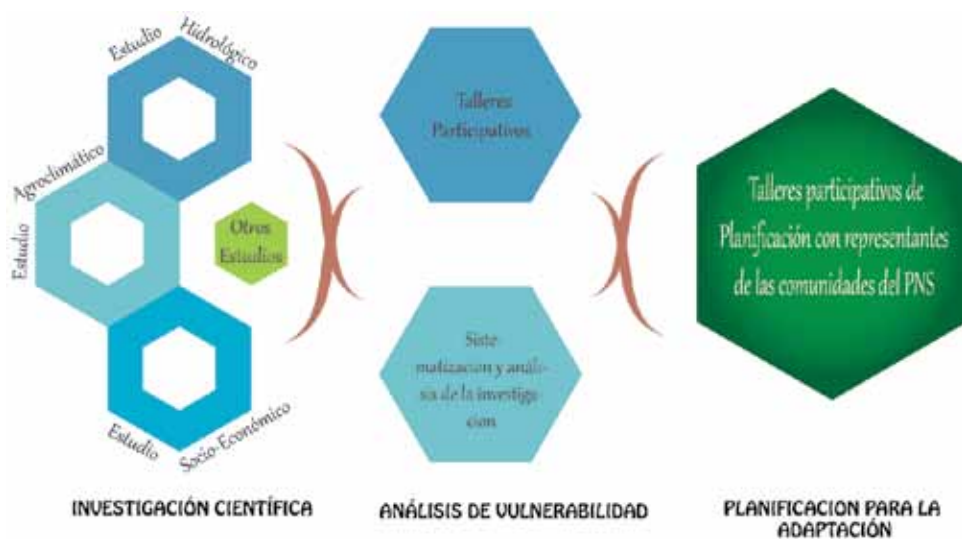


Gráfico 1. Proceso metodológico del PACCPS



DIAGNÓSTICO

5. Caracterización del área

5.1. Biofísica

Ubicación

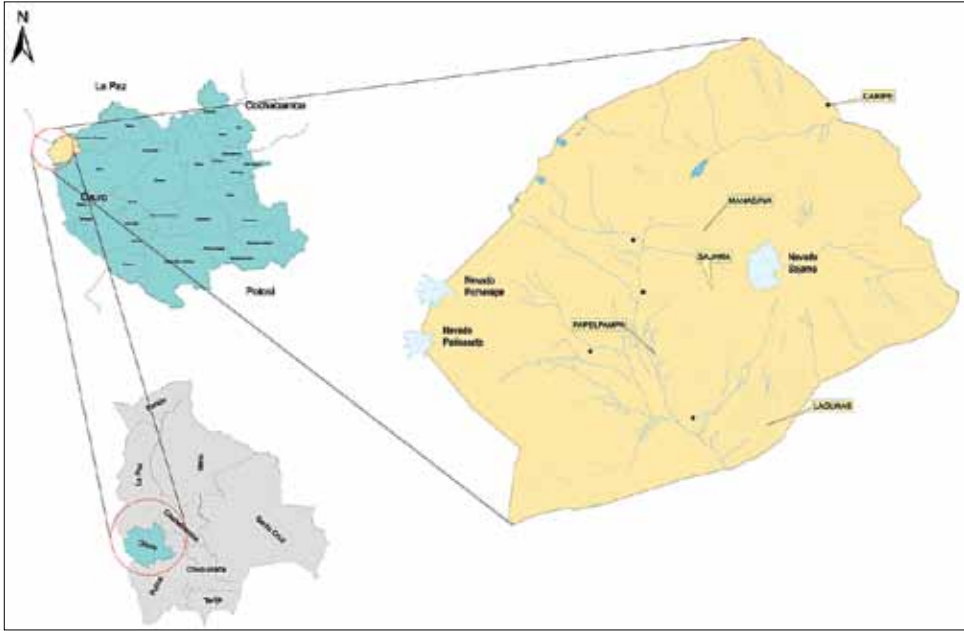


Gráfico 2. Ubicación del área de estudio Parque Nacional Sajama

Fuente: Ramos Roncal, 2013

El PNS está geográficamente ubicado dentro las coordenadas $18^{\circ}7'33''$ Latitud Sur y $68^{\circ}56'10,3''$ Longitud Oeste en los municipios de Curahuara de Carangas y Turco que corresponden a la Primera Sección Municipal de la Provincia Sajama, ubicado en el extremo nor - oeste del departamento de Oruro (gráfico 2). Altitudinalmente, el PNS se ubica entre los 4.200 msnm y 6.542 msnm (nevado Sajama) siendo el más alto de la Cordillera de Los Andes en Bolivia.

Con una superficie aproximada de 1.002 Km² (PDM PNS, 1997), el PNS limita con el departamento de La Paz al norte y al oeste con el Parque Nacional Lauca de Chile, se encuentra dentro de la región de Cordilleras Altas y Altiplano, en la ecoregión Puna Sureña y en la Subregión Puna Desértica con pisos Nivales y Subnivales de la Cordillera Occidental.¹

1 Fuente: Mapa de Ecoregiones de Bolivia

Vegetación

La vegetación juega un rol muy importante en los ecosistemas, debido a que su composición refleja la respuesta biológica a los diferentes procesos ecológicos y/o características ambientales que se dan en un lugar específico (Josse, 2007).

Bajo este contexto, la vegetación existente en el PNS se encuentra dentro la ecoregión Puna Sureña que es una de las regiones más áridas y desérticas de Bolivia, en ese sentido se caracteriza por presentar una escasa cobertura vegetal, esto se debe mayormente a las reducidas precipitaciones estacionales y a las bajas temperaturas (Sandoval, 2012). Las principales especies de vegetación son los bofedales, la queñua, la thola y la yareta (ver mapa anexo número 2).

Topografía

El relieve del PNS es ondulado y escarpado con grandes elevaciones como el volcán Sajama (6.542m), el cual presenta una diferencia de 2.542m con la comunidad Sajama (4.200m) (ver gráfico 5). Por otro lado, se observa una topografía accidentada, la misma que se encuentra disectada por valles, alternando con planicies en las que se formaron suelos muy superficiales y salinos (PDM PNS, 2001).

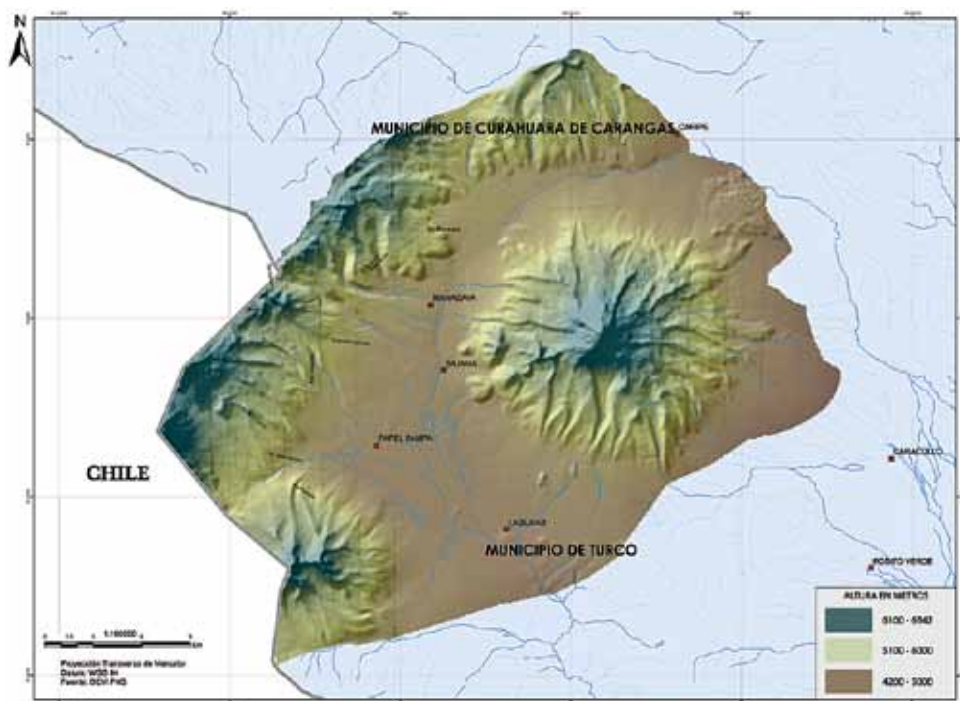


Gráfico 5. Modelo de elevación del PNS

Fuente: Ramos Roncal, 2013

Suelos

Debido a la topografía accidentada, las características edafológicas, la escasa cobertura vegetal y a los fuertes vientos, los suelos del PNS poseen una gran susceptibilidad a la erosión eólica; sin embargo, no sufren una erosión hídrica fuerte, esto se debe a la insuficiente precipitación existente en el área y a la buena capacidad de infiltración que poseen los suelos arenosos. No obstante, en periodos de grandes precipitaciones existieron procesos de erosión hídrica en los suelos, formando una acumulación de sedimentos en los bofedales (ver gráfico 6).

5.2. Recurso agua

El PNS está conformado por dos cuencas principales; la del río Sajama y la del río Tomarapi. Asimismo, cada sistema hídrico cuenta con ríos principales y secundarios, vertientes, ojos de agua, aguas subterráneas y junto al agua almacenada en las napas freáticas, forman la red hídrica, la misma que alimenta a los bofedales.

Por otra parte, los usos principales que se le dan al recurso agua son los siguientes; el uso doméstico, que se manifiesta de dos formas: un sistema de red en los centros poblados que esta favorecido por la presencia de vertientes cercanas a las estancias, y la utilización de pozos someros cuando no hay presencia de vertientes. Otro uso importante es el referido al riego de bofedales (gráfico 7).



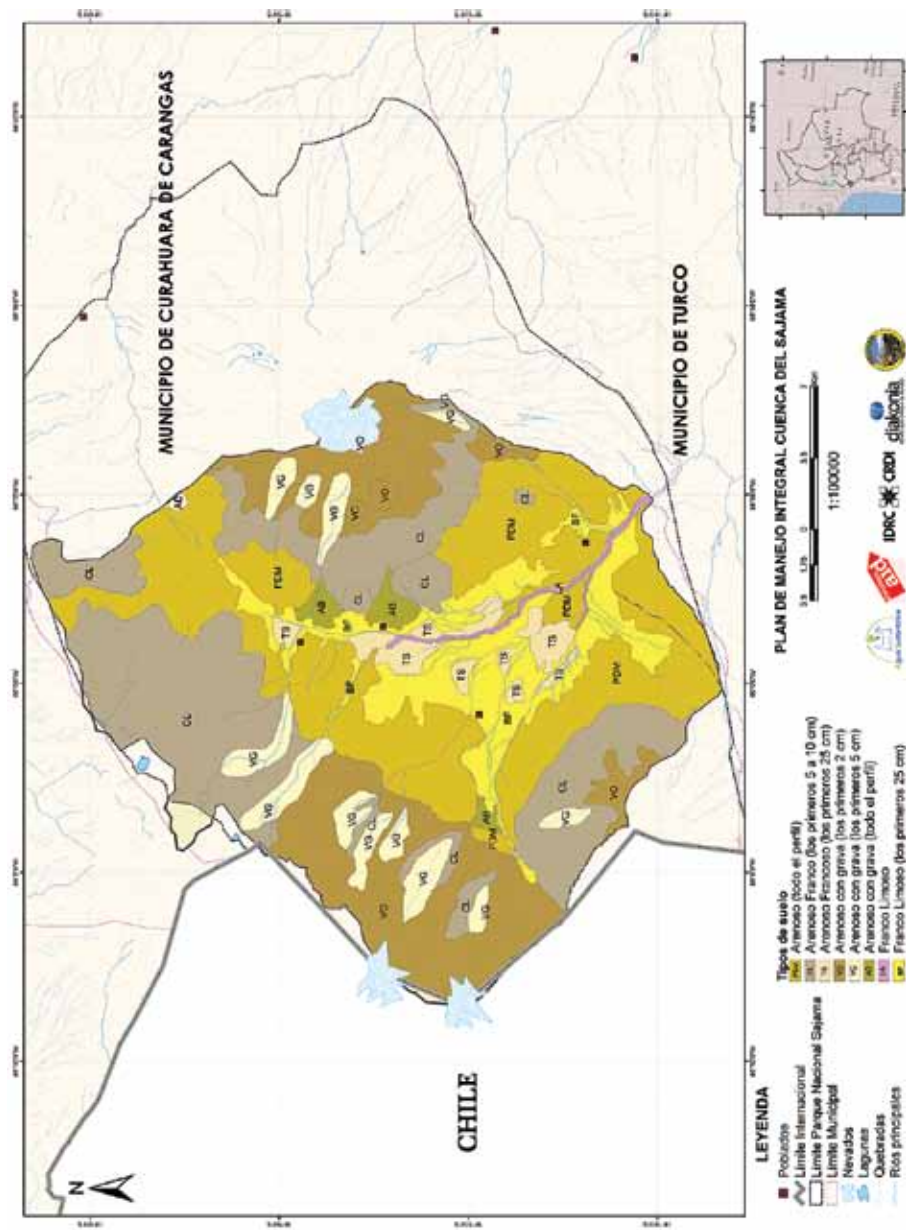


Gráfico 6. Mapa de suelos PNS

Fuente: Ramos Roncal, 2013

5.3. Bofedales (esponja verde)

Los bofedales son unidades de vegetación con alto contenido de humedad, comúnmente se los categoriza como humedales altoandinos. Son áreas de transición entre ecosistemas terrestres y acuáticos, donde la napa freática aflora en la superficie o donde el agua se acumula sobre suelos de baja permeabilidad. Los bofedales se forman en la naturaleza en zonas geoecológicas tales como las del macizo andino, ubicadas sobre los 4.000 m de altitud, en planicies que almacenan agua proveniente de las precipitaciones, deshielo de glaciares y principalmente alumbramientos superficiales de aguas subterráneas, por ello son ecosistemas frágiles que pueden ser fácilmente alterados si no se manejan sosteniblemente. Los bofedales son un tipo de pradera nativa con vegetación siempre verde, suculenta, de elevado potencial forrajero y producción continua (Lorini, 2012).

La clasificación de los bofedales utiliza el Índice Digital de Vegetación (NDVI) distinguiendo diferentes valores de pixel entre la vegetación más saludable o vigorosa (valores altos de pixel) y la vegetación que puede estar sujeta a algún tipo de estrés (valores bajos de pixel). Relacionando la salud del bofedal con el acceso a agua que este puede tener y considerando fechas secas para clasificar las imágenes, se realizó la clasificación en tres tipos, de acuerdo al índice de vegetación: alto, medio y bajo, que representan respectivamente un bofedal con acceso permanente a agua (aún en época seca y por tanto de buena salud), un bofedal intermedio que representa una salud intermedia y de menor acceso a agua; y finalmente bofedales con bajo acceso (o temporales) que se recuperan durante la época de lluvias.

Del total de la superficie del PNS el 7,5% pertenece a los bofedales los mismos que se clasifican en permanentes, medios y temporales. La tabla a continuación muestra las respectivas superficies.

Tabla 2. Tipos de bofedales y superficie

Tipo de Bofedal	Superficie (km ²)
Permanente (Índice de vegetación NDVI ALTO)	51,92
Medio (Índice de vegetación NDVI MEDIO)	20,28
Temporal (Índice de vegetación NDVI BAJO)	3,17

Fuente: Villaroel, 2012

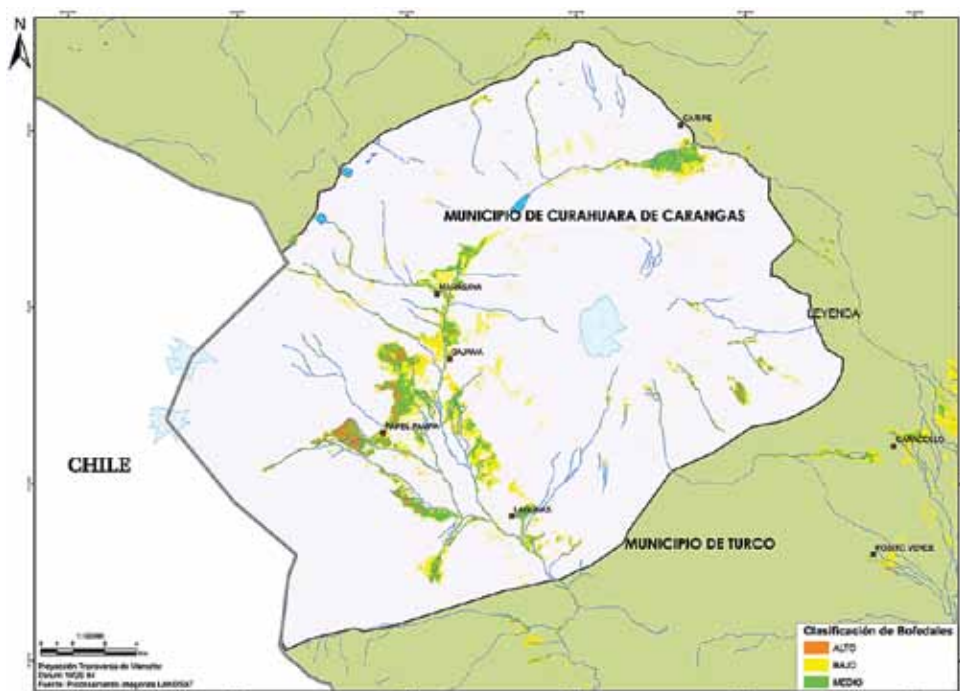


Gráfico 8. Bofedales del PNS

Fuente: Ramos Roncal, 2013

El principal uso y aprovechamiento que se da a los bofedales es mayormente en época seca, el mismo que corresponde al pastoreo para la ganadería camélida. De todas formas, los bofedales son utilizados todo el año, esto se debe a que mantienen una cobertura vegetal continua tanto en época seca como en época de lluvias, constituyendo la mejor fuente de alimentación para el ganado.

El aprovechamiento del recurso hídrico es principalmente para el riego y mantención de los bofedales, los cuales son recursos de agua para los que inicialmente se reserva un derecho de uso colectivo pero no para la gente que habita en las comunidades sino para el resto de especies que en este caso habitan el área del parque.

Los habitantes del PNS cuentan con una cultura de conservación de los bofedales con el fin de que su ganado camélido aproveche esta fuente de alimento y además que el buen estado de estos ecosistemas ayude al equilibrio natural de la zona. A partir de la generación de estas condiciones, los habitantes pueden aprovechar el buen estado del pelaje del ganado, resultado del pastoreo cerca de bofedales, o inducir el turismo generador de ingresos al bofedal que se constituye en un concentrador de naturaleza viva y en equilibrio.

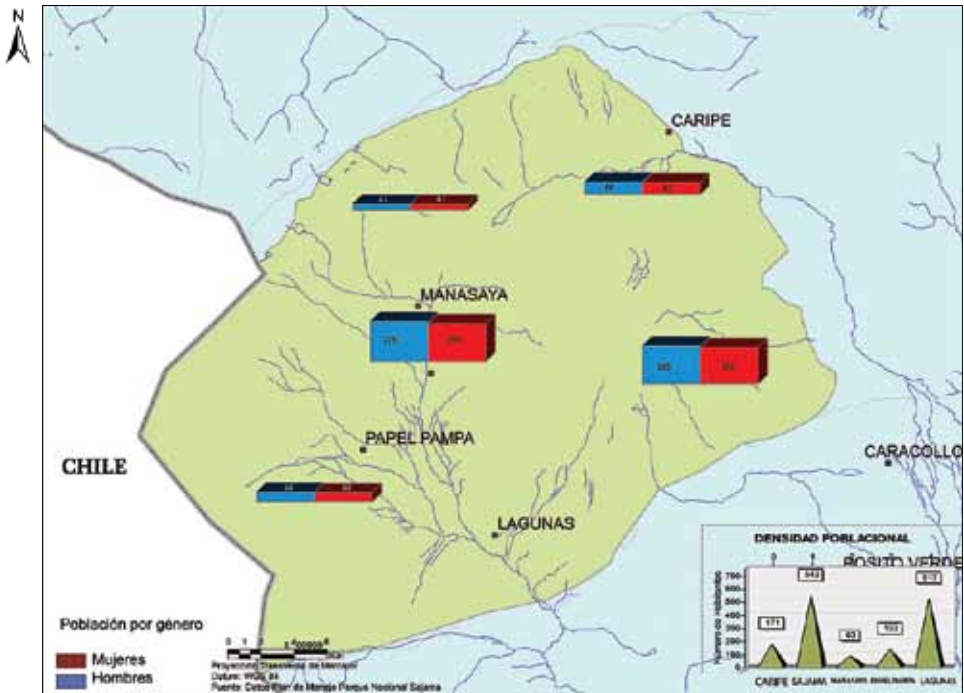


Gráfico 9. Mapa de densidad poblacional y género PNS
Fuente: Ramos Roncal, 2013

5.4. Socio-economía

5.4.1. Aspectos Sociales

Población

Los habitantes de la región ascienden a 1.446 (319 familias) con un promedio aproximado de 5,4 miembros por familia. Se estima que a la fecha esta suma ha disminuido pues la migración hacia las ciudades se ha incrementado.

Tabla 3. Población del PNS por Género y Localidad

Localidad	Familias	Habitantes	Hombres	Mujeres
Sajama	125	542	279	263
Lagunas	121	517	265	252
Caripe	34	171	88	83
Manasaya	13	83	42	41
Papelpampa	26	133	68	65
	319	1.446	742	704

Fuente: Vargas, 2012

El censo poblacional (INE, 2001); demostró una densidad de 1,87 habitantes por km² en la zona, esta densidad es baja, considerando los registros demográficos del departamento de Oruro (una de las más bajas del país) con 4,8 habitantes por km². También se observa que casi la mitad de los habitantes del municipio de Curahuara de Carangas son niños y jóvenes entre 0 y 19 años, de los cuales solo el 21% (de 15 a 19 años) se encuentra en edad de trabajar (INE, 2001).

Migración

Aproximadamente, el 25 % de la población en edad económica y productiva (PEA) de la zona de estudio emigra temporalmente, de esta cifra, el 70 % corresponde a la emigración masculina y el 30 % a la emigración femenina, esta se produce generalmente en dos periodos: abril-julio y diciembre-enero. La población sujeta a mayor migración son las personas entre las edades de 19 a 39 tanto en hombres como mujeres en su mayoría con el objetivo de encontrar empleo temporal en ciudades capitales, intermedias o en este caso fronteras. Los destinos más frecuentes son las ciudades de Arica e Iquique en Chile y La Paz, El Alto y Oruro en Bolivia (PDM Curahuara de Carangas 2007-2011).

Salud

En cuanto al acceso a centros de salud, en la zona existen pocos establecimientos de salud de este tipo y la mayoría pertenece a centros de primer nivel, además de contar con poco personal especializado, los servicios de salud existentes se hallan concentrados en la capital del municipio Curahuara de Carangas y en el cantón Sajama.

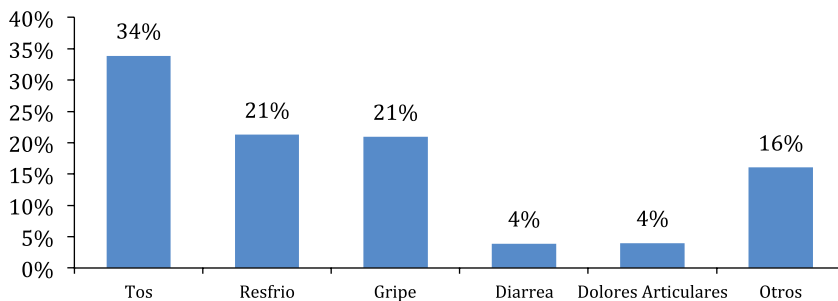


Gráfico 10. Enfermedades más atendidas por el Servicio de Salud

Fuente: PDM Curahuara de Carangas. 2010

Se estima que la cobertura del servicio de salud, alcanza el 40% de la población total, el restante 60% acude a la medicina tradicional. Este nivel de cobertura, se debe a la falta de confianza de la población con el servicio de salud.

Según los reportes de los municipios de Curahuara de Carangas, las principales enfermedades que son atendidas corresponden a las denominadas (IRAS) Infecciones Respiratorias Agudas (PDM Curahuara de Carangas 2007-2011).

De acuerdo a las estadísticas recabadas, el año 2009 en la zona de estudio, el 100% de los niños (as) menores de una año recibieron la tercera dosis de vacuna pentavalente, respecto al total de niños (as) de la correspondiente edad. La cobertura de esta vacuna a nivel nacional para el mismo periodo fue de 84,40%.

Educación

De acuerdo a los diagnósticos municipales y al trabajo de campo, se puede evidenciar que la mayoría de unidades educativas sólo cuentan con educación primaria. Sólo existe un centro de estudio secundario en la comunidad de Sajama (PDM PNS, 2007), por lo que muchos estudiantes del municipio de Curahuara de Carangas, se movilizan temporalmente para la época de clases a la localidad de Sajama, con el objeto de cursar los cursos de secundaria.

Adicionalmente, se debe mencionar que la distancia de los establecimientos educativos desde los centros poblados es en promedio de 8 a 10 km (PDM Turco, 2008-2012), lo cual genera que los niños deben caminar esa distancia para asistir al colegio.

Los años promedio de estudio de los habitantes del PNS son en promedio 5,77 dato que se encuentra por debajo de los años promedio de estudio del departamento de Oruro y de Bolivia.

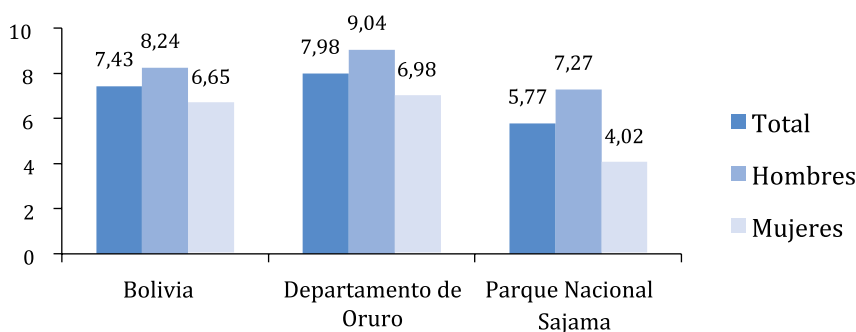


Gráfico 11. Años promedio de estudio de habitantes de 19 años y más

Fuente: Instituto Nacional de Estadística INE, 2001

Pobreza y Desarrollo Humano

De acuerdo al método de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) el 93,70% de la población del municipio de Curahuara de Carangas es pobre y el 95,80% del municipio de Turco es pobre.

Para conocer más detalle la pobreza de la zona, se recurrió al Mapa de Incidencia de la Pobreza Extrema, donde se indica el porcentaje de personas cuyo consumo (valor de compras, autoconsumo y otras formas de abastecimiento), es menor al valor mínimo de una canasta básica de alimentos. Se llama pobreza extrema, cuando las personas no pueden satisfacer al menos sus necesidades alimentarias. El valor calculado para cubrir necesidades alimentarias, es de 153,2 Bs. /mes por persona (UDAPE, INE s/a). Para el municipio de Curahuara de Carangas, el porcentaje de la población cuyo consumo alimentario es menor a Bs. 153,2 mensual por persona es considerablemente alto y asciende a 81,70%.

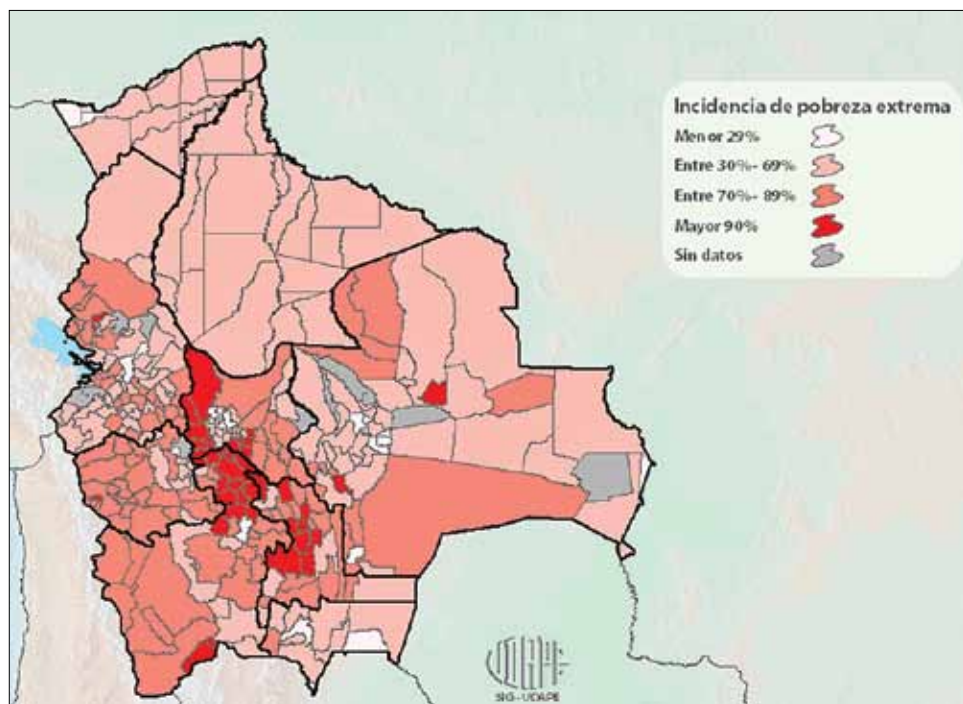


Gráfico 12. Mapa de incidencia de la pobreza extrema de Bolivia

Fuente: UDAPE, 2010

5.4.2. Aspectos económico productivos

La actividad predominante del área de estudio es la pecuaria, con principal énfasis en la cría de camélidos. No existe presencia de entidades financieras rurales de ningún tipo, la telefonía rural es limitada y sólo se cuenta con pocos puntos para efectuar llamadas.

El consumo *per cápita* mensual del municipio de Curahuara de Carangas y del municipio de Turco es de 123 Bs./mes y de 151 Bs./mes respectivamente, estos valores se encuentran muy por debajo al consumo *per cápita* de Oruro (230 Bs./mes) y de Bolivia (291 Bs./mes).

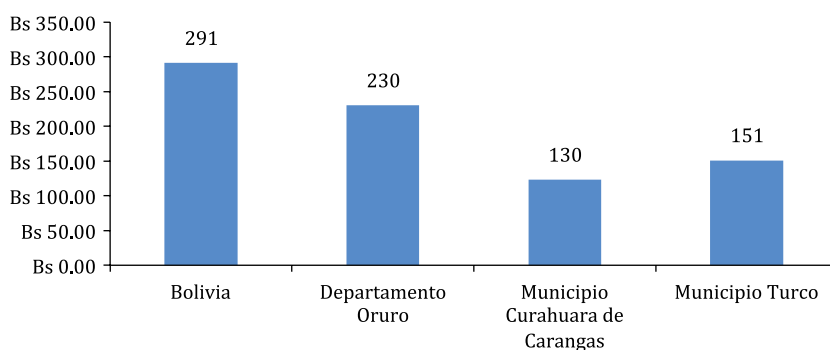


Gráfico 13. Consumo per cápita mensual

Fuente: UDAPE – INE Estadísticas Productivas - Oruro 2005

Del total de población ocupada, en Curahuara de Carangas y Turco, el 75% y 66% de las familias son trabajadores por cuenta propia ocupadas en la rama de ganadería de camélidos (llamas y alpacas en orden jerárquico, ver gráficos siguientes), el 19% y 22% correspondientemente se ocupan en la actividad de servicios, siendo la más representativa el turismo, y el restante a actividades de comercio de bienes en la capital Curahuara de Carangas y empleo eventual en ciudades fronterizas.

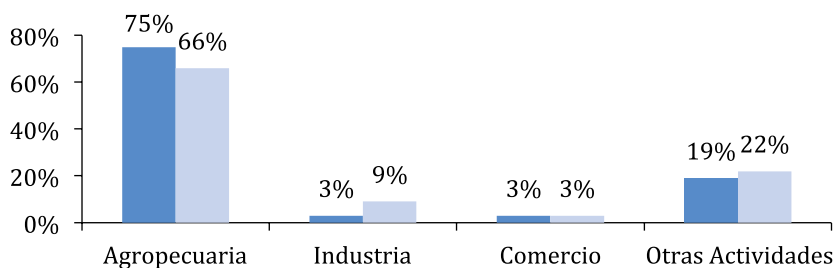


Gráfico 14. Actividades productivas Curahuara de Carangas y Turco

Fuente: Vargas, 2012

En el área de estudio, de acuerdo a la información secundaria y mediante las encuestas aplicadas, se determinó que la actividad predominante es la pecuaria, especialmente la cría de camélidos (llamas y alpacas). Debido a las condiciones climáticas, la agricultura es practicada por pocas familias y en su generalidad para autoconsumo.

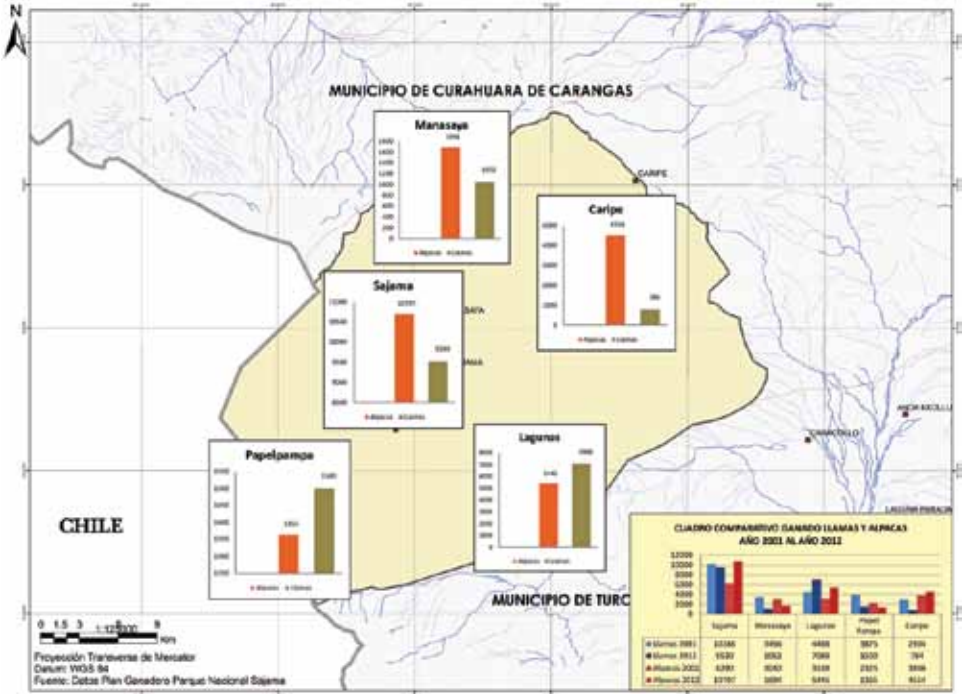


Gráfico 15. Mapa población de ganado por comunidad
Fuente: Ramos Roncal, 2013

6. Análisis de vulnerabilidad

La vulnerabilidad es entendida como la capacidad disminuida de un grupo de personas para anticiparse, hacer frente y resistir a los efectos del cambio climático y para recuperarse de los mismos, en este sentido, la vulnerabilidad puede variar entre comunidades debido a las diferentes características territoriales que presenta cada una. Por lo tanto, la adaptación al cambio climático requiere estrategias orientadas a satisfacer las necesidades de los grupos vulnerables. Al mismo tiempo, las instituciones, políticas locales y nacionales tienen un papel protagónico en lo que se refiere a fortalecer la capacidad de las personas para adaptarse al cambio climático (CARE, 2010).

De este modo, la reducción de la vulnerabilidad deberá apoyarse en la combinación de acciones individuales, colectivas e institucionales con el fin de que los habitantes de las comunidades mejoren sus capacidades de respuesta hacia los efectos del cambio climático (LIDEMA, 2011).

El análisis de vulnerabilidad en las comunidades del PNS se realizó a través del estudio de los factores que determinan la vulnerabilidad, representados en el gráfico 16: factores externos como las exposiciones que afectan un sistema, y factores internos como su sensibilidad y capacidad adaptativa. La sensibilidad y la exposición definen el impacto del cambio climático sobre un sistema. En este contexto, un sistema vulnerable es aquel que está expuesto a la amenaza climática, es sensible al clima y cuya capacidad de adaptación es limitada (adaptado IPCC, 1997).

Vulnerabilidad: Desde una mirada de cambio climático la vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad o incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos de dicho fenómeno y en particular de la variabilidad climática y los fenómenos extremos (IPCC, 2007).

La vulnerabilidad está en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación y es el producto del cruce entre el impacto potencial y la capacidad de adaptación.

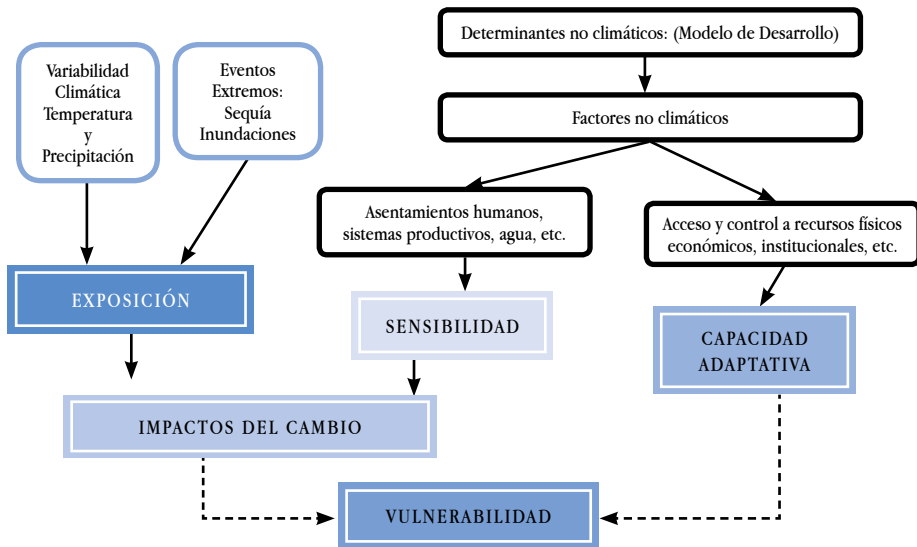


Gráfico 16. Esquema de los componentes de vulnerabilidad

Fuente: Citado en la Estrategia de Adaptación a los efectos del cambio climático y Global en comunidades de la microcuenca del río Sajhuaya 2012. Adaptado de Füssel & Klein, 2006

La exposición es la naturaleza y el grado al cual está expuesto un sistema (población, recursos, infraestructura) a variaciones climáticas considerables (IPCC, 2001), como eventos climáticos extremos (sequías, inundaciones, granizos) y variabilidades climáticas (cambios en los patrones de precipitación y temperatura).

La sensibilidad es el grado en que un sistema resulta afectado positiva o negativamente por la variabilidad o el cambio climático (IPCC, 2007). Smith *et al.* (2005, citado por Ríos, 2010) ven la sensibilidad como “características de ocupación” que incluyen hechos como la “ubicación y tipo de asentamiento, forma de sustento, uso de tierra, etc.” Por ejemplo, un ecosistema frágil, árido o semiárido será más sensible a una disminución de las precipitaciones que un ecosistema tropical, a causa del posterior impacto en los flujos de agua.

Por capacidad adaptativa se entiende la capacidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los eventos extremos) para aminorar daños potenciales, aprovechar las oportunidades, o enfrentar las consecuencias (IPCC, 2007). La capacidad de adaptación está definida por el conjunto de características (a nivel: social, humano, financiero y de gobernanza e institucionalidad) que potencian las posibilidades de un sistema para reducir los impactos, aprovechar las oportunidades e implementar medidas para ajustarse a los cambios del clima.

6.1. Exposición: tendencias, escenarios y percepciones de los efectos del cambio y la variabilidad climática³

6.1.1. Tendencias

La tendencia es un cambio prolongado del comportamiento general de una serie en el tiempo que ocurre gradualmente y puede afectar algunos aspectos estadísticos de los datos (Zbigniew, 2000).

El análisis tendencial y de ocurrencia de eventos de tres variables climáticas (Tmin, Tmax, PP)⁴ ha mostrado que aunque algunos de los parámetros principales que determinan el clima tienen tendencias claras de cambio, otros muchos se mantienen estables al presente, siendo la Tmin promedio la que refleja mayor cambio, debido al incremento de gases de efecto invernadero (principalmente CO₂) que reducen la pérdida nocturna de radiación terrestre. Se percibe que los días fríos se han reducido y que las noches y los días cálidos se han incrementado sustancialmente en verano, pero el invierno continúa presentando temperaturas muy bajas. Si bien se observa un incremento en los días sin heladas, este incremento no es suficiente como para reducir la limitación agroclimática de la zona, debido a que se mantienen los bajos valores de Tmin y a la extrema concentración de la precipitación durante algunos meses. El desarrollo de cultivos de ciclo muy corto y bajo condiciones controladas, podrían ser opciones de adaptación que deberían empezar a ser exploradas.

En el caso de la cantidad anual recibida de precipitación, esta no muestra cambios significativos. Se percibe que los días con precipitación intensa y muy intensa no han sufrido cambios de significancia; pero la cantidad máxima de precipitación en un día se ha incrementado, lo cual muestra que se están presentando con mayor frecuencia eventos de mayor precipitación, pero que estos no son regulares en forma anual, esto hace más vulnerable a los sistemas productivos de la zona, por lo que deberán estar preparados para enfrentar eventos intensos seguidos por periodos secos.

3 Extracto del Informe Final del Componente de Agroclimatología y Downscaling (García, 2012). Percepciones extraídas del Informe de Consultoría Socioeconómica (Vargas, 2012). Ambos estudios del proyecto "Adaptación al cambio climático en comunidades andinas bolivianas que dependen de glaciarestopicales". Agua Sustentable.

4 Tmin => Temperatura mínima diaria del aire, Tmax => Temperatura máxima diaria del aire, Pp => Precipitación diaria.

Temperatura

De manera mensual, las Tmin de los meses de diciembre a abril han sufrido una clara modificación ascendente con una tasa de incremento de $0,046^{\circ}\text{C}$ por año, no evidente en invierno. Es decir, los valores térmicos de verano, en los últimos periodos, se muestran un poco más benignos reduciéndose el periodo con heladas que antes era permanente. En el caso de los meses invernales, estos muestran muy leves incrementos con una tasa de solamente $0,020^{\circ}\text{C}$ por año, revelando que el impacto del calentamiento global es menor en las épocas de mayor limitación y reducción de la temperatura y estos meses se mantienen limitantes para la producción agropecuaria.

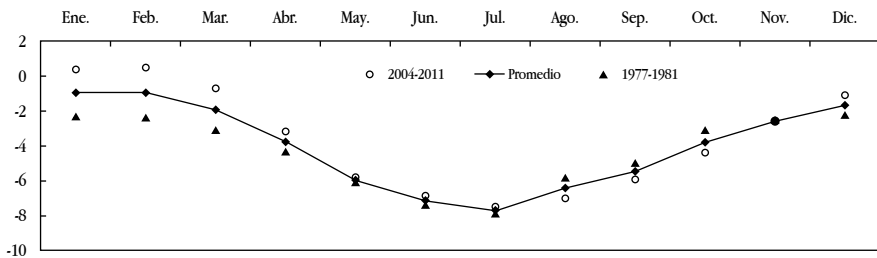


Gráfico 17. Variaciones mensuales de la Tmin en Sajama para dos periodos de disponibilidad de información y promedio mensual

Fuente: García, 2012

La temperatura máxima del aire de la zona presenta sus mayores valores en los meses de transición entre invierno y verano cuando la zona recibe gradualmente mayor energía, pero todavía la circulación global no ha acercado la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Esto muestra que la Tmax no es una limitante para la agricultura y la ganadería especialmente entre septiembre y abril, siendo sus valores relativamente bajos entre mayo y agosto.

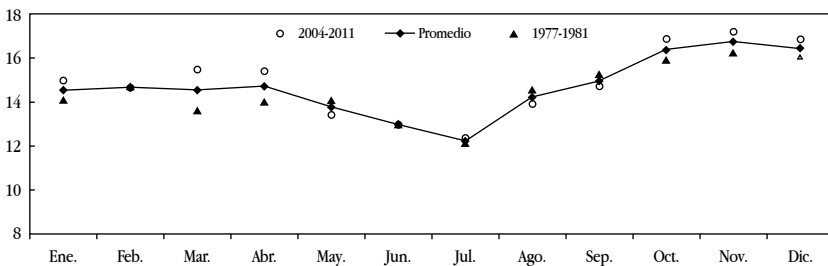


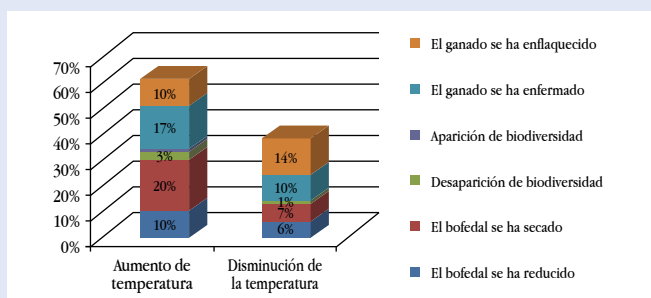
Gráfico 18. Variaciones mensuales de la Tmax en Sajama para dos periodos de disponibilidad de información y promedio mensual

Fuente: García, 2012

La comparación de los valores mensuales de los periodos 1977-1981 y 2004-2011 denota que los registros máximos se han incrementado claramente en los meses de transición, es decir octubre - noviembre y marzo - abril. Estos meses son aquellos en que la radiación solar es intensa pero no existe nubosidad lo que favorece a la mayor recepción de radiación directa sobre la superficie. Es posible que la acumulación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) tenga su máxima influencia en estos meses pues la zona todavía recibe una cantidad razonable de energía directa lo que se almacena gracias a los GEI en la atmósfera. La presencia de nubosidad entre diciembre y febrero reduce la intensidad de la radiación recibida y esto provoca menor almacenamiento. En invierno, ocurre un fenómeno parecido al de las T_{min}, pues la mayor distancia al sol y la altitud se combinan para reducir el almacenamiento energético potencial, aún bajo un escenario de calentamiento global.

PERCEPCIONES DE LOS POBLADORES ACERCA DE LA TEMPERATURA

Conforme resultados de la encuesta aplicada en las cinco comunidades del PNS, un 49% de los pobladores consideran que las temperaturas son más altas en el día y más bajas en la noche, siendo más notorio en época seca (Mayo-Julio). De acuerdo a la percepción, este aumento de temperatura afecta principalmente al bofedal mientras que un descenso en la misma afecta mayormente al ganado camélido.



Fuente: Vargas, 2013

Precipitación

A pesar de que la precipitación anual no muestra cambios significativos (gráfico 19), esta cantidad de lluvia podría indicar que la misma se concentra en menos eventos. El cambio en los valores de esta variable debe dar señales para acciones de adaptación especialmente relacionados al manejo del riesgo por precipitaciones intensas. Cabe destacar el efecto del fenómeno de El Niño en la precipitación observada durante el periodo 1997-1998 (gráfico 19) particularmente observable en la estación de Calacoto y Patacamaya, esta última en menor medida. El fenómeno de El Niño ocurrido durante este periodo es considerado como uno de los de más impacto ocurrido durante el siglo XX.

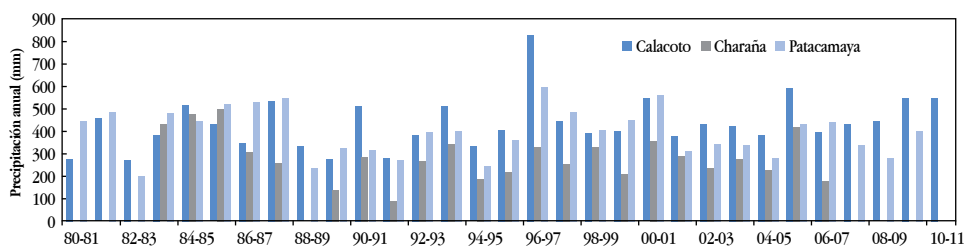


Gráfico 19. Variación de la precipitación anual (mm) durante el año hidrológico (julio-junio) en las estaciones consideradas

Fuente: García, 2012

No se observan cambios de consideración en la longitud de las rachas secas o húmedas, con leve tendencia al incremento de las rachas secas en octubre-noviembre y descenso de ellas en diciembre - febrero. Si bien hasta el presente, el cambio no es considerable, de mantenerse esta tendencia, podría poner en riesgo la época de siembra de la zona para la agricultura a secano pues ella depende de la lluvia que caiga y de que el suelo no se reseque inmediatamente, lo cual es evidente con una menor nubosidad y bajo las condiciones de intensa radiación típicas del altiplano en el periodos octubre - noviembre.

Evapotranspiración

La evaluación de la variación en el tiempo de la Evapotranspiración de referencia (Eto) (gráfico 20), muestra que no existe un cambio significativo en la magnitud de la demanda evaporativa de agua por parte de la atmósfera. Esto ocurre a pesar de que la Tmin mostró una tendencia clara de ascenso; sin embargo, la Tmax refleja la acumulación energética en una zona que es la que produce la evapotranspiración. De esta manera, aunque la Tmin sube, la energía que provoca la evaporación no se incrementa sustancialmente (Tmax) y por tanto no se percibe un aumento claro de la Evapotranspiración en el tiempo.

Eto promedio anual en Chungará (mm/día)

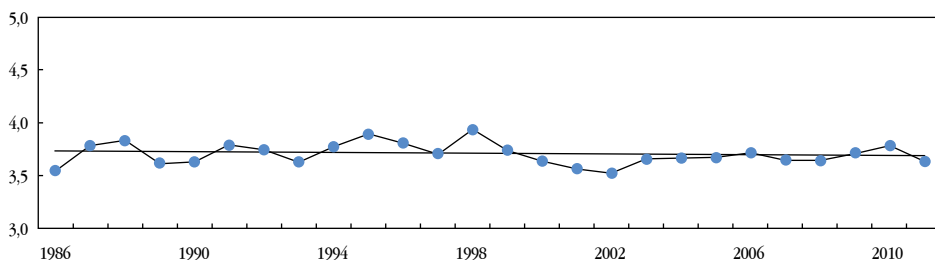


Gráfico 20. Variación de la Evapotranspiración de referencia (Eto) en Chungará

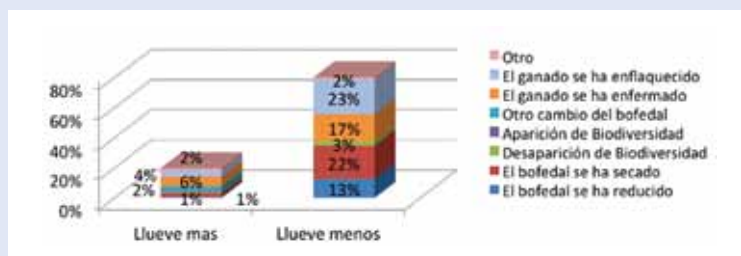
Fuente: García, 2012

PERCEPCIONES DE LOS POBLADORES ACERCA DE LAS PRECIPITACIONES



Un 79% de los pobladores del PNS piensa que la temporada de lluvias ha variado. En relación a diez años atrás (2002) sólo un 2% considera que las lluvias siguen igual que antes, el 74% respondió que llueve menos, mientras el 24% cree que ahora llueve más.

Entre los impactos que mencionan, cuando llueve menos se seca el bofedal (22%) y se reduce (13%). Además el ganado se enferma (17%) y enflaquece (23%).



Aunque la diferencia entre el 2001 y el 2011 no es marcada para la mayoría (diciembre se mantiene como el mes de inicio), al parecer de algunos pobladores, el inicio de las lluvias se ha adelantado un mes. Diez años atrás (2001) sólo el 6% percibía el inicio de las lluvias en el mes de noviembre, para el año 2011 este porcentaje alcanza el 32%.



Los pobladores consideran que en comparación con diez años atrás, las lluvias terminan un mes después. Para la mayoría de los encuestados (45%), en el 2001 febrero era el último mes de lluvia. En el 2011 la mayoría (53%) considera marzo como el último mes de lluvia, incluso un 18% menciona mayo como el último mes.



Fuente: Vargas, 2013

Tabla 4. Resultados de las tendencias encontradas entre 1980-2007 para distintos indicadores climáticos en la zona del Sajama

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS ENCONTRADOS
Días/noches cálidas:	Días y noches que se presentan inusualmente calientes en comparación al periodo anterior a 1990.	Días y noches más cálidos en las estaciones de Patacamaya y Calacoto.
		De mantenerse la tendencia de incremento, afectará fuertemente el sistema productivo de la zona ya que podría determinar su orientación hacia otros cultivos menos rústicos y de ciclos más cortos. Sin embargo, sus limitaciones productivas debido a bajas temperaturas medias podrían cambiar a limitaciones de suelos o reducida disponibilidad de agua para cubrir la demanda creciente.
Rachas Cálidas:	Máximo número de días con temperatura superior al percentil 90 del periodo anterior a 1990.	Tendencia creciente en la estación de Calacoto, mostrando que parte de la elevación de su Tmax podría estar concentrada en rachas calientes, que está provocando el ascenso térmico.
Rachas frías:	Máximo número de días con temperatura inferior al percentil 90 del periodo anterior a 1990.	Las estaciones no muestran cambios significativos en la duración de sus rachas, lo que no significa que no se produzcan estos eventos, sino que estos no se producen no en forma continuada sino distribuida.
Días fríos	Eventos en que las Tmax a partir de 1990 descendieron a niveles inferiores del 10% de los registros antes de 1990.	Patacamaya y Calacoto muestran tendencias al descenso del número de Días fríos, mostrando que las temperaturas máximas se encuentran en ascenso en comparación al periodo anterior a 1990.
Noches frías	Compara la ocurrencia después de 1990 de noches con temperaturas inferiores al 10 % de los registros de antes de 1990.	Fuertes cambios interanuales observándose años con muchas noches frías seguidos de otros con poca presencia de este tipo de eventos.
Días de helada	Variación del número de días con helada o días con temperaturas por debajo de 0°C.	Existe una leve tendencia a la reducción en los días con helada concentrada en los meses de verano, lo cual de alguna manera favorece a la agricultura de la zona, pero esto también significa un incremento en las necesidades hídricas de los cultivos. Sin embargo, los días con helada aún se concentran en los meses invernales, lo que muestra que esta variable todavía es una limitante para el sistema productivo de la zona en invierno.
	Este parámetro es muy importante para definir la vocación productiva en una zona y se relaciona fuertemente con la humedad de esa zona y con su altitud.	
Cantidad de Precipitación en un día	La cantidad máxima de precipitación que se recibió desde 1980 en un día para cada año	Se percibe que los extremos diarios muestran tendencias de incremento especialmente en Patacamaya y Calacoto. Lo que significa que los eventos extremos puntuales se están incrementando pero que ellos podrían estar seguidos por periodos secos que estabilizan la cantidad de agua recibida en periodos más largos.

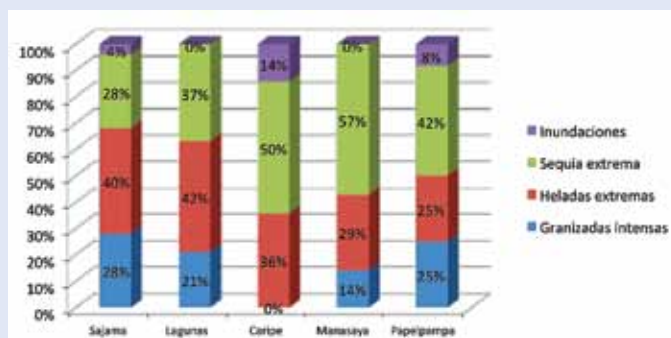
Fuente: García, 2012

Indicadores de ocurrencia de eventos extremos

El cálculo de índices climáticos es una herramienta útil para caracterizar el clima, presentar los patrones climáticos históricos y detectar los cambios. En este marco, el Grupo de Expertos en Detección de Cambio Climático e Índices⁵ ha formulado y definido un conjunto de indicadores para analizar situaciones climáticas extremas. Los datos han sido analizados desde 1980 hasta 2007, periodo común de datos disponibles de tres estaciones cercanas al área de estudio: Charaña, Calacoto, Patacamaya. A continuación, en la tabla 4 se muestran los resultados más relevantes encontrados por indicador para el área de estudio.

PERCEPCIONES DE LOS POBLADORES ACERCA DE EVENTOS EXTREMOS

En el PNS la helada es una amenaza climática que se manifiesta con mayor inclemencia durante los meses de Junio-Agosto; provocando muerte de ganado, pérdida de calidad del forraje, además de afectar el acceso al agua particularmente de las mujeres. En las encuestas de eventos extremos reportados, las heladas representan un promedio del 22%. Este evento parece apreciarse mayormente por los pobladores de Lagunas (42%) y Sajama (40%). El siguiente gráfico muestra las percepciones de eventos extremos de las cinco comunidades del PNS



Fuente: Vargas, 2013

6.1.2. Escenarios climáticos

Se evaluó la capacidad de tres Modelos de Circulación General (MCG) de reflejar en sus productos la estacionalidad y los rangos termo-pluviométricos del Altiplano central. Este trabajo se realizó para incluir las condiciones de borde producidas por un MCG, aplicar generadores climáticos y realizar un *downscaling* estadístico⁶ para la zona de estudio a través del modelo LARS-WG.

5 Expert Team on Climate Change Detection and Indices, ETCCDI

6 El *downscaling* estadístico genera estocásticamente datos climáticos diarios futuros para la línea base (condiciones históricas) de la zona del Sajama, pues la información producida debe ser estadísticamente igual y climáticamente similar a los datos reales.

El modelo ECHAM5 es el que mejor representa las variables termo-pluviométricas de la estación de Sajama y estaciones cercanas, por lo que fue seleccionado para ser utilizado y proyectar las condiciones hacia mediados de siglo (2050), bajo los tres escenarios SRES establecidos por el IPCC (B1, A1B y A2)⁷.

Los resultados muestran que en el Altiplano central de Bolivia hasta el 2050 se enfrentaría un incremento homogéneo de temperaturas máximas de entre 2,5 hasta 3,5 °C con poca variabilidad interanual e intermensual. En el caso de la Tmin, los rangos de incremento promedio serían similares, aunque con mayor diferencia intermensual, pues se perciben mayores incrementos en invierno que en verano. Para la Tmin, las diferencias interanuales son mayores y más aún en invierno. Esto muestra que la zona todavía estará expuesta a extremos mínimos incluso bajo escenarios de cambio climático.

Los extremos máximos de temperatura se perciben levemente mayores, pero los extremos mínimos muestran diferencias de magnitud, aunque en el caso de la Tmin, los extremos máximos nunca suben por encima de 0°C.

La precipitación media de la zona, no muestra diferencias de magnitud al futuro con descensos promedio leves en la época pico para Sajama. Sin embargo, lo que se percibe con mayor magnitud que al presente son los extremos, tanto secos como húmedos, que serían aislados pero intensos. Se percibe que los extremos de precipitación no muestran cambios de significancia. Esto sugiere un futuro con un ambiente más caliente en todos los casos pero con la misma cantidad de lluvia, lo cual llevaría a un déficit más pronunciado que el que se enfrenta en el presente.

⁷ El escenario A2 describe un mundo heterogéneo. El tema subyacente es la autosuficiencia la conservación de las identidades locales. Pautas de fertilidad en las regiones convergen muy lentamente, lo que se traduce en el aumento continuo de la población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados y más lentos que en otras líneas evolutivas. El escenario B1 describe un mundo convergente con la misma población mundial, que alcanza un máximo a mediados de siglo y disminuye posteriormente, como en la línea evolutiva A1 pero con cambios rápidos en las estructuras económicas hacia una economía de servicios e información, con reducciones en los materiales intensidad y la introducción de tecnologías limpias y de recursos eficaces. El énfasis está en soluciones globales para la sostenibilidad económica, social y medioambiental, incluida la mejora de la equidad, pero sin iniciativas climáticas adicionales.

Tabla 5. Resultados del modelo LARS-WG con el modelo ECHAM5 para 2050 para el escenario A2 de la estación Patacamaya y Sajama

MODELO LARS-WG				
Variable	Cambio al 2050 Escenario A2			
	Patacamaya	Sajama	Variabilidad interanual Sajama	Observaciones
Tmax mensual promedio	$\Delta 2,7^{\circ}\text{C}$	$\Delta 3,1^{\circ}\text{C}$	+/- 1°C	Los incrementos no presentan diferencias significativas entre meses ni épocas.
Tmin	$\Delta 2,4^{\circ}\text{C}$	$\Delta 3,1^{\circ}\text{C}$	Elevada (> en invierno que verano)	<ul style="list-style-type: none"> • El riesgo de heladas todavía será elevado especialmente en Noviembre y Diciembre, lo cual debe ser considerado también en caso de evaluarse medidas de adaptación. • Incrementará la demanda atmosférica de vapor de agua en la época seca que es la de máximo déficit hídrico en la zona. • Además, podría significar un cambio en la composición vegetal de la zona y de praderas y bofedales. • Posibilidad de mayor desarrollo de malezas y patógenos, lo cual presionaría al sistema productivo ganadero. • Menores limitaciones para el desarrollo de cultivos.
Precipitación	Leve reducción del promedio absoluto	Leve reducción del promedio absoluto	Los resultados sugieren que se produciría una leve reducción del valor promedio absoluto de la precipitación, especialmente en verano, aunque la variabilidad interanual y estacional podría ser más importante que el valor absoluto de cambio.	Cambios mensuales: <ul style="list-style-type: none"> • Descensos en los meses de Diciembre- Enero. • Incrementos en meses de transición (Febrero-Abril/ Octubre-Noviembre).

Fuente: García, 2012

Con el mismo modelo, se han generado datos futuros para los indicadores climáticos definidos por el IPCC. A continuación la tabla 6 muestra los cambios esperados al 2050 en comparación con los datos históricos, bajo los escenarios B1 y A2.

Se puede señalar que el análisis integral de las tres variables muestra que en conjunto en la zona no se ha percibido un incremento o disminución del estrés hídrico pues ni la precipitación ni la demanda evaporativa de la atmósfera han cambiado en el tiempo durante el periodo considerado en este análisis.

Tabla 6. Comparación de datos históricos y datos futuros generados para los Escenarios B1 y A2 con el *downscaling* LARS WG 5.0

INDICADOR CLIMATICO	DATOS HISTÓRICOS	ESCENARIO B1 AL 2050	ESCENARIO A2 AL 2050
Días con helada	En Patacamaya 160 días (Dic-Marzo)	125 días (Dic-Marzo)	121 días (Dic-Marzo)
Días de verano	0 días con T° > 25 °C	De 7 a 10 días con T° > 25°C	De 7 a 14 días con T° > 25 °C
Extremos de Tmax diarias	Extremos de 23-25 °C	En ambos escenarios extremos de 27-28 °C y mínimas de Tmax de 12°C	
Extremos de Tmin diarias	Más elevadas: 3-6°C	Hasta 9,8°C	Hasta 10,2°C
	Más baja -12,5°C	Más baja 10,2°C	Más baja 9,7°C
Noches frías y días fríos	Descensos en Patacamaya y Calacoto	En ambos escenarios el número de noches frías se reduce más del 75%, la reducción de días fríos es incluso mayor.	
Noches cálidas y días cálidos.	Aumento en Patacamaya y Calacoto	Ambos se triplican en número, siendo mayor el incremento de días calientes que de noches.	
Días de precipitación intensa	1985 año con mayor número de eventos extremos de precipitación cuyo registro extremo no ha sido superado.	Incremento sostenido a futuro (precipitación se produce en menos eventos pero con mayor intensidad).	

Fuente: García, 2012

6.2. Sensibilidad

6.2.1. Factor físico natural

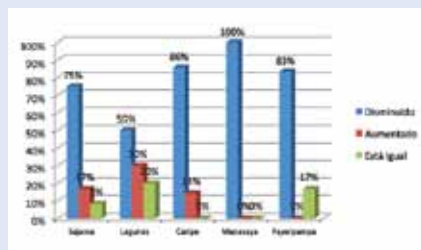
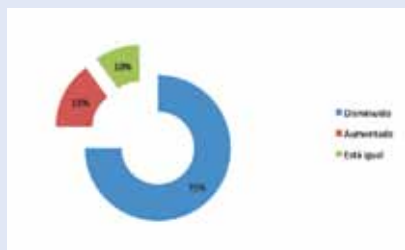
Retracción de glaciares

A través del uso de información remotamente adquirida, técnicas SIG (Sistemas de Información Geográfica), técnicas de teledetección e información de campo, Agua Sustentable ha identificado cambios entre el año 1986 y 2011 en áreas con cobertura glaciar y áreas con cobertura de bofedales andinos en el PNS.

Se realizó el cálculo de cobertura glaciar a partir de imágenes satelitales utilizando diferentes clasificaciones, cocientes e índices entre bandas espectrales. Estos métodos toman ventaja de la respuesta espectral del hielo y la nieve, gracias a las características de absorción y reflectancia propias de estos elementos en sus firmas espectrales. En el estudio de los glaciares del PNS se utilizó el índice normalizado estandarizado de nieve (NDSI).

PERCEPCIONES DE LOS POBLADORES ACERCA DE LA COBERTURA DEL GLACIAR SAJAMA

Al preguntar a los pobladores del PNS si habían notado algún cambio en la cobertura del glaciar, el 75% de los entrevistados afirmaron que la cobertura del glaciar ha disminuido, mientras el 15% respondió que ha aumentado, solo el 10% cree que no existe ningún cambio.



Fuente: Vargas, 2013

Realizadas cuatro comparaciones de imágenes satelitales (1986, 1998, 2006 y 2009) en períodos de recarga, se observa que la superficie de los glaciares presentan disminuciones posiblemente originadas en la tendencia ascendente de las temperaturas máximas en el área; esto además de afectar a los glaciares principales del parque también lo hizo con los glaciares menores (Castel, Buitrón y Fernández, 2012): la variación histórica de las superficies cubiertas por glaciares Condoriri, Pomerape (glaciares menores), Parinacota y Sajama (glaciares mayores) del PNS en el periodo 1986 a 2011 reporta pérdidas estimadas en la superficies del

glaciar Condoriri (0,53 km² por año), seguida por el glaciar Pomerape (0,19 km² de pérdida por año), el glaciar Parinacota (0,18 km² de pérdida por año) y el glaciar Sajama (0,15 km² de pérdida por año), siendo este el más afectado con una pérdida de superficie del 52% respecto a la extensión de 1986 (ver gráfico 21).

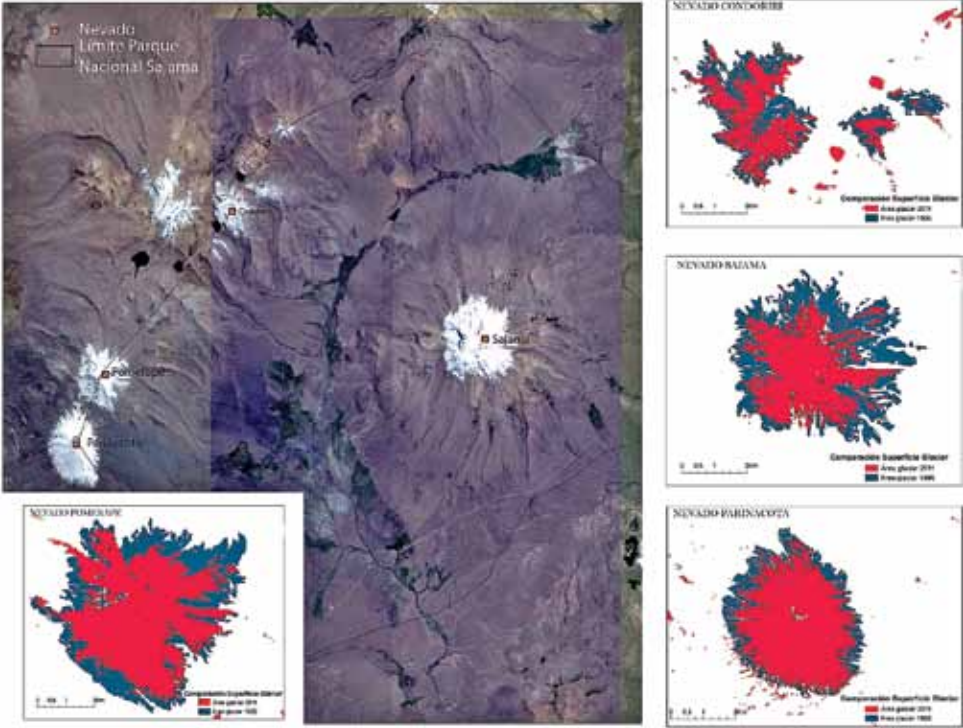


Gráfico 21. Análisis comparativo de superficies de los nevados Condoriri, Parinacota, Pomerape y Sajama de los años 1986 y 2011 obtenidas mediante NDSI

Fuente: Castel, Buitrón y Fernández, 2012

Disponibilidad de agua

La cantidad de agua presente, incluso en época seca, es suficiente para todos los usos, sin embargo, el problema yace en la falta de infraestructura de captación y conducción que permite que el agua llegue a lugares en los cuales exista un mayor requerimiento.

Para evaluar la disponibilidad y aprovechamiento del recurso agua (Soria, 2012), se realizó el monitoreo de variables hidrológicas en la cuenca del río Sajama (tramo Manasaya-Puente río Sajama), que cuenta con un área aproximada de 568 m² y como estudio de caso, se tomó en cuenta a la cuenca Aychuta, la misma se encuentra situada al pie del glaciar Sajama, con un área aproximada de 9,2 km².

En referencia al periodo de análisis, la oferta de agua se ha estudiado para los periodos en los cuales existe disponibilidad de información hidro climática.

Para estudiar la variabilidad espacial de la oferta de agua de la cuenca del río Sajama, se han tomado en cuenta cuatro subcuencas: Taypijahuirra, Pizrrata, Manasaya, Geysar.

En referencia a la relevancia de los aportes de las cuencas Pizrrata y Aychuta, los resultados sugieren que las cuencas con aporte de deshielo glaciar tienen un potencial de aporte de agua en promedio de 4,8 L/s/km² más que sus contrapartes sin cobertura glaciar. Estos resultados obtenidos surgen a partir de datos de monitoreo de caudales realizados en el periodo hidrológico 2011-2012, iniciado en el mes de marzo de 2011 (al final de la época de lluvias), podrían variar en función a la selección de las cuencas utilizadas para comparación y al periodo para el cual se propone el análisis.

Los aportes de la cuenca Geiser@Sajama no dejan de ser relevantes al alcanzar altos valores apreciables de 9 L/s/km² registrados en julio de 2012; a partir de esta fecha, los aportes de esta cuenca decrecen notoriamente debido a desviaciones que hacen los comunarios para mitigar el déficit hídrico de la época de estiaje. En el caso de esta última cuenca, la visita a la cabecera sugiere que una parte importante del volumen de agua que fluye en dirección aguas abajo proviene de los géiseres, mientras que el remanente constituye el aporte de los volúmenes de agua regulados por los bofedales que se desarrollan en el trayecto.

Es también relevante el aporte de los manantiales distribuidos en la zona de la cuenca con pendientes suaves. Entre estos, se considera relevante el aporte de los manantiales situados aguas arriba del sitio Sajama@Manasaya, cuyo caudal promedio de 240 L/s (caudal específico mínimo de 1,98 L/s/km²), supera al de las otras subcuencas monitoreadas.

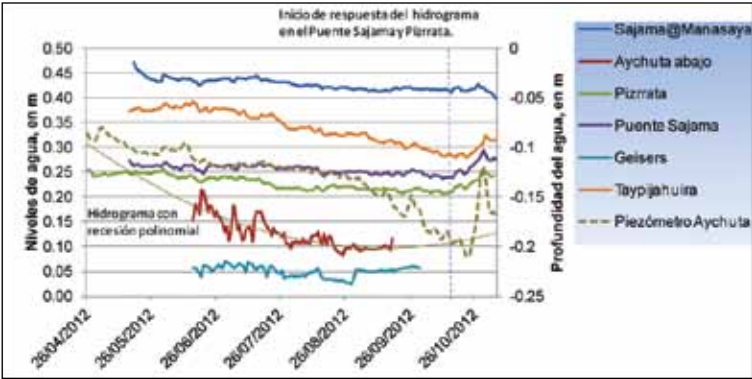


Gráfico 22. Series de registros de agua en las subcuencas Aychuta y Sajama@Manasaya
Fuente: Soria, 2012

Acceso al agua

Las comunidades dentro el PNS priorizan la utilización de agua para fines de riego de pastizales. Se pudo constatar que 3 comunidades (Caripe, Sajama, Papelpampa), cuentan con sistemas de micro riego de infraestructura mejorada, el resto son estructuras rústicas, con tomas y canales de tierra que tienen baja eficiencia de aprovechamiento.

En cuanto a la población que utiliza el agua para riego, el 72% de los sayañeros acceden a los sistemas de riegos, pero solo una mínima parte (16%) tienen canales revestidos. La diferencia que existe entre el porcentaje de sistemas de riego mejorados (25%) y el porcentaje de sayañeros que acceden a estos sistemas (16%), reportan que este tipo de proyectos tiene un bajo nivel de cobertura de beneficiarios.

El PNS cuenta con tres épocas o estaciones que hacen variar el uso de las praderas:

- La época lluviosa: de diciembre a abril.
- La época seca: con mucho frío (congelamiento) de mayo a agosto.
- Época seca sin congelamiento: de los meses septiembre, octubre y noviembre.

Asimismo, los sistemas de pastoreo rotacional se diferencian por la existencia de dos tipos de praderas:

- La pradera del tipo bofedal o pradera hídrica: que se desarrolla debido a la presencia permanente de agua de riego natural (vertientes) o artificial con canales de tierra y revestidas con cemento.
- La pradera a secano: compuesta por praderas puras o combinadas del tipo tholar, pajonal, kewiñal, añawayá, cojines. Las que se desarrollan solo con aguas temporales provenientes de las lluvias.

Bofedales

Se ha realizado un análisis del cambio de superficies de bofedales entre 1986 y 2011 en el PNS mediante el análisis del NDVI (Castel, Buitrón y Fernández, 2012), que es una variable que permite estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición, por medio de sensores remotos, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

Los resultados muestran de manera general que las variaciones en los niveles de NDVI (vigorosidad de la vegetación y densidad) y las áreas de bofedales se debe a la influencia de las condiciones hídricas propias de las estaciones secas y húmedas. En consecuencia, es lógico que fenómenos tales como los de El Niño y La Niña, los cuales implican déficit e incremento lluvias, son los que han tenido mayor influencia en los valores de NDVI y también sobre el área de los bofedales.

Según el análisis multitemporal de imágenes de satélite LANDSAT del PNS, se mostró una reducción general de superficie de bofedales del 28,8% en el periodo 1986-2011; en julio de 1986 el área total de bofedales fue de 101,32 km² y en el mismo mes del año 2011 fue de 93,75 km², esta reducción se relaciona principalmente con patrones de uso antrópico del bofedal antes que con variaciones del cambio climático.

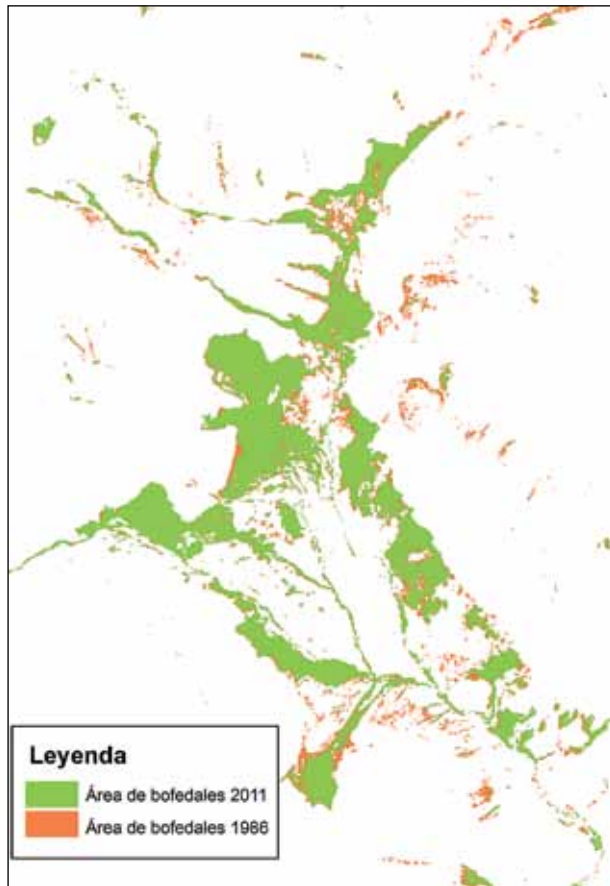


Gráfico 23. Análisis comparativo de la superficie de bofedales del PNS en los años 1986 y 2011

Fuente: Castel, Buitrón y Fernández, 2012

Para estudiar el rol de los bofedales que se ubican cerca de glaciares, se ha realizado un estudio de caso en el bofedal Aychuta. Los resultados de este estudio se describen a continuación (Lorini, 2012).

La diferencia promedio de nivel piezómetro entre el área de bofedal y el área control para la época seca (junio-noviembre) fue de 32 cm, empleando esta diferencia en relación a la superficie que ocupa el bofedal, se puede aproximar un volumen de agua almacenada en época seca de 221.522 m³ a 304.749 m³ para todo el bofedal, lo que equivale a 15.823 m³/ha y 21.767 m³/ha. Los rangos se establecen a partir del contenido volumétrico de agua del suelo ($\square v$), valores que se obtuvieron en el rango de 70,8% y 97,4% (promedio: 0,82%) para bofedales altoandinos dominados por *Oxychloe andina* (Palabral com. pers. 2012). El volumen “represado” por el bofedal, correspondería (aproximadamente) al área sombreada que se representa en el gráfico 24.

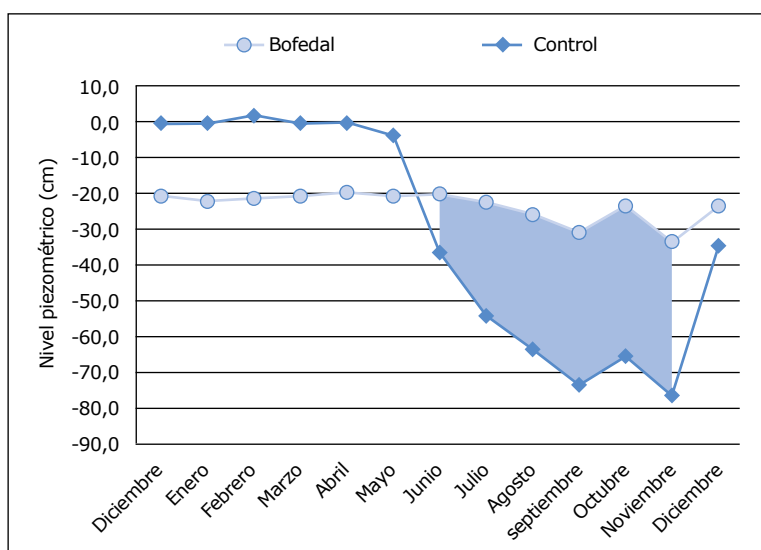


Gráfico 24. Diferencias de nivel piezométrico entre el bofedal y área control de Aychuta, resaltando en celeste el volumen almacenado por el bofedal en época seca

Fuente: Lorini, 2012

La diferencia de nivel piezométrico acumulada entre junio y noviembre en el bofedal de Aychuta asciende a 223,5 cm. Una interpretación apurada de estos datos nos llevaría a concluir que incrementos de superficie en bofedales de altura (en las áreas de recarga hídrica) podrían reemplazar la función de “esponja blanca” que cumplen los glaciares, pero se debe tomar en cuenta que parte del volumen actual de agua que recibe el bofedal estudiado proviene justamente del nevado Sajama, por lo que se hace necesario replicar estudios como este en bofedales con y sin influencia glaciar para determinar si los resultados de este estudio corresponden a un patrón común para los bofedales de altura. También se hace necesario extender el monitoreo a largo plazo para determinar si los servicios hídricos del bofedal sufren alteraciones por reducción de área en los glaciares.

Por otro lado, investigaciones desarrolladas en bofedales (Casas, 2012) y pastizales (Patty *et al.*, 2010) del PNS muestran que el sobrepastoreo constituye una amenaza para la conservación de los campos naturales de pastoreo (canapas), el mismo que reduce la cobertura vegetal facilitando así, la erosión del suelo.

El sobrepastoreo en bofedales implica que la capacidad regenerativa de los recursos forrajeros, versus la velocidad de su extracción y aprovechamiento por parte de los animales, no permiten su repoblamiento y recuperación natural y provocan el desarrollo de especies vegetales desequilibrantes o que no son útiles para la alimentación del ganado camélido. Otros problemas que los afectan son: la salinización, la sobre carga animal, la contaminación del agua y la falta de riego.

El PDM de Curahuara de Carangas, 2007-2011 establece que “la relación carga animal (CA) y capacidad de sostenimiento (CS) muestra un equilibrio en la época húmeda. Sin embargo, en la época seca se manifiesta un déficit considerable encima de lo que pueden soportar las praderas del PNS, lo que posiblemente se traduce en una importante sobre-utilización de los bofedales en esta época para cubrir el déficit alimentario, la misma que será mucho más severa en años secos”.

El manejo de los bofedales está relacionado con el grado de individualización de las sayañas. Los ayllus donde ya se tienen alambrados los sectores de manejo unifamiliar paulatinamente empiezan a dividir sus bofedales en dos sectores para poder hacer prácticas de descanso.

Los bofedales donde el manejo es inter-familiar, no suelen aplicar ningún tipo de manejo para recuperación de la vegetación. En casi todas las comunidades (excepto Papel Pampa) se confirma el no uso de las partes altas para el pastoreo, por tanto las llamas suelen pasar más tiempo en las zonas medias y bajas. Las llamas suelen alternar durante el día entre el pastizal medio y el bofedal, mientras que las alpacas están todo el día en el bofedal (Pozo, 2012).

6.2.2. Factor socioeconómico

La actividad económica principal es la producción pecuaria en las cinco comunidades del PNS, que históricamente se circunscribe a ganadería compuesta por los camélidos andinos (Llama, *Lama glama* 50% y Alpaca, *Vicugna pacos* 48%) y eventualmente ovinos “criollos” 2%, cuya población ha disminuido drásticamente en las últimas décadas (Pozo, 2012). Gracias a su alta capacidad de adaptación a las alturas, los camélidos sudamericanos poseen como ningún otro animal doméstico la capacidad de convertir pasturas de muy pobre calidad en valiosos productos (estiércol, carne, fibra, piel y cuero).

Generalmente las tropas de ganado son de todos los miembros de las familias, en tal sentido cada uno participa en determinadas actividades durante el empadre, la parición, el faeneo o venta de ganado, la killpa y la esquila, actividades que requieren la participación simultánea de la familia.

Como resultado del trabajo de campo y la encuesta pecuaria que se efectuaron en el marco del proyecto, se pudo observar que, en cuanto al control sanitario del ganado, los pobladores no recurren a médico veterinario. En el manejo reproductivo predomina el empadre libre y el tiempo de utilización de los machos como máximo es de 4,5 años y el macho reproductor es elegido por su color, sin

embargo se acostumbra separar a los machos de la tropa y utilizar pocos machos reproductores por hembras. El manejo alimenticio se caracteriza por un bajo nivel de suplementación y alimentación del ganado casi exclusivamente del bofedal, los corrales son en su mayoría de piedra y barro (Pozo, 2012 y Vargas, 2012).

La mayoría de los productores pecuarios crían camélidos para el aprovechamiento de su carne y fibra (lana), ambas son vendidas generalmente a intermediarios, mediante ferias o de forma directa en menor porcentaje.

La comercialización de carne de llama gana terreno diariamente entre productores de la región como actividad económica principal, debido a la relativa facilidad para venderla como fibra o carne en pie cercanamente a las carreteras. De acuerdo a estimaciones del Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario, en Bolivia existen 3,3 millones de cabezas de ganado camélido, de las cuales el 72% se aprovecha para venta de carne y el restante por elaboración de fibra (MDRyT, 2012).

En cuanto a precios, en los últimos 4 años, el kilo de carne de llama se ha incrementado de Bs. 14 a Bs. 26 con aún tendencia al alza y cada vez una mayor diversificación de mercados para su exportación, actualmente las asociaciones del occidente del país llevan este producto alto en valor proteínico a los mercados de Suiza, Suecia, Finlandia y Alemania.

Todas estas formas de comercio canalizan recursos al núcleo familiar por valor de Bs. 14.601 anuales o USD. 2.098 anuales; considerando el promedio familiar de 5 miembros se tiene un ingreso anual per cápita de USD. 419,57.

La tabla 7, confirma la preponderancia de la actividad ganadera en la zona y muestra que el turismo todavía no brinda ingresos igualmente importantes a la mayoría de la población local, al menos no en una base regular durante el año e introduce el trabajo temporal fuera de la comunidad.

Los habitantes del parque a menudo refieren que los hombres suelen migrar en los meses de enero a marzo por temporadas de hasta seis meses, también mencionan que la mayoría suele ir al vecino país de Chile para trabajar en construcción y transporte (Pozo, 2012).

Tabla 7. Fuente de ingresos familiares de la microregión occidental

FUENTES DE INGRESOS FAMILIARES	MONTO (Bs)	%	# De familias de la muestra	%
Ingresos generados por ganadería	12.199	83,5	15	100
Alpacas	5.993	41	13	87
Llamas	4.612	31,6	12	80
Ovinos	155	1,1	2	13
Vacunos	0	0,0	0	0
Ingresos generados por Agricultura	9	0,1	1	7
Ingresos generados por otras actividades	2.393	16,4	11	73
Transporte	160	1,1	1	7
Turismo	173	1,2	3	20
Trabajos temporales en ciudades	1.693	11,6	7	47
Otros trabajos fuera de la agropecuaria	367	2,5	5	33
INGRESO PROMEDIO POR FAMILIA (BS/ AÑO)	14.601	100	15	100

Fuente: PDM Curahuara (2007-2011) Diagnóstico complementario 2006

En el PDM (2007-2011) se clasifican a los productores ganaderos del municipio en tres categorías.

- Los infra-subsistentes, aquellos productores con menos de 100 cabezas, a los que la ganadería camélida no les genera suficientes recursos económicos para cubrir sus gastos de primera necesidad y son los que buscan alternativas durante gran parte del año;
- Los de subsistencia, a quienes la producción ganadera les proporciona suficientes ingresos como para cubrir los gastos más primordiales para su familia. Son los productores que tienen entre 100 a 200 cabezas; y
- Los excedentarios, aquellos que tienen por encima de las 200 cabezas, a los que la ganadería camélida si les genera recursos para cubrir sus gastos y una proporción para su ahorro.

En el PNS, la mayoría de los productores son del estrato de subsistencia (38% de los productores), seguida por los excedentarios (31%) y los infra subsistentes (31%). Al parecer la principal razón de esta categoría se debe a la presencia de los humedales

del parque (bofedales). Para complementar esta información se citan datos de la encuesta aplicada en el marco del proyecto, se muestra que 30% de los hogares poseen entre 51 y 100 cabezas de ganado camélido, 26% entre 151 y 200 cabezas de ganado y seguidamente el 19% que tienen entre 10 y 50 cabezas de ganado.

Se recurre nuevamente a un dato interesante del Plan de Manejo del PNS donde calculan el tamaño mínimo rentable del hato ganadero para poder obtener beneficios económicos con la producción ganadera, señalando que con hatos menores a 50 cabezas no es posible recuperar los costos de inversión en la crianza camélida (tabla 8).

Tabla 8. Costos de producción camélida según tenencia de ganado camélido

Categoría productores según tenencia de ganado	Costo promedio (Bs/cabeza)	Rango promedio precio de venta (Bs/camélido)
Productores con menos de 50 cabezas	350 a 400	300 a 500
Productores que tienen entre 51 a 100 cabezas	280 a 320	
Productores que tienen entre 101 a 150 cabezas	250 a 270	
Productores que tienen entre 151 a 200 cabezas	200 a 240	
Productores que tienen entre 200 a 300 cabezas	150 a 180	
Productores con más de 300 cabezas	100 a 140	

Fuente: PDM Curahuara, 2007-2011, Diagnóstico complementario (2006)

En la percepción de los comunarios los hatos actuales están al límite de la capacidad de carga de las sayañas (homólogo de parcelas), si éstas se dividen, los hatos también tendrían que disminuir de tamaño. Por tanto, en las condiciones actuales, el área está al límite del tamaño de rentabilidad aceptable del hato ganadero.

Las comunidades están conscientes de este hecho y al no poder contar con la antigua estrategia de dispersión de la comunidad en nuevos espacios, están buscando alternativas como la individualización de las sayañas para poder mejorar el manejo de los bofedales y por tanto la calidad del ganado. No es difícil predecir las dificultades futuras de esta estrategia cuando las sayañas relativamente grandes tengan que dividirse entre los hijos de los sayañeros originales en una a dos generaciones.

La obtención de recursos para las familias del PNS es fundamental, ya que de acuerdo a las características climáticas de la zona, las familias compran sus alimentos y muy pocas recurren a siembra para autoconsumo. En caso de no contar con los ingresos necesarios la familia pone en peligro su seguridad alimentaria. Por ello en el Estudio Socio económico se ha efectuado una simulación de ingresos y gastos de la actividad pecuaria y se ha podido estimar un rango del margen de ganancia por familia.

Las familias más favorecidas por la actividad pecuaria del PNS se encuentran en el rango del valor máximo (encontrado por la corrida de simulación), el margen es de Bs. 2.734 al año y mensual de Bs. 228, este rango corresponde a las familias con mayor número de ganado. En promedio anualmente el margen de ganancia por hogar es de Bs. 858, y en el extremo inferior el margen es negativo de Bs.-1.104 corresponde a las familias con un número reducido de ganado que requieren de otros ingresos para solventarse (Vargas, 2012).

Tabla 9. Margen de utilidad de la producción pecuaria

	Sin simulación	Valores con simulación		
		Mínimo	Promedio	Máximo
Ingresos	Bs. 7.984	Bs. 5.802	Bs. 8.081	Bs. 10.297
Gastos	Bs. 7.225	Bs. 6.906	Bs. 7.223	Bs. 7.563
Margen	Bs. 759	Bs. -1.104	Bs. 858	Bs. 2.734

Fuente: Vargas, 2013

6.2.3. Vulnerabilidad de las mujeres

Se ha observado que al interior del PNS, las mujeres son más vulnerables al cambio climático por varios factores, entre estos su estrecha relación con el manejo del agua, la recarga laboral (reproductiva y productiva) y el limitado acceso a espacios de decisión dentro de las comunidades, que no sólo las hacen sensibles ante los cambios sino que también merman sus capacidades para adaptarse.

La forma en que las mujeres son afectadas por el cambio climático varía según el contexto geográfico y productivo en el que se encuentran. En las comunidades cercanas al nevado Sajama, eventos climáticos como las heladas causan que el agua potable disponible en los grifos de las casas se congele, por lo que ellas deben esperar varias horas hasta poder usarla o por último acarrear el agua de río, actividad que realizan durante la tarde o noche cuando las temperaturas descienden, poniendo en riesgo su salud.

Cuando se reduce el agua en los bofedales, de donde obtiene alimento el ganado, la calidad de la lana disminuye y perjudica la producción artesanal que les proporciona la mayor parte del ingreso sobre el cual las mujeres tienen mayor decisión para destinarlo a gastos específicos como los de salud y alimentación de ellas y sus hijos.

La migración mayoritaria de hombres está provocando una feminización de estos espacios rurales, forzando a las mujeres a asumir responsabilidades adicionales (triple jornada).

El importante rol que juegan en sus comunidades, no es reconocido del todo dentro de sus organizaciones ya que por ejemplo, los derechos sobre la tenencia de la tierra y el acceso al agua que esta implica, son otorgados únicamente a los hombres. Esto además dificulta su acceso a créditos u otros beneficios que faciliten la adopción de medidas complementarias para enfrentar los efectos del cambio climático.

En este sentido, las mujeres deben ser consideradas como esenciales agentes de cambio en el proceso de adaptación al cambio climático de comunidades rurales dependientes de glaciares. Es recomendable incluir sus necesidades dentro de los planes de adaptación, valorar sus conocimientos, apoyar sus iniciativas y hacerlas partícipes de las acciones concretas, así como favorecer espacios de empoderamiento y desarrollo de sus capacidades.

6.3. Capacidad adaptativa de las comunidades

La capacidad de adaptación es la propiedad de un sistema de ajustar sus características o su comportamiento, para poder expandir su rango de tolerancia, bajo condiciones existentes de variabilidad climática o bajo condiciones climáticas futuras. En términos prácticos, la capacidad de adaptación es la habilidad de diseñar e implementar estrategias eficaces de adaptación, o de reaccionar a amenazas o presiones actuales, de manera tal de reducir la probabilidad de ocurrencia y/o la magnitud de los impactos nocivos como consecuencia de las amenazas relacionadas con el clima. El proceso de adaptación requiere la capacidad de aprender de experiencias anteriores para enfrentar el clima actual, y aplicar estas lecciones para hacerle frente al clima futuro, incluyendo los imprevistos (PNUD, 2004).

La capacidad adaptativa se entiende como la habilidad que tienen las comunidades de evolucionar y adaptarse a un entorno cambiante. Los sistemas naturales y humanos pueden retroalimentarse para superar los cambios. Esta adaptación se fortalece mediante el potencial de los recursos disponibles en un área dada, para generar nuevos procesos o implementar nuevas técnicas (Aguilar, 2007). De igual manera, el IPCC (2007) plantea que *“la capacidad de adaptarse es dinámica, y en ella influye la base productiva de la sociedad, en particular, los bienes de capital naturales y artificiales, las redes y prestaciones sociales, el capital humano y las*

instituciones, la gobernanza, los ingresos nacionales, la salud y la tecnología. Influyen también en ella una multiplicidad de factores de estrés climáticos y no climáticos, así como las políticas de desarrollo”.

Bajo este contexto, desde hace mucho tiempo las culturas andinas han ido desarrollando notables tecnologías y prácticas de adaptación a cambios ambientales, sociales y económicos. Situación que les ha permitido prevenir y ajustarse a los efectos negativos que traen dichos cambios.

En este sentido, se debe revalorizar estas lógicas, prácticas y saberes en un diálogo de conocimientos, para coadyuvar el fortalecimiento de las capacidades adaptativas de las comunidades que habitan dentro del PNS.

El plan de adaptación pretende que el fortalecimiento de las capacidades de adaptación que las comunidades en el área de estudio ya poseen en base a sus conocimientos y prácticas ancestrales, y las que puedan desarrollarse en base al conocimiento originado de manera técnica-científica de fenómenos climáticos presentes localmente y sus consecuencias (como la retracción de glaciares), sea posible al interior de un ambiente social de coordinación y cooperación entre los actores que conforman el medio social (comunidades, autoridades, otras organizaciones, etc.), pero también de vinculación con actores externos que puedan complementar los esfuerzos colectivos de las comunidades (universidades, instituciones públicas, instituciones privadas, agencias de cooperación, etc.) y produzcan los efectos sinérgicos para la escalabilidad de los resultados, aprendizajes y buenas prácticas del proceso de adaptación al cambio climático.

Factor organizativo

Los aspectos organizativos son relevantes para la planificación de la gestión de los recursos naturales. La organización genera los espacios de decisión en distintos niveles para distintas situaciones y no pueden ser ignorados al momento de realizar planes o estrategias participativas de gestión del agua, de los bofedales o de cualquier recurso inherente al territorio. Y cuando se habla de aspectos organizativos se refieren tanto al actor público (división política) como a las organizaciones originarias. Ambos están unidos en el tejido organizativo de manera que no se puede obviar ninguno de ellos.

La forma de organización originaria tiene mucho peso en la zona y es la base de la organización socio territorial. Uno de los niveles organizativos más importantes es el de la Marka Curahuara de Carangas que coincide con la del municipio del mismo nombre. El proceso de cantonización y la categorización de área protegida del PNS han contribuido a debilitar las relaciones organizativas originarias y están provocando conflictos y división entre ayllus que originalmente dependían unos de otros.

En este sentido, el presente Plan de Adaptación al Cambio Climático, visibiliza la estructura organizativa socio territorial, pretendiendo incorporarse a los procesos en marcha para aportar a su fortalecimiento y lograr un mayor grado de incidencia y un mejor aporte para las comunidades del PNS.

Análisis presupuestario del municipio

Con los antecedentes mencionados en los capítulos anteriores, se realizó un ejercicio de cálculo para definir un hito respecto al monto que podría movilizarse para la reducción de vulnerabilidades y a la vez fortalecimiento de las capacidades de adaptación al cambio climático (Chávez, 2012).

El presupuesto del municipio de Curahuara de Carangas para la gestión 2012 (POA) es de USD. 1´004.744 (Presupuesto Institucional por Objeto y Tipo del Gasto, SIGMA 2012), por lo que se puede asumir un fondo de USD. 70.332 anuales (7% del Ingreso Municipal por Coparticipación Tributaria Nacional y Recaudación Propia) para la adaptación en un escenario optimista.

Este monto debería ser inscrito por ejemplo, en las partidas presupuestales 31.150 Alimentos y Bebidas para la atención de Emergencias, 394 Instrumental Menor Médico Quirúrgico, 396 Útiles Educativos, Culturales y de Capacitación y 716 Subsidios y Donaciones a Personas e Instituciones (Plan de Cuentas Municipales, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas), también disponibles para el municipio de Curahuara de Carangas y el resto de los 326 municipios en el país.

Considerando ello, en la revisión del acumulado de estas cuentas para la gestión 2012, el total no excede los USD. 14.852, monto menor a los USD. 176.983 que serían el ahorro individual de las familias del área de estudio (Curahuara-PNS) destinado a la respuesta de situaciones de emergencia (como pérdidas por la imposibilidad de ampliar el hato ganadero).

La acción colectiva hacia las autoridades locales, programada y continua podría incrementar los recursos individuales para la adaptación en el municipio desde los fondos públicos promedio de USD. 2,46 por habitante actuales (USD. 14.852 en el POA 2012) a USD. 29,03 por habitante posibles (7% del POA 2012).

6.4. Síntesis del análisis de vulnerabilidad

A continuación se presenta una síntesis de vulnerabilidad del PNS.

Síntesis de Vulnerabilidad	
Suelo - Bofedales	Alta división de parcelas en bofedales Sobrecarga animal en bofedales Disminución de la producción de forraje por pérdida de bofedales.
Ganadería	Débiles capacidades de prácticas ganaderas Bajas capacidades técnicas de sanidad pecuaria Débil organización e información de mercado Poca asistencia técnica y de sanidad
Servicios Básicos	Bajos niveles de salubridad y escasa salud preventiva Infraestructura precaria Morbilidad y desnutrición infantil Baja inversión en educación y saneamiento ambiental Deficiencia en sistemas de acceso al agua potable y alcantarillado. Educación ambiental débil (para el cuidado de infraestructura de agua, cambio climático, etc.) Niveles de educación bajos (mayor en las mujeres).
Vivienda y hábitat	Pérdida de saberes y conocimientos locales. Poca información sobre tecnología de energía renovable Uso de madera como leña y energía Deficiencia de la infraestructura vial al interior del PNS.
Gestión del agua y bofedales	Deficitarios sistemas de almacenamiento de agua Precaria infraestructura de conducción y distribución Desigualdades en el sistema de reparto de agua. Débil organización para la gestión y conservación de bofedales Poca existencia de normas locales comunitarias para el manejo de los R.R.N.N. (agua, suelo, bofedales).
Actividades Productivas	Economía poco diversificada. Limitación de acceso a mercados. Poca existencia de infraestructura productiva. Reducidos espacios, materiales e inadecuadas condiciones para el trabajo artesanal.

Algunas conclusiones respecto a la vulnerabilidad de las familias del PNS son:

La reducción de la masa glaciaria no sólo del Sajama, sino también de los glaciares menores al interior del parque configuran un sistema de alta vulnerabilidad para las familias en los próximos diez años, tanto por la reducción del agua como recurso para fines productivos y de consumo, como por el peligro latente para la desaparición de los bofedales que se constituyen en colchones de biodiversidad y reguladores del ecosistema.

Al primer componente de esta vulnerabilidad se suma el hecho de la necesidad en términos económicos de las familias de contar con un mayor número de cabezas de ganado en su hatos, hecho a su vez impulsado por factores de mercado y visto como una inmejorable oportunidad que de aprovecharse sometería a un estrés físico irreversible a los bofedales causando su desaparición. El monitoreo local de esta posibilidad también será mermada si el flujo de migración temporal continua en los actuales niveles.

Ante un posible crecimiento de la actividad pecuaria en el área del parque, es necesario considerar que los bofedales ahora albergan a un mayor número de especies, lo que eventualmente se traducirá en enfermedades nuevas para el ganado que requerirán atención y construcción de capacidades locales para afrontarlas, de lo contrario se expone al 73% de las familias dedicadas a esta actividad a reducción de niveles en su calidad de vida (llegar a ser productores de infra-subsistencia).

Indudablemente, al ser el ingreso per cápita bajo, las familias del parque requerirán mayor atención por parte de autoridades municipales, pero debido a la doble cualidad del parque como parte integrante de un municipio y como área protegida, también de autoridades nacionales, incrementando considerablemente el nivel de inversión *per cápita* para la adaptación al cambio climático, considerando que la adaptación en este escenario implica también un renunciamiento en términos de ingreso y expansión de actividades que la futura Estrategia de Adaptación debe considerar.

Las mujeres son más vulnerables al cambio climático por varios factores, entre estos su estrecha relación con el manejo del agua, la recarga laboral (reproductiva y productiva) y el limitado acceso a espacios de decisión dentro de las comunidades, que no sólo las hacen sensibles ante los cambios sino que también merman sus capacidades para adaptarse.



PLAN DE ACCIÓN

7. Construcción del plan desde las comunidades

7.1. Criterios de orientación

Todo proceso de desarrollo se relaciona con cambios efectuados por los agentes involucrados, ya sean creados o espontáneos, de carácter endógeno o exógeno. No hay metodología de planificación que garantice que los cambios serán de tal o cual naturaleza, en tal o cual medida, debido a que los contextos cambian al igual que los intereses y deseos de los afectados en el proceso.

Por este tipo de razones, se deben buscar estrategias para que los participantes logren algunos acuerdos básicos sobre el futuro y sus visiones de largo plazo, estableciendo que sus organizaciones y formas orgánicas de relacionamiento puedan ser parte activa del proceso de adaptación al cambio climático y que en los cambios que se buscan, se vean opciones para que los actores puedan involucrarse ,aunque sea paulatinamente pero si incremental y progresivamente, hasta llegar a enraizarse y apropiarse como personas y en sus organizaciones en los procesos de adaptación al cambio climático. Si se logra obtener este factor de apropiación, tenemos un fundamento necesario para asegurar la viabilidad de una acción y su buena posibilidad de sostenibilidad futura.

7.2. Objetivos del proceso

Se buscó desde un inicio, que la construcción del Plan de Adaptación al Cambio Climático del Parque Nacional Sajama tenga un carácter participativo, que involucró a las comunidades, sus autoridades originarias, el Comité de Gestión del Parque, donde participan estas autoridades, la Dirección del SERNAP, representantes del Municipio de Curahuara de Carangas y de la Gobernación Departamental de Oruro.

En el proceso de construcción del Plan, participaron muy activa y efectivamente las Autoridades comunitarias, las comunidades y el Director del PNS, dependiente del SERNAP.

Otro de los propósitos está relacionado con iniciar un largo proceso para que los comunarios, sus autoridades y líderes, el colegio y otros actores de la zona, pero sobre todo niños y jóvenes puedan ir cambiando sus actitudes, conductas y prácticas en relación a conocer y comprometerse más con la “Madre Tierra”, con su medio ambiente e irse preparando para los cambios climáticos que ya se están viviendo.

7.3. Metodología de trabajo

En este capítulo del Plan se explica el carácter general de la metodología basada en la participación de los actores que supuso básicamente combinar la oferta (académica - científica - técnica) que conlleva un plan, con las demandas de las comunidades en torno a facilitar algunas respuestas concretas a sus necesidades, a través de obras piloto de infraestructuras para mejorar sus accesos y manejo del recurso agua.

El instrumento principal de trabajo para la construcción participativa y progresiva del Plan de Adaptación del PNS, fue la secuencia de un conjunto de talleres (a lo largo de casi dos años) con las autoridades comunitarias y los representantes locales del SERNAP. El primer taller justamente permitió rescatar las visiones que las comunidades tienen del Parque a largo plazo, a través de dibujos, plasmaron escenarios futuros de su entorno medio ambiental y socio-económico. A partir de esas visiones, en talleres siguientes se fueron identificando un conjunto de problemas a la par de posibilidades y potencialidades. De manera secuencial se llegó a identificar las tres grandes áreas de estructuración del Plan: El agua, manejo y sustentabilidad de este recurso, las esponjas verdes de los bofedales y la biodiversidad, y finalmente la base productiva y la diversidad económica. Tres áreas que finalmente en la versión final del Plan constituyen sus tres Pilares.

En el proceso se vio la importancia que tiene para la estructuración del Plan el componente de desarrollo de capacidades, que se lo definió como una viga transversal del Plan. Este desarrollo implica trabajar con los recursos humanos, el fortalecimiento de las organizaciones e instituciones, el mejorar la normatividad y reglas de juego y finalmente, el impulsar redes de cooperación entre actores e instituciones del área.

De esta manera, se definió que este componente de desarrollo de capacidades, tenga dos prioridades: La primera está más orientado a las nuevas generaciones, y se traduce en impulsar formas de interacción, comunicación (virtual y presencial) intergeneracional e intercomunitaria. Una segunda prioridad, que surgió en los talleres fue la de conformar un equipo técnico local, en base a la participación de representantes de las comunidades que puedan encargarse de empezar dar operatividad el Plan de Adaptación al cambio climático a través de un plan de acción (2013-14) en los tres pilares y la viga transversal.

Esta participación progresiva de las comunidades en el Plan, da señales indicativas de niveles muy básicos y todavía incipientes de apropiación, que tendrán que ser reforzados. Se espera que el Equipo Técnico Local del PNS con respaldo del Comité de Gestión y con una red de cooperación interinstitucional pueda ir apoyando este largo proceso de enraizamiento y apropiación, para asegurar cierta viabilidad a largo plazo, que es lo que significa sostenibilidad.



Gráfico 25. Visión del PNS al 2025 según las comunidades.

8. Plan de acción

Gracias al proceso participativo de elaboración del presente Plan de Adaptación, se han identificado los principales lineamientos estratégicos: la misión, visión y pilares que serán la guía de acciones a seguir para mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades del PNS.

VISIÓN

Las comunidades que habitan dentro del PNS han desarrollado y se encuentran implementando diversas estrategias de adaptación y de reducción de la vulnerabilidad de sus medios de vida ante el cambio climático, en coordinación y sinergia con diversas instancias públicas y de la sociedad civil, además han mejorado sus condiciones de vida y de producción a través de la conservación y mejoramiento de su fuentes y mecanismo acceso al recurso agua, así como, de sus ecosistemas y bofedales, del mismo modo, cuentan con una economía de mayor diversificación y sustentabilidad.

MISIÓN

A través de la recuperación de los conocimientos y saberes locales y de la participación activa de las comunidades que habitan al interior del PNS se desarrollan diversas estrategias y acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad al cambio climático:

Protección y conservación de las fuentes y cuerpos de agua existentes, tales como ríos, lagunas, vertientes, acuíferos y bofedales pertenecientes a las principales cuencas del PNS.

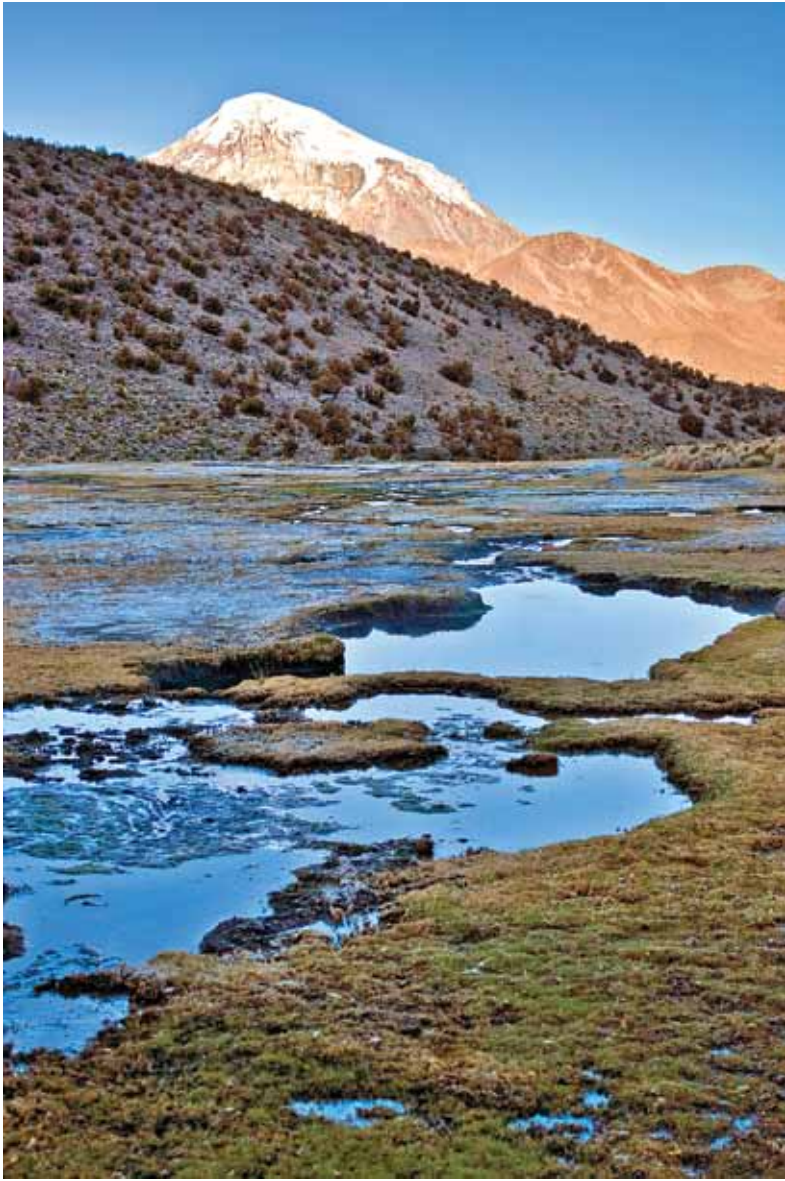
Protección, recuperación y conservación de los bofedales que constituyen la esponja verde sobre la que se sustenta parte importante del régimen hídrico, la productividad y producción pecuaria al interior del PNS.

Diversificación de las alternativas económicas y productivas como estrategia de adaptación al cambio climático.

Los actores locales orientaron entonces el Plan de Adaptación a tres componentes sectoriales como ejes y una “viga” transversal estratégica que tiene que ver con el desarrollo de las capacidades, la interculturalidad y el carácter intergeneracional, pues la agenda del cambio climático convoca de manera muy activa a jóvenes y niños, hombres y mujeres. Los pilares son el manejo integral sustentable del agua, el manejo y conservación inteligente de los bofedales como esponjas verdes y represas de agua, y finalmente la diversificación de la producción y la economía, para una mejor resiliencia. La “viga” transversal tiene que ver con el Desarrollo de Capacidades

que se relaciona con la capacitación de los recursos humanos, el fortalecimiento de las organizaciones comunitarias, el promover redes de cooperación, y mejorar las normas y reglas institucionales que afectan a ese conjunto. Son fundamentales en este esquema, las relaciones entre los actores, la comunicación y la concertación en torno a los valores y a los recursos biculturales que tienen en la perspectiva de mejorar sus capacidades de adaptación.

Como resultado del proceso de construcción del Plan de Adaptación, se han estructurado las siguientes matrices de planificación:



EJE ESTRATÉGICO	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	PROGRAMAS	ACTIVIDADES
<p>Manejo Integral Sustentable del Recurso Agua</p>	<p>Regulación, protección y planificación del uso de los recursos hídricos.</p>	<p>Programa de fortalecimiento Institucional para el Manejo Comunitario del agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Organización de comités de agua para consumo humano, animal y riego <ul style="list-style-type: none"> ➤ Por comunidad ➤ A nivel Regional – Originario ◆ Creación de incentivos para la concertación e implementación de reglas comunitarias para la regulación, protección y planificación del uso, acceso y aprovechamiento adecuado, racional y sustentable de los componentes hídricos. ◆ Creación de redes de apoyo al fortalecimiento y asesoramiento técnico para el manejo sustentable del recurso agua ◆ Construcción de planes de acción para emergencias climáticas.
		<p>Programa de innovación y desarrollo de prácticas y tecnologías para el uso eficiente, la captación, almacenamiento, reciclaje y tratamiento de aguas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de obras piloto empleando innovación y saberes tradicionales para el uso eficiente, la captación, almacenamiento, reciclaje y tratamiento de aguas. ◆ Implementación de servicios de agua potable y riego, mediante la elaboración de proyectos a diseño final.
	<p>Conservación, protección, preservación y restauración del agua</p>	<p>Programa para la conservación, protección, preservación, restauración, uso y gestión sustentable de las aguas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Rescate y difusión de experiencias exitosas de manejo de agua ◆ Capacitación en conservación, protección, preservación, restauración, uso y gestión sustentable de las aguas ◆ Desarrollo de estrategia de conservación, protección, preservación, restauración, uso y gestión sustentable de las aguas. ◆ Elaboración de mecanismos de monitoreo del agua.
	<p>Conservación y gestión integral de las cuencas y sus cabeceras</p>	<p>Programa de gestión integral de cuencas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de proyectos de Manejo Integral de Cuencas (MIC) ◆ Implementar servicios de agua potable y riego, mediante la elaboración de proyectos a diseño final. ◆ Forestación y reforestación en cabeceras de cuenca

EJE ESTRATÉGICO	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	PROGRAMAS	ACTIVIDADES
	<p>Uso racional y Conservación de bofedales</p>	<p>Programa de conservación y producción de semillas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Construcción de cercos semilleros para la producción de semillas de especies nativas para el ganado ◆ Realización de concursos de rescate de semillas de especies nativas beneficiosas para el bofedal.
		<p>Programa de capacitación en Buenas Prácticas de manejo de bofedales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Implementación de técnicas de uso eficiente de riego (tomas de agua, atajados, cosecha de agua mediante surcos, aerobombas, bombas a panel solar, etc.) ◆ Talleres de asesoramiento técnico para el manejo sustentable de bofedales y pastizales. ◆ Realizar campañas de difusión de buenas prácticas (radio). ◆ Generación de acuerdos y alianzas con instituciones públicas, académicas y no gubernamentales para apoyar el manejo sustentable de bofedales y pastizales. ◆ Diseño e Implementación obras de protección de bofedales
<p>Manejo Sustentable Esponja Verde</p>	<p>Ampliación y recuperación de bofedales</p>	<p>Programa de implementación de medidas de recuperación de bofedales degradados</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Implementación de técnicas de uso eficiente de riego de bofedales ◆ Construcción de cercos móviles. ◆ Remoción y roturación de bordes de bofedales y bofedales degradados (secos). ◆ Abonamiento y resiembra de especies nutritivas. ◆ Campañas de trabajo comunitario.
	<p>Investigación y monitoreo de los bofedales</p>	<p>Programa de investigación en bofedales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Promover la realización de estudios del potencial hídrico superficial y subterráneo en bofedales y pastizales (ríos, ojos de agua, etc.). ◆ Establecer la condición de bofedales (existencia de plagas, salinización).
		<p>Programa de monitoreo de bofedales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Elaboración de mecanismos de monitoreo de bofedales (sanos y degradados).
		<p>Programa de protección de cabeceras de cuenca</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Conservación de bosques de queñua en cabeceras de cuenca.
		<p>Programa de forestación y reforestación con queñua y thola</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Realización de campañas de forestación y reforestación con especies nativas. ◆ Realización de campañas de capacitación en viveros forestales, técnicas de plantación.
		<p>Manejo y conservación forestal</p>	

EJE ESTRATÉGICO	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	PROGRAMAS	ACTIVIDADES
Economía Local Sustentable	Adopción de buenas prácticas de manejo del ganado pecuario	Programa de Capacitación en Buenas Prácticas de la Producción Camélida	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Capacitación técnica para mejorar la eficiencia productiva de la actividad pecuaria (nutrición, sanidad animal, manejo genético e infraestructura). ◆ Construcción de corrales con malla olímpica. ◆ Campañas de vacunación y control de sanidad animal. ◆ Elaboración de un manual de aprovechamiento pecuario sustentable ◆ Talleres de intercambio de experiencias en manejo pecuario.
		Programa de Diversificación de la producción pecuaria	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Transformar productos con especialización (carne, fibra, hueso, cuero; por comunidad). ◆ Elaboración de planes de negocios y comercialización de productos pecuarios. ◆ Comercialización de productos con enfoque de relación directa entre el productor y consumidor con espacio en mercados de ciudades (La Paz, Oruro).
	Diversificación económica y productiva para afrontar los efectos del cambio climático.	Programa de Diversificación de la Producción General.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Diagnóstico de potenciales productivos y económicos. ◆ Promover el Desarrollo de actividades económicas alternativas (artesanía, turismo, piscicultura). ◆ Apoyar iniciativas de crianza y aprovechamiento piscícola. ◆ Mejoramiento de condiciones de infraestructura para la producción artesanal. ◆ Elaboración de planes de mercado y comercialización para productos locales (artesanía, turismo, piscicultura).
	Fomento a la actividad de Eco-Turismo en el Parque Nacional Sajama.	Programa de fortalecimiento a la Actividad Eco turística del PNS.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Promocionar al PNS como destino turístico ◆ Diagnóstico de potenciales turísticos. ◆ Elaboración de estrategias de turismo comunitario. ◆ Implementar una adecuada señalización de los sitios turísticos ◆ Fortalecer las organizaciones y articularlas.
	Desarrollo de producción agrícola de subsistencia	Programa de Alternativas de Actividades Eco turísticas del PNS.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Diversificar la actividad de ecoturismo por comunidad: 1. Hospedaje, 2. Entretimiento (Aguas termales), 3. Aventura, 4. Cultural ◆ Impulsar a promotores.
		Programa de Agricultura de Sobrevivencia.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Promover acciones para la agricultura familiar
		Programa de Información	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Promover la investigación participativa. ◆ Realizar Convenios con la Universidad para formación de jóvenes (en agropecuaria, zootecnia y veterinaria).
		Monitoreo y control	

EJE ESTRATÉGICO	LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	PROGRAMAS	ACTIVIDADES
Desarrollo de Capacidades	Gestión de conocimientos y desarrollo de capacidades	Programa de Fortalecimiento de Capacidades Locales	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Generación de capacidades técnico – legales del equipo técnico local, mediante intercambio de experiencias y réplicas. ◆ Intercambio de experiencias en buenas prácticas de manejo de agua y bofedales. ◆ Capacitación en la implementación del Plan de Monitoreo del PNS, involucrando al Equipo Técnico - Local ◆ Formación de jóvenes promotoras en el análisis climático y estrategias de adaptación. ◆ Alianzas y acuerdos con SERNAP y dirección del PNS para acciones de responsabilidad compartida en la gestión del PNS. ◆ Coordinación con Instituciones Académicas y ONG's para la realización de investigación sobre la adaptación al cambio climático. ◆ Desarrollo de procesos de Investigación-Acción-Participativa para el fomento de actividades económico productivas sustentables y el manejo sustentable del recurso agua y esponja verde. ◆ Apoyo al fortalecimiento de capacidades institucionales y organizativas de organismos e Instituciones locales para la adaptación al cambio climático.
	Concientización de la problemática ambiental y motivación de búsqueda de soluciones	Programa de sensibilización y Educación Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Educación y sensibilización ambiental empleando el Centro de Interpretación del PNS ◆ Recuperación y fortalecimiento de saberes y conocimientos locales orientados a la adaptación al cambio climático. ◆ Talleres y cursos de capacitación en diversos temas vinculados con las comunidades locales. ◆ Apoyo para el diálogo de saberes e intercambio horizontal de experiencias con otras comunidades campesinas y pueblos indígenas. ◆ Desarrollar un programa de sensibilización ambiental en la radio comunitaria de la región. ◆ Actividades de sensibilización con niños y jóvenes sobre conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (concursos fotográficos, dibujos, etc.).

8.1. Eje: manejo integral sustentable del recurso agua

El recurso agua constituye el principal insumo para las actividades económicas y productivas que llevan adelante las comunidades y familias del PNS, la afectación sobre este importante componente derivará en efectos nocivos para la economía local, la estabilidad climática y ecológica de la región, aspecto que incentivara los flujos migratorios e incrementará los índices de pobreza a nivel de la población local. Por ello es de suma importancia promover estrategias, acciones y medidas destinadas al manejo, protección y conservación del recurso agua ante los inminentes efectos del cambio climático.⁸

Lineamientos estratégicos

► **Regulación, protección y planificación del uso de los recursos hídricos⁹**

Ante escenarios de derretimiento del glaciar y variación en los regímenes de lluvia más el incremento de temperatura que conlleva al aumento de la evaporación entre otros, causados por el cambio climático, es esencial tener en cuenta que el agua es un recurso natural vulnerable e indispensable para la vida. Por lo tanto los lineamientos estratégicos para el recurso agua deben tomar en cuenta el uso, acceso y aprovechamiento adecuado, racional y sustentable de los recursos hídrico. Para llevar a cabo esta tarea, las comunidades del PNS deberán trabajar en la regulación y planificación para el uso del recurso y así garantizar su sustentabilidad.

- **Programa de fortalecimiento Institucional para el Manejo Comunitario del agua.** Este programa busca generar condiciones para la gestión integral del recurso hídrico mediante el mejoramiento de las capacidades de gestión, formación y generación de información. Adicionalmente se orienta a fortalecer las acciones a través de la creación de incentivos de concertación, redes de apoyo u asesoramiento.
- **Programa de innovación y desarrollo de prácticas y tecnologías para el uso eficiente, la captación, almacenamiento, reciclaje y tratamiento de aguas.** Tanto el Comité de Gestión como autoridades

⁸ Bajo el Marco Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para vivir bien- Ley 300 del 15 de Octubre de 2012

⁹ Se apoyó en la construcción de obras piloto en el parque, los cuales sirven de ejemplificación de buenas prácticas para el uso eficiente, la captación, almacenamiento, reciclaje y tratamiento de aguas que podrían ser escalables.

municipales, departamentales y nacionales deberán promover el uso y rescate de tecnologías, innovaciones, prácticas y conocimientos ancestrales sobre el uso eficiente, la captación, almacenamiento, reciclaje y tratamiento de aguas. Una de las actividades principales bajo las condiciones climáticas del área es estudiar mejor el desarrollo de infraestructura tendiente al almacenamiento artificial del agua que permita garantizar el suministro y distribución en periodos de déficit.

➤ **Conservación, protección, preservación y restauración del agua¹⁰**

El PNS cuenta con recursos hídricos provenientes de los glaciares, aguas subterráneas y dos ríos principales: Sajama y Tomarapi. Se debe promover la conservación de estas fuentes debido a que el promedio anual de precipitación actualmente solo es de 320mm aproximadamente.

- **Programa para la conservación, protección, preservación, restauración, uso y gestión sustentable de las aguas.** Este programa pretende rescatar y difundir las experiencias exitosas de manejo del agua dentro del parque y en otras localidades geográficamente parecidas. A fin de lograr cumplir con este lineamiento, es necesario fortalecer las redes de monitoreo y desarrollar capacidades en la conservación, protección, preservación y restauración de los recursos hídricos y el desarrollo de estrategias para garantizar estos fines.

➤ **Conservación y gestión integral de las cuencas y sus cabeceras**

- **Programa de gestión integral de cuencas¹¹.** El programa de gestión integral de cuencas se deberá desarrollar sobre la base de los principios de gestión social, local, participativa de articulación y concertación de diferentes usos del agua además de organización de los usuarios o actores de la cuenca. Bajo el marco de este programa de gestión integral de cuencas se desarrollarán capacidades, conocimientos, se establecerán acuerdos sociales bajo mecanismos de concertación y se impulsará la participación y monitoreo.

10 Aguas fósiles, glaciares, humedales, subterráneas, minerales, medicinales, aguas de ríos, lagos y lagunas.

11 Bajo el Marco del Proyecto, un avance para el Plan de Adaptación fue el desarrollo de una carpeta de proyectos a nivel TESA para el Manejo Integral de la cuenca Sajama (MIC)

8.2. Eje: manejo sustentable de la esponja verde

La esponja verde está compuesta en su mayoría por los distintos bofedales existentes al interior del PNS, los cuales cumplen funciones de gran relevancia, como ser la regulación del régimen hídrico, la estabilidad ecológica, la generación de microclimas y la producción de pasturas con las que se alimentan las especies silvestres y el ganado camélido, el mismo que constituye la principal actividad económica y fuente de ingresos de las comunidades locales. Su protección y recuperación es fundamental para garantizar la estabilidad y sustentabilidad ecológica y social del PNS.

Lineamientos estratégicos

► **Uso racional y Conservación de bofedales**

Investigaciones desarrolladas en bofedales (Casas, 2012) y pastizales (Patty *et al*, 2010) del PNS muestran que el sobrepastoreo constituye una amenaza para la conservación de los campos naturales de pastoreo (CANAPAS). La elevada carga animal reduce la posibilidad de floración y fructificación de muchas especies consumidas por el ganado, ya sea por el consumo directo de brotes o por disminución del área foliar, aspecto que reduce la capacidad de almacenar energía en las plantas para producir partes reproductivas. Recientes experiencias de cercado de sayañas para evitar el ingreso de ganado, mostraron resultados positivos para la floración y fructificación de especies propias de CANAPAS, por ello las comunidades del área protegida priorizan la replicación y amplia difusión de medidas de conservación de bofedales.

Se promoverá el uso racional y la conservación de los humedales altoandinos, como ecosistemas estratégicos dentro del ciclo hidrológico, que soportan las actividades económicas, sociales, ambientales y culturales, con la participación coordinada, articulada y responsable del gobierno, los sectores no gubernamentales, las comunidades locales y pueblos indígenas, el sector privado y el académico.

- **Programa de conservación y producción de semillas.** Este programa busca dar valor a las especies de plantas de bofedal que permiten su existencia, para lo cual se promoverán metodologías de acopio y conservación de semillas de estas plantas. Esto apoyará a la conservación y buen estado de los bofedales.

- **Programa de capacitación en Buenas Prácticas de manejo de bofedales.** La intención de este programa es de mejorar las capacidades que las comunidades tienen en el manejo de bofedales. Las buenas prácticas se refieren por ejemplo, a medidas organizativas en el uso y riego de bofedales, la implementación de técnicas de uso eficiente de riego, además de la implementación de medidas que protejan a los bofedales del acarreamiento de sedimentos.

➤ **Ampliación y recuperación de bofedales**

Las comunidades del PNS cuentan con experiencia en riego de bofedales. La comunidad de Caripe implementó sistemas de riego en su bofedal entre 1999 y el 2010 a través de proyectos con apoyo del Programa Nacional de Riego y Strategies for International Development (Avejera, 2011). Producto de las acciones emprendidas en el bofedal de Caripe, se revirtió en la última década el proceso de reducción de área que presentaba este humedal, observándose el 2009 un incremento de superficie del 10% respecto al área que presentaba el bofedal en el año 1986 (Lorini, 2012).

A partir de la iniciativa individual, otras comunidades también implementaron sistemas de riego para la ampliación de bofedales, encontrándose ejemplos exitosos de los cuales se puede aprender. Es en tal sentido, que las comunidades del área protegida consideran que a partir de la experiencia se pueden sugerir sistemas de riego que complementen las alternativas tecnológicas, promoviendo modelos de uso eficiente del riego que incorporen el componente organizativo.

El manejo del riego en bofedales es importante para asegurar su conservación, y en tal sentido es necesario prestar atención a las áreas de recarga hídrica, pues ningún sistema de riego podría mantenerse en el tiempo si no se asegura la provisión de agua que proviene de las áreas elevadas.

- **Programa de riego de bofedales.** Este programa busca por un lado incrementar la superficie de bofedales existente y por otro, recuperar zonas de bofedales degradados a través de la implementación de medidas técnicas y organizativas relacionadas con el riego de bofedales.
- **Programa de implementación de medidas de recuperación de bofedales degradados.** Mediante este programa se plantea la investigación, experimentación e implementación de medidas, ya sean infraestructurales u organizativas para la recuperación de bofedales degradados.

► Investigación y monitoreo de los bofedales

Los bofedales son ecosistemas prioritarios para la principal actividad productiva de la zona: la ganadería. En los últimos años se observó el incremento de plagas y salinización en áreas donde su impacto era reducido. Los comunarios también reconocen que aún se presentan vacíos de información que deberán obtenerse a través de la investigación, sobre todo relacionados con el potencial hídrico superficial y subterráneo.

- **Programa de investigación de bofedales.** El fin de este programa es el de promover la realización de investigaciones que ayuden a entender el rol que cumplen los bofedales en el PNS, la condición en la que se encuentran, conocer sus potencialidades y problemas; para experimentar buenas prácticas en su gestión.
- **Programa de monitoreo de bofedales.** Mediante este programa se pretende controlar y supervisar las situaciones, funciones, estados de salud, ocurrencia de eventos climáticos, que ocurran y tengan relación con el manejo y conservación de bofedales.

► Manejo y conservación forestal

El PNS fue creado con el objetivo de conservar los bosques de queñua y otras especies leñosas de la zona, reconociéndose desde esa época (1939) que las zonas forestales cumplían funciones de regulación del clima, conservación de terrenos y corrección de torrentes para regularizar el curso de los ríos (DS de 2 de agosto de 1939). Es en tal sentido, que a partir de la implementación de la unidad de gestión del área protegida, el cuerpo de protección priorizó actividades de protección y reforestación de las áreas forestales, habiendo identificado las técnicas más adecuadas para la replicación de las principales especies leñosas de la zona. Las comunidades del PNS identifican esto como un potencial para involucrar a otros actores locales en los procesos de manejo y conservación forestal, así como para incrementar la valoración de la función que cumplen estos ecosistemas en las cabeceras de cuencas.

- **Programa de protección de cabeceras de cuenca.** Este programa busca monitorear y vigilar la conservación y protección de las cabeceras de cuenca con el fin de proteger procesos ecológicos priorizados, garantizar la protección del recurso hídrico y la provisión de recursos naturales esenciales para los pobladores de las comunidades de las

cuencas hidrográficas que están presentes en el PNS, así como la conservación de la diversidad biológica.

- **Programa de forestación y reforestación con especies nativas.** El fin de este programa, es el de la recuperación de tierras forestales degradadas así como proteger los recursos naturales mediante actividades de forestación, reforestación y manejo de los bosques con fines de protección, conservación para propiciar usos, bienes y servicios.

8.3. Eje economía local sustentable

La reducción de la vulnerabilidad al cambio climático parte de la necesidad de promover economías locales estables y sustentables, ya que el componente económico resulta ser uno de los más afectados por los cambios climatológicos, más aún, cuando se trata de comunidades campesinas, cuya fuente de ingreso y seguridad alimentaria depende de la producción agropecuaria. En este sentido, parte de los principales esfuerzos del presente plan están orientados a promover la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, que contribuyan a la sostenibilidad social y económica de las poblaciones locales.

Lineamientos estratégicos

► **Adopción de buenas prácticas de manejo del ganado pecuario**

Considerado en el contexto de la cría de alpacas y de llamas, el manejo incluye la Implementación de prácticas relacionadas con la producción, la reproducción, el crecimiento, la alimentación y la sanidad de los animales.

La implementación de prácticas de manejo debería hacerse teniendo en cuenta aspectos de corto, mediano y largo plazo en lo referente al estado de los animales, disponibilidad de pasturas, condiciones climáticas y posibilidad o necesidad de comercialización.

Las decisiones de manejo deben estar influenciadas por el objetivo del sistema de producción. Para el productor, dicho objetivo está dirigido a conseguir una armonía con la naturaleza. En ese contexto, buenas prácticas de manejo serán aquellas que permitan o que ayuden al productor a conseguir su objetivo, siempre que a la vez eviten innecesario sufrimiento a los animales y contribuyan al bienestar general de éstos, en condiciones de sustentabilidad.

Las buenas prácticas de manejo camélido incluyen saberes locales, ancestrales, intercambio de experiencias, trabajos con otras comunidades, generación de conocimiento y revalorización de saberes.

- **Programa de Capacitación en Buenas Prácticas de la Producción Camélida.** Este programa buscará mejorar las prácticas efectuadas en la producción pecuaria. Incluirá toda la cadena de manejo de la producción: sanidad animal, manejo alimenticio, manejo de infraestructura, manejo reproductivo y genética.
- **Programa de Diversificación de la producción pecuaria.** Mediante este programa se podrá en primera instancia, investigar alternativas viables de diversificación de la producción pecuaria que darán lugar a proyectos determinados de acuerdo a los resultados de los estudios de mercado y viabilidad de la producción, por ejemplo embutidos.

➤ **Diversificación económica y productiva para afrontar los efectos del cambio climático**

La diversificación económica productiva tendrá dos principales ejes, la diversificación de la producción pecuaria y la diversificación de la producción en general.

En cuanto a la diversificación de la producción pecuaria se han identificado conjuntamente con las comunidades del PNS posibles líneas de trabajo, que tienen como común denominar incrementar el valor agregado de la producción:

- **Procesamiento industrial de la fibra:** La fibra de Camélidos requiere algunos procedimientos industriales especiales, luego de los cuales se tratará con elementos comunes a la lana.
- **Procesamiento de la carne (carne fresca y carne procesada):** La elaboración tradicional es de “charque” o carne deshidratada y la elaboración de embutidos.

Por otro lado la diversificación de la producción general, busca encontrar alternativas viables que puedan ser desarrolladas en el marco de la armonía con la naturaleza y medios sustentables de vida, entre las ideas que han sido propuestas por los habitantes del PNS se encuentran la cría de truchas. Se debe estudiar detenidamente las alternativas de sus mercados.

- **Programa de Diversificación de la Producción General.** Mediante este programa se busca minimizar el riesgo de los pobladores del PNS en cuanto a su dependencia a la principal actividad que es la pecuaria camélida. En este sentido, se tendrán que efectuar estudios de viabilidad de proyectos como criaderos de trucha en el marco de la armonía con la naturaleza.

► **Fomento a la actividad de Eco-Turismo en el Parque Nacional Sajama**

El Plan Nacional de Turismo (2012-2016) busca afianzar el Turismo de base Comunitaria como eje dinamizador de la economía boliviana, que busca mejorar la calidad de vida de la población y la satisfacción de la demanda turística actual, aprovechando las ventajas comparativas y elementos culturales y naturales del país, respetando el medio ambiente y saberes de nuestras naciones.

En Bolivia existen alrededor de 100 emprendimientos comunitarios distribuidos a lo largo del territorio, sin embargo, no todos los emprendimientos trabajan de forma constante, debido a que se constituye como una actividad complementaria a las labores agrícolas, pecuarias u otras.

Sin embargo, los emprendimientos que han mantenido cierta estabilidad a lo largo de los años son los que se encuentran dentro de las Áreas Protegidas. De acuerdo a datos de SERNAP, actualmente existen alrededor de 34 emprendimientos turísticos comunitarios en 11 Áreas Protegidas y Zonas de Amortiguación.

El PNS cuenta con dos emprendimientos comunitarios el albergue comunitario Tomarapi y las aguas termales de Manasaya.

Es importante entender que el fomento a la actividad turística se basa en la necesidad de entender a culturas diferentes vislumbrada a finales de los noventa como tendencia mundial, se refuerza con nuevas aspiraciones experimentar estilos de vida diferentes y auténticas, el sentirse parte de una sociedad distinta y rescatar los comportamientos sociales para su crecimiento personal (Plan Nacional de Turismo, 2011).

- **Programa de fortalecimiento a la Actividad Eco turística del PNS.** Este programa busca fortalecer los circuitos turísticos y los emprendimientos comunitarios existentes en el PNS mediante el diagnóstico y requerimiento de las comunidades del PNS

- **Programa de Alternativas de Actividades Eco turísticas del PNS.** Este programa busca nuevas alternativas turísticas en el PNS, tomando en cuenta la necesidad de entender a culturas diferentes.

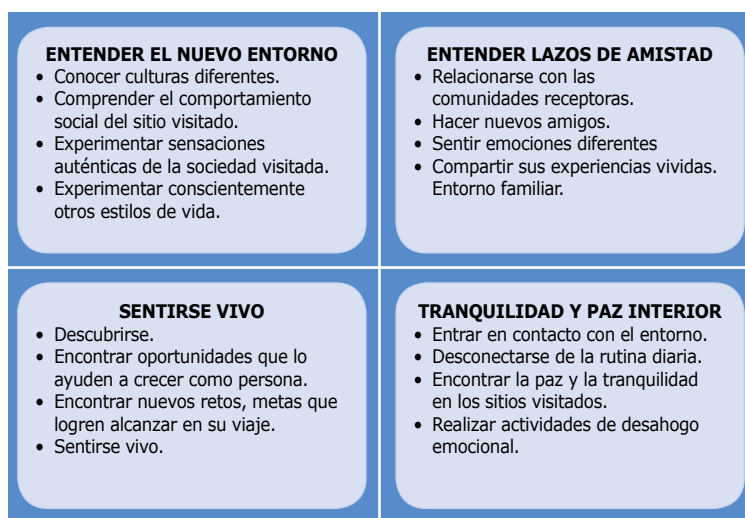


Gráfico 26. Nuevas tendencias de los turistas

Fuente: Viceministerio de Turismo – Observatorios Turísticos 2011

► **Desarrollo de producción agrícola de subsistencia para afrontar los efectos del cambio climático**

Es importante rescatar la tecnología indígena y tradicional como fuente imprescindible de información sobre la capacidad adaptativa que exhiben algunos agricultores para enfrentar el cambio climático. Se ha podido evidenciar que las comunidades del PNS deben generar recursos para poder comprar sus alimentos debido a las condiciones climáticas, sin embargo también se ha podido apreciar en algunas familias la agricultura de sobrevivencia. El objeto es que las comunidades puedan practicar tipos de agricultura que proporcionan a los agroecosistemas una capacidad de resiliencia notable ante los continuos cambios económicos y ambientales, además de contribuir sustancialmente con la seguridad alimentaria familiar.

- **Programa de Agricultura de Sobrevivencia.** Este programa busca capacitar y proveer a las comunidades de herramientas de adaptación al cambio climático y contribuir a la seguridad alimentaria familiar.

► **Monitoreo y control**

Se pretende tener mediciones de la línea base del Plan en cuanto al Eje Economía Sustentable, para lo cual se tienen que establecer indicadores de producción y de desempeño de la producción, los cuales serán medidos a lo largo del tiempo para poder evaluar el grado de avance en aspectos relevantes.

- **Programa de Información.** Mediante este programa se establecen una serie de indicadores e información necesaria para el seguimiento, monitoreo y evaluación de los programas inherentes al Eje Economía Sustentable.

8.4. Eje transversal: gestión del conocimiento y desarrollo de capacidades

es de suma importancia el desarrollo de un conjunto de capacidades que cuentan las comunidades del PNS en sus medios de vida: saberes locales, recursos naturales, diversidad, tecnologías y organización, para prevenir y además tener capacidad de respuesta frente a efectos del cambio climático en situaciones futuras (ITDG, 2008).

A este pilar estratégico se lo considera transversal en relación a los pilares vistos anteriormente, esta viga implica un proceso que comienza con la voluntad de los interesados (recursos humanos) para organizar, analizar, recuperar conocimientos y practicas (investigación), articulándolos a partes de sus organizaciones y redes de intercambio de información.

- **Programa de fortalecimiento de capacidades locales.** Programa orientado a acciones relacionadas a la formación y empoderamiento de las comunidades, orientadas a encontrar estrategias adecuadas para reducir la vulnerabilidad frente a los fenómenos consecuentes del cambio climático global.
- **Programa de sensibilización y educación ambiental.** Tiene el fin de implementar programas de educación y concienciación difusión de conocimientos de los impactos y consecuencias del cambio climático a nivel municipal y de comunidades, para concienciar y movilizar a la población en acciones informadas y concretas.

9. Roles de actores

El manejo y gestión del PNS está conformado por distintos tipos de actores que se dividen en Actores Principales y Actores Secundarios, ambos cumplen distintos roles que fortalecen la toma de decisiones político estratégicas en el PNS.

A continuación se especifican los Roles que tienen los distintos tipos de actores involucrados en la gestión del PNS.

Actores Estatales

De acuerdo a las nuevas directrices de política pública, se busca fortalecer la presencia del Estado en todo el territorio boliviano. En este contexto, los actores públicos desarrollan y ejecutan políticas públicas, normas, planes, programas y proyectos, para la conservación, adaptación y aprovechamiento sustentable de los recursos ambientales, con enfoque integral de cuencas, preservando el medio ambiente, que permita garantizar el uso prioritario del agua para la vida, respetando usos y costumbres. Otros roles son:

- Formular e implementar políticas sobre los recursos hídricos aplicando un enfoque de adaptación al cambio climático.
- Promover la gestión integrada de recursos hídricos con enfoque de riesgos y tomando en cuenta variables de cambio climático a través de planes, programas y proyectos.
- Asegurar igualdad en acceso y derecho al agua para hombres y mujeres y entre comunidades.
- Retomar prioridades de investigación identificadas en base a las necesidades locales de poblaciones rurales y urbanas.
- Promover la investigación científica y el conocimiento de los pueblos y naciones indígenas, articulándolos como herramientas para la adaptación al cambio climático, y a su vez facilitar el acceso público a esta información.
- Integrar la información climática generada en el país e incentivar su actualización constante.
- Designar recursos económicos para la adaptación.

Las instituciones estatales principales son:

- ◆ Ministerio de Medio Ambiente y Agua - Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos, Gestión y Desarrollo Forestal
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego - Dirección General para la Biodiversidad - Programa Nacional de Cambios Climáticos.
- ◆ Servicio Nacional de Áreas Protegidas - Unidad de Gestión del PNS Dirección del Área Protegida, cuyos roles son:
 - Planificar y administrar el manejo integral del Área Protegida incluyendo las intervenciones referidas a proyectos de adaptación.
 - Garantizar la conservación de la biodiversidad y de los valores de interés científico.
 - Normar y regular las actividades en el Área Protegida de acuerdo a su categoría, zonificación y reglamentación.

Asimismo, la intervención estatal también cuenta con actores que apoyan el desarrollo de programas y proyectos, siendo las instancias estatales las que coordinan actividades con el PNS como ser:

- ◆ Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
- ◆ Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria
- ◆ Programa de Apoyo a la Seguridad Alimentaria
- ◆ Viceministerio de Turismo
- ◆ Viceministerio de Inversión Pública
- ◆ Gobierno Autónomo del Departamento de Oruro
- ◆ Servicio Departamental Agropecuario
- ◆ Gobierno Municipal de Curahuara de Carangas
- ◆ Sub Alcaldía del Municipio de Curahuara de Carangas
- ◆ Gobierno Municipal de Turco
- ◆ Fondo Productivo y Social

Dirección del Parque Nacional Sajama.

- Hacer seguimiento al cumplimiento de normativa respecto a las medidas de adaptación en implementación o a implementarse en el Parque.
- Coordinar con los actores locales y municipales para el cumplimiento efectivo de las estrategias definidas para la adaptación.
- Facilitar el acceso a información pertinente para el correcto desarrollo de nuevos proyectos e iniciativas en el área.

Comité de Gestión. Instancia de coordinación y fiscalización de la gestión del PNS. Convoca y dirige los espacios de reunión interinstitucional que tienen que ver con las actividades del AP. Es un ente de participación común entre el Área Protegida y las comunidades, está involucrado en la toma de decisiones en el desarrollo del Parque y los proyectos. Sus roles en adaptación son:

- Reconocer, sensibilizar y diferenciar los problemas; participación conjunta y colaborativa para enfrentar los impactos del cambio climático identificados en el presente y a futuro.
- Ejercer control social en la implementación de políticas y estrategias de adaptación.
- Integrar a las cinco comunidades del Parque en la toma de decisiones.
- Coordinar, conducir y supervisar la implementación de estrategias locales de adaptación.
- Definir consensualmente prioridades para el mejor desarrollo de nuevos proyectos.

Organizaciones Sociales - Indígena Originario Campesinas. En el PNS la organización comunitaria y las organizaciones sociales tienen mucha importancia en las decisiones y en la coordinación de actividades, sin embargo se requiere articular y fortalecer más aun los esfuerzos de reconstitución de los ayllus, markas y suyus del Qullasuyu, fortaleciendo la capacidad representativa social, entre las organizaciones sociales más representativas están:

- ◆ Consejo Nacional de Ayllus y Markas del Qullasuyu
- ◆ Alianza Estratégica Trinacional Aymaras Sin Fronteras
- ◆ Mancomunidad Aymaras sin Fronteras
- ◆ Asociación Integral de Ganadería en Camélidos de los Andes Altos
- ◆ Asociación Nacional de Productores de Camélidos Andinos
- ◆ Asociación Regional de Comunidades Manejadoras de la Vicuña – Sajama
- ◆ Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos
- ◆ Asociación de Productores en Camélidos Integral
- ◆ Unidad Ejecutora de Proyecto de Camélidos
- ◆ Asociación de Centros de Mejoramiento en Camélidos Turco
- ◆ Agroproductos Andinos “Llamita”
- ◆ Asociación de Artesanos de Curtido de Pieles
- ◆ Asociación Integral de Artesanías Janq’o Karwani JANQ’O KARAWANI
- ◆ Centro Integral de Mujeres Artesanas T’ikhapani
- ◆ Asociación de Productores de Fibra y Artesanías Sajama
- ◆ Asociación de Etnoecoturismo de Occidente Quri Sajama
- ◆ Asociación de Guías de Montaña

Los roles en adaptación son los siguientes:

- Impulsar los procesos de reconstrucción de los ayllus y markas.
- Fortalecer su capacidad representativa, frente a las instancias del Estado y el resto de la sociedad civil y la articulación a las organizaciones sociales representativas del país.
- Formulación de propuestas orientadas al reconocimiento constitucional de los derechos colectivos de los pueblos indígenas originarios

- Reafirmar sus estructuras político – organizativas, su sistema económico - productivo y su sistema jurídico.

Comunidades

- Participar activamente en la gestión de obras piloto y proyectos en sus diferentes etapas (pre inversión, inversión y post ejecución)
- Registro sistemático de la información climática local.
- Reconocimiento y sensibilización ante los problemas identificados y participación conjunta para enfrentarlos.
- Experimentación e innovación autónoma (iniciativas en la réplica de obras piloto).

Gobierno Municipal

- Implementar programas o proyectos con enfoque de adaptación al cambio climático priorizando los sectores más vulnerables.
- Designar recursos para la implementación de medidas de adaptación (ej.: Planificación Operativa Anual y/o Planes de Desarrollo Municipales).
- Priorizar y asegurar la implementación de estrategias locales de adaptación al cambio climático global.
- Promover iniciativas que permitan desarrollar la capacidad adaptativa tanto de hombres como mujeres.

Instituciones Científicas. Las instancias académicas aportan con investigaciones para poder generar instrumentos de apoyo, mapas temáticos y recomendaciones que coadyuven al mejoramiento de la planificación de manejo de recursos naturales en el PNS, entre las instancias que actualmente se encuentran efectuando estudios en la zona están las siguientes:

- ◆ Universidad Mayor de San Andrés-La Paz
- ◆ Instituto de Investigación para el Desarrollo

- ◆ Universidad Técnica de Oruro: Facultad de Agronomía
- ◆ Herbario Nacional de Bolivia
- ◆ Universidad Mayor de San Francisco Xavier de Chuquisaca

Sus roles en adaptación son los siguientes:

- Buscar la integración de los conocimientos locales y saberes ancestrales con el conocimiento científico, así como facilitar la difusión de los resultados relevantes con los usuarios locales más afectados (que exista un flujo de doble vía en la difusión de conocimientos).
- Retomar prioridades de investigación identificadas en base a las necesidades locales.
- Fomentar la inserción de jóvenes de las comunidades en niveles de educación superior y formación de capacidades técnicas.
- Compartir con las comunidades sus necesidades, problemas e interrogantes para responderlas en conjunto a través de investigación-acción participativa.

Cooperaciones Internacionales y Proyectos de Desarrollo

- Apoyo al fortalecimiento de capacidades de gobiernos locales, regionales y comunidades (técnicas, gestión de conflictos, gestión de riesgos, investigación, equidad de género).
- Sensibilizar a autoridades a través del intercambio de experiencias exitosas.
- Facilitar la integración entre información climática y diseño de políticas públicas.
- Acompañamiento y cofinanciamiento de proyectos de adaptación, que puedan dar lineamientos a gobiernos regionales y/o locales para la implementación de estrategias de adaptación.

Sector Privado. En el área existen pocas instancias privadas de coadyuven al desarrollo de la región, principalmente se encuentran los siguientes:

- ◆ Fondo Financiero Privado: PRODEM, ECOFUTURO S.A. se encuentran en el municipio de Curahuara de Carangas, su principal objetivo es el fortalecimiento a la Asociación de Productores en Camélidos Integral
- ◆ Operadoras de Turismo
- ◆ Hostales

Roles en adaptación:

- Fortalecimiento de asociaciones existentes y buscar nuevas asociaciones en respuesta a los riesgos y en apoyo a procesos de adaptación.
- Aportar experiencia, soluciones y recursos técnicos para la adaptación (desarrollo y transferencia de tecnología).
- Reconocimiento e impulso de capacidades locales para proporcionar servicios y acompañar la implementación de medidas de adaptación.

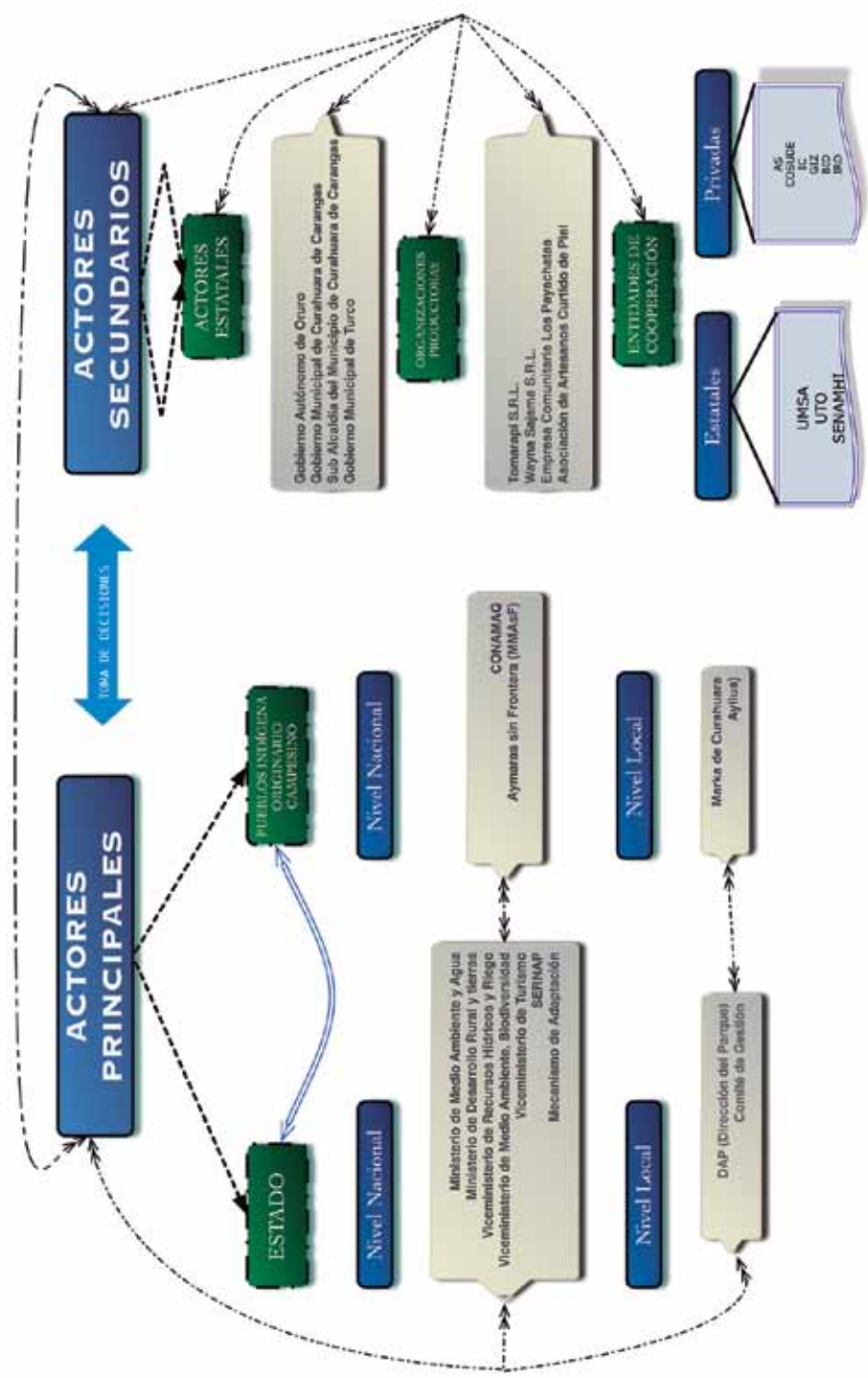


Gráfico 27. Actores involucrados en la gestión del Parque Nacional Sajama

Fuente: Ramos Roncal, 2013

10. Experiencias piloto de adaptación

En el marco de la adaptación al cambio climático, se promueven estrategias tanto de infraestructura, como institucionales. De hecho, la combinación juiciosa de estrategias es lo que ofrece a las comunidades mejores oportunidades de hacer frente exitosamente al cambio y a la variabilidad climáticas (GWP, 2010).

Las opciones de infraestructura, incluyen desde represas a gran escala, hasta estructuras domiciliarias para la recolección del agua. Entre otras importantes obras hidráulicas, se puede mencionar canales, los túneles y las cañerías, que no solamente satisfacen la demanda de la población en forma directa, sino que crean, aunque no resulte tan evidente, sistemas vinculados entre sí, los que gracias a la multiplicidad de sus fuentes, resultan menos variables, más flexibles y, por ende, ofrecen un suministro más seguro. Del mismo modo, los sistemas sólidos de drenajes pluviales y de tratamiento de aguas contribuyen a la continuidad de las actividades de la comunidad y la protección de la salud pública durante fenómenos meteorológicos extremos, a la vez que la reutilización de agua reduce la demanda (Indij, D. y Schreider, M. 2011).

Por otro lado, los mecanismos institucionales son igualmente importantes, una implementación apropiada de gestión integrada de recursos hídricos puede generar un ambiente propicio en el que los actores de la cuenca puedan trabajar en forma conjunta medidas de adaptación específicas en su área. La resiliencia social e institucional al cambio climático requiere de mecanismos que aseguren la equidad y la eficiencia en el uso del agua y que aumenten la capacidad institucional y humana para enfrentar situaciones adversas. La generación y difusión de información con el objetivo de fortalecer el conocimiento ayuda a reducir la vulnerabilidad (DRP, 2012).

Asimismo se sabe que las intervenciones de este tipo, merecen un tratamiento diferente debido a que si bien el cambio de estos sistemas hacia otros con mayor capacidad, sería caro; la respuesta ante los desastres lo sería más y la sostenibilidad sería menor como consecuencia de la mala-adaptación (PNCC, 2007).

Bergkamp et al (2003) mencionan que para adaptar la gestión hídrica al cambio climático se requiere ir más allá de una solución técnica rápida, mediante la movilización de un amplio proceso social con una participación más amplia de

las partes interesadas y transparencia para desarrollar apoyo político en favor de compartir la carga y los beneficios de los impactos del cambio climático. Además de invertir en fortalecer la capacidad de personas para gestionar sus recursos hídricos de forma más eficiente y equitativa. Un paso crítico preliminar en la adaptación al cambio climático es poner a disposición recursos para fortalecer las capacidades tanto institucionales como individuales.

Las intervenciones realizadas por Agua Sustentable, fueron tanto de infraestructura como institucionales. Se construyeron medidas piloto de adaptación, las que sirvieron para ejemplificar y ampliar posibles propuestas para la construcción del Plan de Adaptación del PNS.

El gráfico 28 esquematiza el proceso a seguir para la implementación de las obras piloto, visualizando el alto grado de involucramiento de las comunidades en dicho proceso, a través de una relación directa con el componente técnico del proyecto. De esta forma, se satisfacen las iniciativas de los comunarios reduciendo su vulnerabilidad y fortaleciendo sus capacidades técnicas y organizativas.

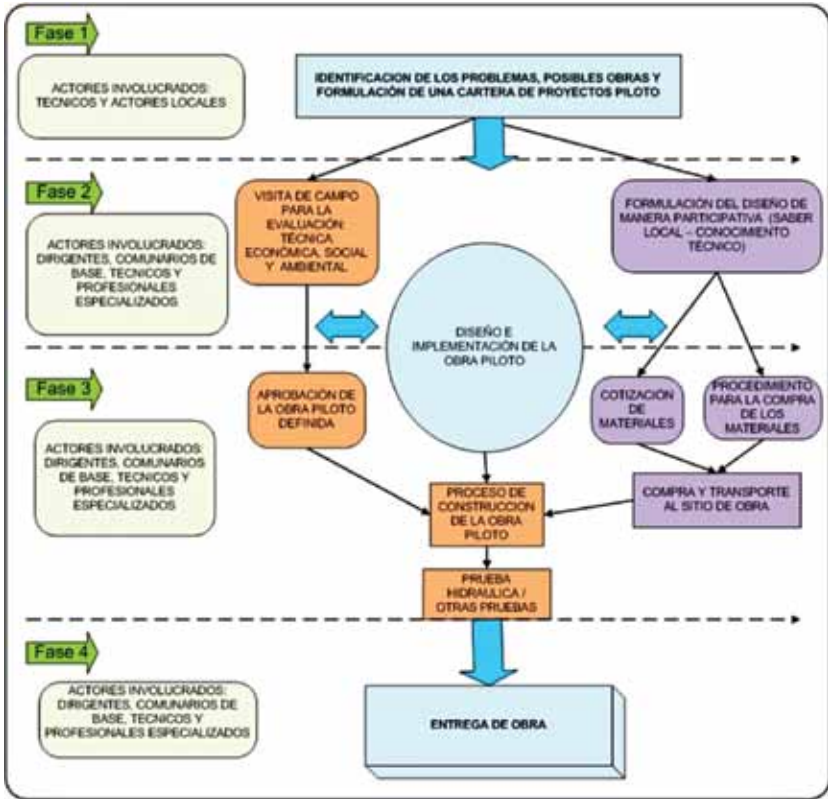


Gráfico 28. Esquema de la implementación de obras piloto

Fuente: Torrez, 2011

Bajo el modelo explicado en el gráfico 28, se implementaron obras piloto en las comunidades de Sajama, Caripe, Lagunas, Papelpampa, Manasaya y Cosapa. Dichas obras fueron implementadas bajo el esquema planteado, que integra y permite comprender de una mejor manera el trabajo que se realiza para el cumplimiento de las metas y se muestran en el gráfico 29.

La participación de los principales actores y beneficiarios que integra tanto a las autoridades locales así como comunarios y comunarias fue muy importante, debido a que sus conocimientos locales, su aporte de mano de obra local, empoderamiento e involucramiento en las obras piloto, permitirá a la larga realizar la gestión de las obras para así continuar con el mantenimiento de las mismas luego de la entrega de las infraestructuras.

En este contexto, se ha planteado innovar y buscar alternativas de obras piloto que sean de bajo costo pero con alto impacto, cuidando el medio ambiente y acorde a las características de esta zona que se encuentra ubicada por encima de los 4.000 msnm, con una fuerte capacidad productiva en lo pecuario con ganado camélido, así como intentar cubrir la principal demanda.

11. Perspectivas de viabilidad del plan de adaptación

En el Plan se han ido desarrollando los elementos que son fundamentales para poder asegurar de la forma más razonable la viabilidad en el largo plazo del mismo Plan, en otros términos la mayor sostenibilidad. Estos elementos son:

- Contar con una base técnica y científica del diagnóstico, la prognosis y la construcción de escenarios climáticos a futuro.
- Tener una estrategia institucional que supuso un proceso progresivo de involucramiento participativo y comprometido de las comunidades, sus organizaciones, el Comité de Gestión del Parque, el SERNAP, el Municipio de Curahuara de Carangas y la Gobernación de Oruro, hasta llegar a la conformación de un equipo técnico local.
- Elaborar de forma participativa el Plan, que recogiera las percepciones, las demandas y propuestas de las comunidades y que se reflejen en los pilares del Plan y en la transversal del Desarrollo de Capacidades, que constituye el factor medular para asegurar dicha viabilidad.
- Avanzar en estrategias de infraestructura piloto, como se menciona en el anterior capítulo, referidas a obras de adaptación, que en conjunto pueden considerarse trabajos que fundamentan y orientan mejor la inversión pública por parte del Gobierno Nacional, Departamental y Municipal.
- Considerar desde su inicio, el componente de preparación de proyectos de inversión pública enmarcados en las orientaciones de política pública expresados en los planes de desarrollo a nivel nacional como el Plan Nacional de Cuencas del Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

La visión integral de las cuencas como un factor orientador y rector de los comportamientos estructurales del agua, la adecuación de la gestión de los recursos hídricos a las diversidades y necesidades físicas bióticas, demográficas, económicas, sociales y culturales de las diversas regiones del país, ha sido asumida plenamente en la orientación del paquete de proyectos que se entregaron a dicho Ministerio como primer paso de implementación del Plan.

El proceso de elaboración del proyecto de Manejo Integrado de Cuencas - Gestión Integral de Recursos Hídricos de la cuenca del Sajama, se basa en el diagnóstico y la definición de los componentes en base a los antecedentes de estudios realizados en la zona con la participación de las autoridades originarias y familias de las comunidades de la cuenca, toma como elementos centrales la información institucional y la información del proceso participativo hasta la consolidación y priorización de los componentes y fortalecido en un estudio a nivel Técnico Económico Social y Ambiental (TESA) que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 10. Componentes TESA, Manejo Integral Cuenca Sajama

Nombre del Proyecto	ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO SOCIAL Y AMBIENTAL (TESA), MANEJO INTEGRAL CUENCA SAJAMA		
Componentes	Alcance	Costo Bs.	Comunidades
Componente 1: Manejo y formación de áreas forestales	Se pretende recuperar áreas que fueron bosques de Polyepis tarapacana como un aporte a las condiciones ecológicas de la zona; para el logro de los resultados del proyecto se prevé la construcción de un vivero que fortalezca las actuales instalaciones de la administración del Parque Nacional Sajama. Se pretende que en dos años se logre reforestar un total de 120 Ha. y como elemento adicional, contar con un programa de formación y capacitación que integra a los diferentes actores sociales de las comunidades incluyendo la participación de unidades educativas y el puesto militar de la comunidad de Lagunas.	993.174,76	Lagunas Sajama Papelpampa Manasaya Caripe
Componente 2: Aprovechamiento eficiente del agua para consumo humano y animal	Este componente tiene como objeto mayor el de mejorar las condiciones de vida y salud de las comunidades beneficiarias, reduciendo fundamentalmente la ocurrencia de enfermedades de transmisión hídrica, mediante la implementación de obras de captación adecuadas, líneas de aducción por tuberías y red de distribución en el caso del abastecimiento de Agua Potable para la comunidad de Lagunas. En el caso de comunidades con asentamientos dispersos se ha previsto la implementación de Bombas Manuales de extracción de agua subterránea (Yakus) para el consumo humano, en este caso las comunidades beneficiarias son Papelpampa y Sajama.	823.524,83	Papelpampa Sajama Lagunas
Componente 3: Manejo y gestión de Canapas	Subcomponentes: 1°. Recuperación y habilitación de CANAPAS, En bofedales, se nivelaran tierras con riego y se hará el trasplante de especies de alto rendimiento de la misma zona. En Pastizales, se roturarán o se subsolarán tierras a secano con la posible incorporación de semillas nativas. 2°. La transformación de "jipiñas" (dormideros de camélidos) en zonas de pastoreo, mediante su cercado y la incorporación de abonos presentes en el terreno, se crearan áreas de pastoreo altamente eficientes por su nivel de fertilidad. 3°. La creación de un sistema de recolección de semillas nativas, por una parte mediante concursos de recolección de semillas y por otra mediante el establecimiento de semilleros / clausuras en bofedales y pastizales.	951.245,00	Lagunas Sajama Papelpampa Manasaya Caripe
Componente 4: Aprovechamiento eficiente del agua para riego de bofedales y pastizales	Mejorar las condiciones productivas de las familias de la cuenca del río Sajama, mediante la implementación de sistemas de riego mejorados optimizando y recuperando bofedales para un mejor manejo de pastoreo, favoreciendo el desarrollo de las especies nativas como parte de la alimentación para el ganado camélido.	1.988.707,73	Sajama Manasaya Lagunas
Componente 5: Fortalecimiento de la Gestión Social del Agua	Dentro el manejo integral de los recursos naturales de la cuenca, se tiene a la organización como pilar fundamental. En este componente se pretende realizar la conformación del Organismo de Gestión de la cuenca Sajama como ente principal de gestión y planificación de los espacios productivos; además de su fortalecimiento mediante la construcción de una sala de reuniones equipada y la capacitación del directorio.	497.100,40	Lagunas Sajama Papelpampa Manasaya Caripe
TOTAL Bs.		5.253.752,72	

12. Bibliografía

AGUILAR, M. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador. GEF/PNUD. 2007.

AGUA SUSTENTABLE, Estrategia de Adaptación a los Efectos del Cambio Climático y Global en comunidades de la Microcuenca del río Sajhuaya. La Paz, Bolivia. 2012.

AVEJERA, M. Mapeo de actores del PNS. Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 2011.

BERGKAMP, G., Orlando, B. and Burton, I. Change. Adaptation of Water Management to Climate Change. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 2003.

CASAS, V. Estudio de los potenciales impactos de la variabilidad climática en la oferta de agua y estudio de la demanda de agua de microcuencas situadas en la región del Parque Nacional Sajama. Agua Sustentable, La Paz, Bolivia, 2012.

CHÁVEZ, A. Evaluación de Medio Término Proyecto “Fortaleciendo la capacidad de resiliencia frente a los riesgos y tendencias climáticas en comunidades indígenas dependiendo de glaciares tropicales en Bolivia, Agua Sustentable – Christian Aid Bolivia. 2012.

CASTEL, Buitron y Fernández. Estudio espacial multitemporal de variaciones en superficie observadas a través de imágenes satelitales LANDSAT en una región del Parque Nacional Sajama. Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 2012.

COMISIÓN EUROPEA, Dirección General de Medio Ambiente, El Cambio ¿Climático que es?, 2006.

COMUNIDAD ANDINA. El Cambio Climático no tiene fronteras: Impacto del cambio climático en la Comunidad Andina. Lima, Perú. 2008.

DRP. Resumen Ejecutivo, Diálogo Regional de Política de Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Américas, Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Américas; Soluciones del Diálogo Regional de Política. 2012.

FOX B.J. Y FOX, M.D. Resilience of animal and plant communities to human disturbance. En *Resilience in Mediterranean-type Ecosystems*. Dordrecht, Netherlands. 1986.

GARCIA, M. Análisis Agroclimático y del sistema productivo del Parque Nacional Sajama en base a información climática y de análisis de imágenes satelitales. Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 2012.

GARCIA, M. Informe Final del Componente de Downscaling del proyecto “Adaptación al cambio climático en comunidades andinas bolivianas que dependen de glaciares tropicales”. Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 2012.

Global Water Partnership, GWP. Informe de la TAC n.º 14, La Gestión del Agua, la Seguridad Hídrica y la Adaptación al Cambio Climático: Efectos Anticipados y Respuestas Esenciales. GWP, Estocolmo, Suecia. 2010.

INDIJ, D. y Schreider, M. SERIE MANUALES / MANUAL N°1. Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) y su Aprovechamiento para la Agricultura frente al Cambio Climático en la Región Andina. GIZ. 2011.

Instituto Nacional de Estadística, Oruro Resultados Departamentales, Censo Nacional de Población y Vivienda 2001, 2002.

IPCC. Informe de síntesis. Working Group I: The Scientific Basis. Cambio Climático, 2007.

ITDG. Adaptación al cambio climático: de los fríos y los calores en los Andes, Lima-Perú. 2008.

JOSSE, C, G. Navarro, F. Encarnación, A. Tovar, P. Comer, W. Ferreira, F. Rodríguez, J. Saito, J. Sanjurjo, J. Dyson, E. Rubín de Celis, R. Zárate, J. Chang, M. Ahuite, C. Vargas, F. Paredes, W. Castro, J. Maco y F. Reátegui. Sistemas Ecológicos, de la cuenca Amazónica de Perú y Bolivia Clasificación y mapeo. Nature Serve. Arlington, Virginia, EEUU, 2007.

Ley N° 1333 de Medio Ambiente, La Paz, Bolivia. 1992.

Ley 300, Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, Octubre 2012.

LIDEMA. Cartilla Informativa, Medios de vida y cambio climático, 2011.

LORINI, H. Cambio climático y relaciones hídricas en bofedales y pajonales de un valle glacial del Parque Nacional Sajama. Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 2012.

Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y de Medio Ambiente (MDRAYMA), La Paz, Bolivia 2012.

Ministerio de Planificación del Desarrollo, Plan Nacional de Desarrollo, La Paz, Bolivia, 2006.

Ministerio de Planificación del Desarrollo, Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático. La Paz, Bolivia. 2007.

Ministerio del Agua, Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos, Plan Nacional de Cuencas, La Paz, Bolivia. 2006.

Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, 2008.

ONU-FAO Mitigación del cambio climático y adaptación en la agricultura, la silvicultura y la pesca, s/a.

PDM: Gobierno Municipal de Curahura de Carangas, Plan de Desarrollo Municipal Originario, 2007- 2011.

PDM Turco: Honorable Alcaldía Municipal de Turco, Empresa Consultora Multidisciplinaria Base Srl., Plan de Desarrollo Municipal, 2008-2012.

PATTY L, S Halloy, E Hiltbrunnera & Ch Körner. Biomass allocation in herbaceous plants under grazing impact in the high semi-arid Andes. Flora 205: 695-703. 2010.

PNUD. Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático. Primera Ed. 2004.

POZO, O. Informe Final del Componente Pecuario del proyecto "Adaptación al cambio climático en comunidades andinas bolivianas que dependen de glaciares tropicales". Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 2012.

Reglamento General de Áreas Protegidas Decreto Supremo 24781, 1997.

SANDOVAL, P. Evaluación de la composición florística en un valle glacial del Parque Nacional Sajama con énfasis en los bofedales. Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 2012.

SERNAP-MAPZA, Plan De Manejo PNS, 2001.

SORIA, F. Estudio hidrológico de los potenciales impactos del cambio climático en la oferta de agua en micro cuencas seleccionadas situadas en el Parque Nacional Sajama. Agua Sustentable. La Paz, Bolivia. 2011.

UDAPE. Unidad de Análisis de Políticas Económicas, Información Socio-Económica del Municipio de Curahura de Carangas, Departamento de Oruro, 2009.

UICN-ORMA, Adaptación de la gestión de los recursos hídricos al cambio climático, San José, Costa Rica, 2003.

VARGAS, P. Adaptación al Cambio Climático en Comunidades Andinas Bolivianas que Dependen de Glaciales Tropicales". Análisis Socioeconómico. Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 2012.

VARGAS, P. "Adaptación al Cambio Climático en Comunidades Andinas Bolivianas que Dependen de Glaciales Tropicales". Escenarios de impacto Socioeconómico del Cambio Climático en el PNS. Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 2013.

Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos, Adaptación al cambio climático en valles y tierras bajas de Bolivia, La Paz, Bolivia, 2009.

VILLARROEL, E. y PÉREZ, J. Informe final sobre derechos de acceso al agua y bofedales. Componente "Mapeo de Derechos" del proyecto "Adaptación al cambio climático en comunidades andinas bolivianas que dependen de glaciares tropicales". Agua Sustentable, La Paz, Bolivia. 2012.

ZBIGNIEW, W, Robson A. Change detection in hydrological records a review of the methodology. Hydrological Sciences, 2004.

Páginas WEB.

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0142s/i0142s00.pdf>

<http://www.boliviabella.com/support-files/parques-nacionales-de-bolivia-parque-nacional-sajama.pdf>

http://www.aguaycambioclimatico.org/fotos/evento_elemento/0Resumen_Ejecutivo_ACC.pdf

ACTORES DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE ADAPTACIÓN EN EL PARQUE NACIONAL SAJAMA

COMITÉ DE GESTIÓN 2013	COMITÉ DE GESTIÓN 2012	COMITÉ DE GESTIÓN 2011
Ramón Villca	Felipe Huarachi	Eliseo Álvarez
Edolfa Álvarez	Berta Pérez	Ana María Calle
Severo Cañari	Basilio Laura	Felipe Huarachi
Alan Calle P.	Micaela Villca	Berta Pérez
Fausta Pacaje	Daniel Villca	Vicente Álvarez
Justino Orugas J.	Felicidad Aguilar	Julia Laura
Fidelia Jiménez P.	Florencio Alvarez	Valeriano Apatá
Justina Huarachi N.	Emiliana Laura	Angélica Mollo
Rubén Lamas C.	Santos Nina	Adrian Cañari
(Director PNS jul 2010- jun 2013)	Rosenda Jiménez	Alicia Pacaje
Edwin Bustillos B.	Rubén Lamas C.	Rubén Lamas C.
(Director PNS jul 2013-presente)		
DELEGADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PACC PNS		
Teodoro Alcons	Franz Calle	Nelly Cañari
Javier Cañari	Antonio Huarachi	Iliberta Huarachi
Pedro Jiménez P.	Vicente Jiménez	Nelson Laura
Gumersinda Mamani	Placido Mamani	Eduardo Mamani
Leoncio Mollo	Rosauro Moreno	Ismael Pacaje
Angela Orugas	Leonardo Calle	Francisco Crispín
Rosenda Gutiérrez	Nicanor Jiménez	Rodrigo Laura
Martha Villca	Felicidad Aguilar	Florencio Alvarez
Prudencio Huarachi	Emiliana Laura	Basilio Laura
Santos Nina	Isidora Pacaje	Micaela Villca
Daniel Villca		

EQUIPO AGUA SUSTENTABLE (2011-2013)

Carlos Carafa – Director de proyecto
Paula Pacheco – Coordinadora Técnica
Victor Mamani Q. – Relacionador con comunidades y Chofer
Alan Tellería – Técnico de Campo
Rosmary Huarayo C. – Técnico de Campo
Ana Lía Gonzáles C. – Técnico en Adaptación al CC
Ana Paola Castel D. – Técnico SIG
Adriana Soto – Técnico Género y CC
Matilde Avejera – Técnico Planificación
Pablo Ramos R. – Técnico SIG
Mauricio Arriaza M. – Técnico Sistemas
Elena Villarroel – Experta Mapeo de Derechos
Edwin Torrez – Técnico Obras Piloto
Enrique Alurralde – Técnico Obras Piloto

EQUIPO DIAKONIA

Jorge Velázquez
Ariel Chávez

TESISTAS

Viviana Casas – Sistemas Pecuarios
Vilma Alanoca – Agroclimatología
Rosmar Villegas – Hidrogeología
Katherine Rojas – Climatología

CONSULTORES

Freddy Soria – Hidrología
Magalí García – Agroclimatología
Paola Vargas – Socioeconomía
Omar Pozo – Sistemas Pecuarios
Horacio Lorini – Bofedales y Biodiversidad
Mathieu Beaulieu – Hidrometeorólogo
Danitza Salazar – Recursos Hídricos
Carola Buitrón – Análisis Multitemporal SIG
José Fernández – Análisis Multitemporal SIG
Arelly Palabral – Técnico Bofedales
Ana P. Sandoval – Caracterización Florística Bofedales
Alfredo Veizaga – Obras Piloto

Es una publicación de Agua Sustentable con apoyo financiero de NDF (Nordic Development Fund), Diakonia y Christian Aid; además cuenta con la contribución de la Cooperación Suiza para el desarrollo en la edición impresa.

© **Agua Sustentable, 2013**

Primera edición: octubre de 2013

Equipo de redacción:

Carlos Carafa

Paula Pacheco

Ana Lía Gonzáles

Pablo Ramos R.

Revisión y edición:

Ana Lía Gonzáles

Carlos Carafa

Paula Pacheco

Adriana Soto

Diseño y diagramación:

Pablo Ramos R.

Ilustración de Portada:

Norka Paz Rodo

Fotografías:

Pablo Ramos R.

Calle Nataniel Aguirre N° 82 (Irpavi)

Tel./Fax: +591 (2) 2151744

www.aguasustentable.org

Impreso en Bolivia

Se autoriza la reproducción total o parcial citando la fuente



EJECUTADO POR:



diakonia

MÄNSKOR SOM FÖRÄNDRAR VÄRLDEN

CON EL APOYO DE:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza en Bolivia

