



**> Gestión de cuencas  
para enfrentar el cambio  
climático y el Fenómeno El Niño**

Propuesta de adaptación tecnológica  
frente al cambio climático y el FEN en Piura

**cambio climático y pobreza** 



# **Gestión de cuencas para enfrentar el cambio climático y el Fenómeno El Niño**

Propuesta de adaptación tecnológica frente  
al cambio climático y el FEN en Piura



# Índice

<b>1. PRESENTACIÓN</b>	7
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	9
2.1. Planteamiento del problema	10
2.1.1. Características de la subcuenca Yapatera	10
2.1.2. Variabilidad y cambio climático en la subcuenca Yapatera	10
2.1.3. El cambio climático y el Fenómeno El Niño en la subcuenca Yapatera	11
2.1.4. Modelo gráfico	11
2.2. Objetivo	12
<b>3. ANTECEDENTES</b>	13
3.1. Historia del Fenómeno El Niño	16
3.2. El FEN y su relación con el cambio climático	16
<b>4. METODOLOGÍA</b>	21
4.1. Ubicación del estudio	21
4.1.1. Delimitación geográfica	21
4.1.2. Delimitación política	21
4.2. Caracterización de la subcuenca Yapatera	23
4.2.1. Climática	23
4.2.2. Hidrología	30
4.2.3. Suelos	31
4.2.4. Ecológica	37
4.2.5. Socioeconómica	39
4.3. Secuencia metodológica	41
<b>5. ESTRATEGIAS</b>	43
<b>6. RESULTADOS</b>	45
6.1. Vulnerabilidad	45
6.1.1. Factor físico-natural	45
6.1.2. Factor socioeconómico	49
6.2. Escenarios de cambio climático en la subcuenca Yapatera	50
6.2.1. Escenarios de temperaturas	51
6.2.2. Escenarios de precipitaciones	52
6.2.3. Escenarios de balance hídrico	54
6.3. Percepciones e impactos de la población de la subcuenca	56
6.3.1. Percepciones	56
6.3.2. Impactos de eventos climáticos significativos	56

6.4. Adaptación.....	61
6.4.1. Medidas de adaptación propuestas.....	61
6.5. Políticas.....	77
6.5.1. A nivel nacional y regional.....	77
6.5.2. Estrategias regionales para enfrentar el cambio climático.....	77
6.5.3. Propuesta de política para la cuenca alta del río Piura.....	77
6.6. Valoración económica de los efectos del cambio climático.....	80
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>
7.1. Sobre la variabilidad climática y efectos del cambio climático en la región.....	83
7.1.1. Sobre las condiciones de alta variabilidad en la región.....	83
7.1.2. Sobre los efectos locales del cambio climático.....	83
7.2. Sobre las tecnologías apropiadas de adaptación.....	84
7.3. Sobre adaptación de los medios de vida frente a la alta variabilidad climática.....	84
7.4. Sobre el fortalecimiento de las capacidades de adaptación de las poblaciones.....	84
7.5. Sobre el mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones rurales.....	85
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>87</b>
8.1. Sobre los efectos del cambio climático en la región.....	87
8.2. Sobre la estrategia local de adaptación.....	87
8.2.1. Sobre la capacitación.....	87
8.2.2. Sobre la organización.....	87
8.2.3. Sobre las tecnologías para la adaptación.....	88
8.2.4. Sobre el sistema de información etnoclimático.....	88
8.3. Sobre la adaptación de las familias campesinas.....	88
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>89</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>93</b>
10.1. Anexo 1: Manifestaciones microclimáticas: variables atmosféricas e hidrológicas en los eventos climáticos más significativos.....	93
10.1.1. Percepciones de los pobladores frente a cambios microclimáticos en Frías.....	93
10.1.2. Percepciones de la población de cambios microclimáticos en Chulucanas.....	94
10.2. Anexo 2: Manifestaciones microclimáticas observadas en Frías y Chulucanas.....	95
10.2.1. Percepciones de los participantes del taller sobre las manifestaciones locales del cambio climático en Frías.....	95
10.2.2. Percepciones de los participantes del taller sobre las manifestaciones locales del cambio climático en Chulucanas.....	95
<b>11. GLOSARIO.....</b>	<b>97</b>

# Índice de cuadros

<b>Cuadro 1:</b>	Efectos de un FEN de alta intensidad.....	18
<b>Cuadro 2:</b>	Intensidad de los FEN (1877-1998).....	19
<b>Cuadro 3:</b>	Temperaturas medias multianuales.....	24
<b>Cuadro 4:</b>	Promedio de lluvias.....	28
<b>Cuadro 5:</b>	Unidades de capacidad de uso mayor de suelos en la subcuenca Yapatera.....	32
<b>Cuadro 6:</b>	Clasificación territorial.....	34
<b>Cuadro 7:</b>	Sensibilidad física.....	36
<b>Cuadro 8:</b>	Población de la subcuenca Yapatera.....	39
<b>Cuadro 9:</b>	Estrategias de adaptación.....	43
<b>Cuadro 10:</b>	Niveles de vulnerabilidad física natural.....	47
<b>Cuadro 11:</b>	Vulnerabilidad socioeconómica.....	49
<b>Cuadro 12:</b>	Tendencias en la temperatura máxima.....	52
<b>Cuadro 13:</b>	Tendencias de la precipitación promedio.....	53
<b>Cuadro 14:</b>	Medidas aplicadas en la parte alta de la subcuenca Yapatera.....	61
<b>Cuadro 15:</b>	Medidas aplicadas en la parte baja de la subcuenca Yapatera.....	63
<b>Cuadro 16:</b>	Medidas de adaptación propuestas.....	65
<b>Cuadro 17:</b>	Desarrollo de capacidades de adaptación al cambio climático.....	68
<b>Cuadro 18:</b>	Acciones tomadas.....	69
<b>Cuadro 19:</b>	Conocimiento astronómico, biológico, etnometeorológico en la predicción del clima en la microcuenca San Pedro.....	71
<b>Cuadro 20:</b>	Indicadores biológicos, astronómicos y ambientales de predicción climática en la subcuenca Yapatera.....	72
<b>Cuadro 21:</b>	Propuestas de adaptación para la cuenta alta del río Piura.....	78
<b>Cuadro 22:</b>	Impacto del FEN 1997-1998 en el sector agrícola.....	80
<b>Cuadro 23:</b>	Impacto del FEN 1997-1998 en infraestructura.....	81

# Índice de figuras

<b>Figura 1:</b>	Planteamiento del problema.....	12
<b>Figura 2:</b>	Incremento de la temperatura superficial del mar.....	15

<b>Figura 3:</b>	Anomalías en la temperatura de la superficie del mar.....	17
<b>Figura 4:</b>	Ubicación de la subcuenca del río Yapatera.....	22
<b>Figura 5:</b>	Clasificación climática de la subcuenca Yapatera.....	24
<b>Figura 6:</b>	Promedio multianual de temperaturas máximas.....	25
<b>Figura 7:</b>	Promedio multianual de temperaturas mínimas.....	26
<b>Figura 8:</b>	Promedio multianual de lluvias.....	27
<b>Figura 9:</b>	Promedio multianual de lluvias en época lluviosa.....	28
<b>Figura 10:</b>	Precipitaciones acumuladas.....	29
<b>Figura 11:</b>	Precipitaciones acumuladas en los diversos pisos altitudinales de la región.....	29
<b>Figura 12:</b>	Evolución de las precipitaciones en la estación etnoclimática de Frías.....	30
<b>Figura 13:</b>	Capacidad de uso mayor de los suelos de la subcuenca Yapatera.....	33
<b>Figura 14:</b>	Uso actual de la tierra.....	35
<b>Figura 15:</b>	Zonas de vida.....	38
<b>Figura 16:</b>	Metodología del proyecto.....	42
<b>Figura 17:</b>	Distribución de la vulnerabilidad física.....	46
<b>Figura 18:</b>	Estabilización de escenarios propuesto por el IPCC.....	50
<b>Figura 19:</b>	Tendencias de las precipitaciones.....	54
<b>Figura 20:</b>	Tendencias del balance hídrico.....	55
<b>Figura 21:</b>	Encadenamientos de efectos e impactos producidos por el FEN en las actividades productivas en Frías.....	57
<b>Figura 22:</b>	Encadenamiento de efectos e impactos producidos por el FEN en las actividades productivas en Chulucanas.....	58
<b>Figura 23:</b>	Encadenamiento de impactos producidos por sequías en las actividades productivas en Frías.....	59
<b>Figura 24:</b>	Encadenamiento de impactos producidos por sequías en las actividades productivas en Chulucanas.....	60
<b>Figura 25:</b>	Metodología.....	67
<b>Figura 26:</b>	Modelo de adaptación.....	76

## Índice de recuadros

Recuadro 1: Proyecto del Proclim en Piura.....	13
Recuadro 2: Marco legal.....	77

# 1. PRESENTACIÓN

Uno de los mayores problemas de la agenda contemporánea global es el cambio climático. Es incuestionable, a estas alturas, que sus consecuencias para el planeta pueden ser catastróficas y que deben tomarse medidas para revertirlo, a la vez que para adaptarse a los escenarios que presenta. En esta nueva agenda, el calentamiento global ocupa un lugar central: es sabido que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al alterar la temperatura atmosférica, afectan el clima de todo el planeta, por lo que se ha considerado prioritario reducir las emisiones de GEI y se han tomado una serie de medidas y acuerdos para ello, entre las más importantes, la firma del protocolo de Kyoto.

Sin embargo, la cadena de alteraciones vinculadas al cambio climático afecta también a diversos ecosistemas locales, principalmente a aquellos cuyas poblaciones se encuentran en condiciones de vulnerabilidad, ya sea por los desórdenes generados en la variabilidad climática, como por la ocurrencia de eventos extremos, procesos de desertificación, etc. Lo que supone, además de respuestas globales ante el cambio climático, respuestas locales sobre los cambios microclimáticos, vinculadas principalmente, a la adaptación y mitigación ante los nuevos escenarios. Es decir, además de una agenda global, son necesarias agendas locales enfocadas en investigar y generar adecuadas medidas de adaptación y mitigación.

En ese marco, Soluciones Prácticas-ITDG implementó entre los años 2006 y 2007 un macroproyecto, denominado *Tecnologías de adaptación y mitigación ante el cambio climático*, que englobaba siete proyectos desarrollados en siete zonas del Perú, teniendo como premisa que los nuevos escenarios propondrán efectos negativos y positivos y que, por lo tanto, las medidas de adaptación deberán buscar a la vez reducir los efectos negativos y potenciar los positivos. Esto es, reduciendo la vulnerabilidad disminuirán los riesgos ante las amenazas que se presenten, debiendo buscarse que, a la vez, se encaminen las poblaciones hacia su propio desarrollo. Todo ello integrando al cambio climático a un contexto mayor: el del cambio global, entendido a su vez como el proceso de transformación ambiental, social y cultural que el planeta está atravesando actualmente.



Estos siete proyectos proponen el desarrollo de tecnologías apropiadas para la adaptación al cambio climático en siete zonas de un ámbito específico: los ecosistemas de montaña andinos tropicales, que poseen algunas particularidades únicas a la vez que comparten características con los demás ecosistemas de montaña, por lo que pueden convertirse en una referencia importante de trabajo.

La investigación que conforma este volumen recoge los resultados del proyecto *Fortaleciendo las capacidades de las poblaciones rurales de la subcuenca de Yapatera en Piura para adaptar y desarrollar sostenidamente sus medios de vida, ante la variabilidad climática y los efectos locales del cambio climático*, llevado a cabo en la subcuenca Yapatera, perteneciente a la cuenca alta del río Piura, en los distritos de Frías y Chulucanas, provincias de Ayabaca y Morropón (Piura), como continuación de un proyecto anterior, denominado Proclim; buscando orientar dichos resultados hacia el mejoramiento sostenido de las condiciones de vida de las poblaciones rurales de la zona ya que, bien aprovechados, los efectos del cambio climático pueden ser altamente beneficiosos para ellos.

A diferencia de otras zonas del país, en la región Piura el cambio climático permitirá una mayor disponibilidad de agua y la regeneración natural de la vegetación (bosques estacionalmente secos) de la costa norte, lo que puede convertirlo en altamente favorable para las poblaciones locales. Sin embargo, sin una preparación adecuada, la oportunidad se puede convertir en un desastre social. Los cambios ocurridos en la actualidad, afectan la intensidad y frecuencia de las sequías y heladas, incrementando la ocurrencia de megaeventos El Niño.

Ante ello, se hace importante fortalecer las capacidades de la población para optimizar los beneficios del cambio climático. Para ello, el proyecto desarrolló, como uno de sus resultados más importantes, escenarios de cambio climático, proyectándose en los próximos 20 años incrementos de temperatura (de 0.15 °C a 2 °C) en toda la cuenca. Además, los periodos de lluvia tendrán la tendencia a ser más intensos pero por periodos más cortos, a los que seguirán periodos más secos.

Para que la población esté preparada se buscó determinar la vulnerabilidad física natural y socioeconómica y los riesgos subsecuentes (patrones, percepción); proponer medidas de adaptación y de requerimientos de capacidades; y elaborar una valoración económica de los efectos del cambio climático. Con respecto a las medidas de adaptación y de capacidades, el trabajo propone el desarrollo de cuatro ejes: (a) capacitación, (b) organización, (c) desarrollo de tecnologías apropiadas, y (d) desarrollo de un sistema de información climática, todos ellos con un enfoque de integración del conocimiento contemporáneo y de los saberes locales.

Es importante destacar que Piura se puede considerar como un área piloto a nivel mundial en relación al cambio climático por las alteraciones radicales que soporta cuando ocurre un megaevento El Niño pues, transforma el escenario hídrico de la región (pasa de una media de 100 a 150 mm/año a otro que va de 3 000 a 4 000 mm en solo 4 a 5 meses).

## 2. INTRODUCCIÓN

El incremento artificial de GEI en la atmósfera se viene produciendo desde los inicios del siglo XX. Entre las causas principales destacan la actividad industrial, el transporte, la producción energética (que emplea combustibles fósiles), ciertas actividades agrícolas y la destrucción de los bosques. Con estas actividades se está sometiendo a la Tierra a un proceso de calentamiento atmosférico inducido que, a su vez está derivando en un *cambio climático*. Este se manifiesta en cambios en las condiciones regulares del clima (temperatura, lluvias, humedad, vientos), en un incremento de la variabilidad climática natural y en una mayor frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos.

El Perú, según el Tyndall Center, es uno de los países más afectados por el cambio climático junto a Bangladesh y Honduras, percibiéndose impactos en la disminución de la oferta de los recursos hídricos, ausencia de lluvias, prolongación de sequías, heladas y desglaciaciones, que dificultan las condiciones normales de desarrollo de las actividades económico productivas (Cajusol, 2006).

En el caso de la región Piura, particularmente en la cuenca del río Piura y la subcuenca del río Yapatera, las actividades productivas de agricultura y ganadería están siendo expuestas a los impactos del cambio climático y a una alta variabilidad climática. Sus poblaciones enfrentan ciclos que oscilan entre sequías y lluvias excepcionales durante los Fenómenos El Niño, los que son cada vez más frecuentes e intensos como efectos locales del cambio climático. Además, el cambio climático viene provocando en la zona, una tendencia creciente y sostenida al incremento de la temperatura atmosférica promedio y de las temperaturas extremas (mínimas y máximas diarias y estacionales), modificando progresivamente las condiciones microclimáticas en las que las poblaciones desarrollan sus vidas.

En este contexto, a nivel internacional, nacional y regional, se han establecido diversos mecanismos que buscan reunir esfuerzos para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones, así como definir políticas orientadas a elaborar e implementar propuestas de adaptación frente al cambio climático.

## **2.1. Planteamiento del problema**

### **2.1.1. Características de la subcuenca Yapatera**

Una de las zonas que concentra poblaciones en condiciones de alta vulnerabilidad es la subcuenca del río Yapatera, que forma parte de la cuenca del río Piura. Esta subcuenca recorre diversos pisos altitudinales, desde los 90 msnm hasta los 3 000 msnm y alberga una población predominantemente pobre.

En la zona baja de la subcuenca de Yapatera, entre los 90 y 290 msnm, caracterizada por un clima árido y cálido, las poblaciones rurales están dedicadas al cultivo de arroz, algodón, mango, limón, yuca y a la explotación de especies forestales propias del bosque seco. Las poblaciones rurales que viven en las zonas medias, entre 290 y 1 700 msnm, clima templado, y altas, entre 1 700 y 3 000 msnm, clima frío, de la subcuenca de Yapatera, están dedicadas al cultivo de maíz, caña, plátano, frejol, yuca, papa y a la explotación de bosques nativos.

A lo largo de toda la subcuenca se asientan 65 caseríos, 11 en la zona alta, 47 en la media y 7 en la baja, incluyendo las ciudades de Frías y Chulucanas. Según el censo del año 1993 y la discretización realizada a través del diagnóstico rural participativo de la subcuenca del río Yapatera, la subcuenca concentra una población total estimada de 17 511 habitantes, dividida en 6 527 habitantes en la zona alta, 3 111 en la media y 7 873 en la baja. Esta distribución es el resultado de la antigüedad y dispersión de los caseríos.

Los indicadores de nivel de vida las ubican como poblaciones en extrema pobreza: 70.9 % en el índice absoluto de pobreza, 45.95 % de desnutrición, un déficit de 58.84 % al acceso a los servicios de salud, 94.37 % de población sin desagüe, 92.37 % de la población no tiene electricidad y un índice de accesibilidad de 9.0, según el mapa de pobreza del Fondo de cooperación para el desarrollo social (Foncodes) al año 2000. De acuerdo a los datos del Instituto nacional de estadística (INEI) Piura (1996), el 95.3 % y 69.2 % de los hogares en los distritos de Frías y Chulucanas respectivamente, tenían necesidades básicas insatisfechas, porcentajes elevados que indican el grado de pobreza de sus poblaciones.

En este contexto de pobreza, los eventos climáticos extremos como lluvias excepcionales y sequías ocasionan de forma recurrente, daños significativos que tienen un grave impacto en las condiciones de vida de los más pobres: escasez de alimentos, hambre, desempleo y reducción de ingresos, afectando principalmente a familias campesinas que realizan agricultura de autoconsumo y a campesinos jornaleros, provocando la migración de varones y jefes de hogar a la costa y selva, lo que resulta en situaciones de abandono y desintegración familiar, en las que los niños y mujeres son los más afectados. De esta manera se produce un encadenamiento de impactos sociales y económicos, intensificando las condiciones de pobreza de las poblaciones rurales.

### **2.1.2. Variabilidad y cambio climático en la subcuenca Yapatera**

Un evento importante recordado por la población de la subcuenca es la sequía del año 1968 cuyos impactos fueron impresionantes, con un éxodo de las áreas rurales de Frías hacia ciudades de la costa de

Piura. Los campesinos de la zona alta y media estaban acostumbrados a tener años malos y buenos por lo que, inicialmente lo tomaron como un problema superable, sin embargo no tuvieron más remedio que dejar sus tierras. En aquella época, algunos lugares de la sierra del distrito de Frías quedaron prácticamente abandonados (Cajusol, 2006).

En observaciones recogidas, los campesinos y la población de la zona comentan que las heladas antes solo se presentaban entre noviembre y diciembre y en la actualidad se presentan desde aproximadamente la quincena de enero hasta la segunda quincena de febrero, provocando pérdidas en las actividades agrícolas y ganaderas, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y sustento de sus familias (Cajusol, 2006).

### **2.1.3. El cambio climático y el Fenómeno El Niño en la subcuenca Yapatera**

Los científicos de organizaciones nacionales e internacionales especializadas en el estudio del clima (CWOP, OMM, Senamhi, etc.), sustentan que una de las principales causas para la ocurrencia de un Fenómeno El Niño (FEN) es el incremento de la temperatura del aire y la presencia de lluvias intensas, aunque una reciente teoría postula que debido a la variabilidad climática y el cambio climático, no necesariamente se manifestará con lluvias asociadas.

En las últimas décadas, el FEN se ha suscitado 5 veces en la subcuenca, con periodos de recurrencia que van de 5 a 15 años, a partir del año 1973 y con intensidades: débil (1978 y 2003), fuerte (1973) y muy fuerte (1983 y 1998). Los megaeventos de 1982-1983 y 1997-1998 fueron verdaderas experiencias de cambio climático pues, una región acostumbrada a tener precipitaciones de entre 100 mm y 150 mm anuales pasó a tener a 3 000 y 4 000 mm en solo cinco meses.

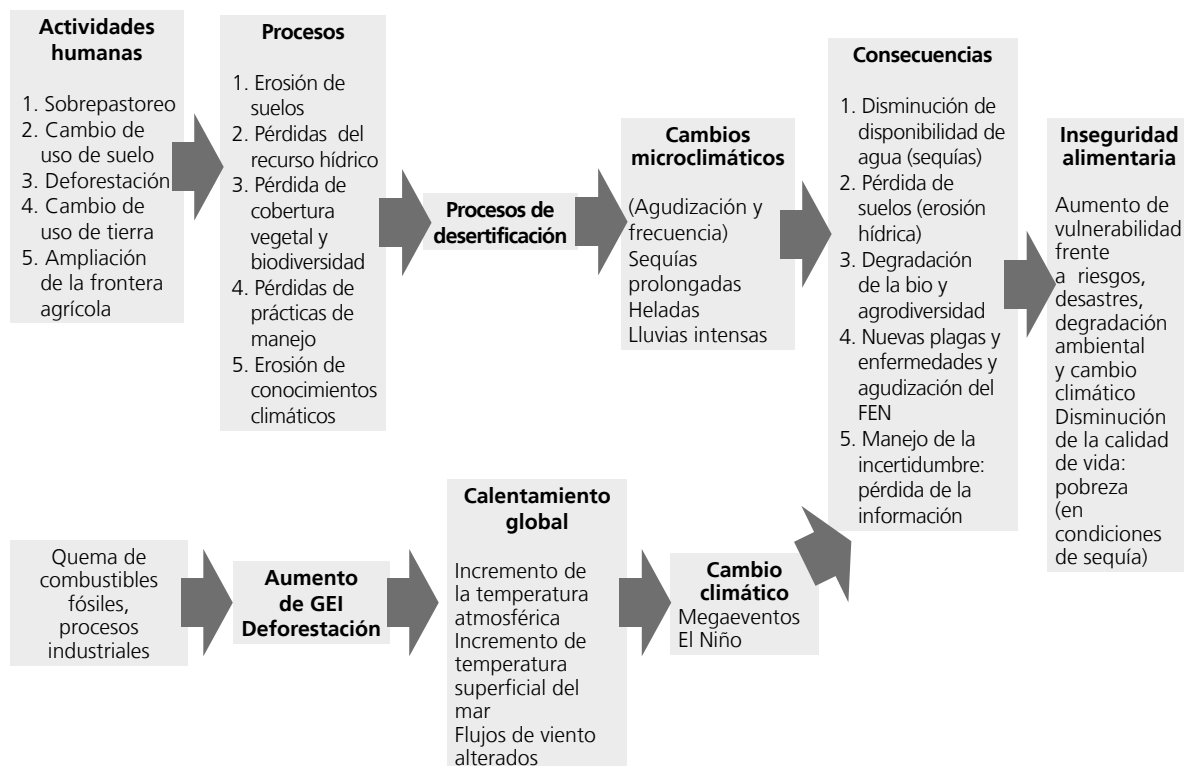
### **2.1.4. Modelo gráfico**

El planteamiento presenta dos entradas. En la primera se desarrollan actividades humanas como el sobrepastoreo, cambio del uso del suelo, deforestación y ampliación de la frontera agrícola, que originan procesos de erosión de suelos, pérdida del recurso hídrico, cobertura vegetal y malas de prácticas de manejo, erosión de conocimientos climáticos, lo que a su vez genera procesos de desertificación que son los causantes de cambios microclimáticos.

La segunda entrada destaca la quema de combustibles fósiles y deforestación, especialmente en el hemisferio norte, como causa del incremento de los gases de efecto invernadero (GEI) y el consecuente aumento de temperatura atmosférica, factores claves en el cambio climático, y probable exacerbación de los FEN.

Ambas entradas, una a nivel micro y otra a nivel macro, confluyen en consecuencias como la pérdida de recursos, pérdida de biodiversidad y aparición de nuevas plagas y enfermedades, las que incrementan la vulnerabilidad frente a riesgos desastres de las poblaciones habitantes de la subcuenca, incidiendo en mayor pobreza e inseguridad alimentaria. A modo de síntesis presentamos un cuadro que engloba la problemática de la subcuenca **(ver figura 1)**.

Figura 1. Planteamiento del problema



## 2.2. Objetivo

El objetivo general del trabajo es el mejoramiento sostenido de las condiciones de vida de las poblaciones rurales pobres de la subcuenca de Yapatera en la región Piura para hacer frente a los efectos locales del cambio climático. Siendo el objetivo específico el desarrollo de la capacidad de adaptación y medios de vida de las familias campesinas pobres y organizaciones e instituciones locales de la subcuenca de Yapatera frente a las condiciones de alta variabilidad climática y los nuevos escenarios resultado del cambio climático, aplicando metodologías y tecnologías apropiadas en el marco de procesos de gestión concertada del desarrollo sostenible local y enfoque de cuencas.

### 3. ANTECEDENTES

En Piura se han realizado muchos trabajos relacionados con el clima de la región. Son conocidos el trabajo histórico de Víctor Eguiguren (1894) sobre El Niño, los trabajos de Lorenzo Huertas, Anne Marie Hocquengheim, Ronald Woodman, Antonio Mabres, Manuel Vega Vélez, Eduardo Franco, por citar a algunos de los científicos que han trabajado en la zona. Una de las principales fuentes de preocupación en esta zona ha sido siempre el FEN, conocido también como El Niño Southern Oscillation (ENSO).

En la zona existen proyectos que han generado información climática importante, como el proyecto Chira-Piura, existen también instituciones educativas de prestigio que generan información meteorológica importante, como la Universidad de Piura y la Universidad Nacional de Piura, además de la presencia del Senamhi. Por otro lado están los medios de comunicación como los diarios regionales El Tiempo y El Correo, que tratan recurrentemente el tema del cambio climático.

El presente trabajo tiene como antecedente inmediato y directo el realizado por el Proclim entre los años 2003 y 2005, en el que también participó Soluciones Prácticas-ITDG (**ver recuadro 1**).

#### Recuadro 1. Proyecto del Proclim en Piura

**Proyecto del Proclim en Piura: Evaluación local integrada y estrategia de adaptación al cambio climático en la cuenca del río Piura**

**Participantes: Consejo Nacional del Ambiente, Autoridad autónoma de la cuenca hidrográfica Chira-Piura**

**Unidad ejecutora del programa: Proclim (Unidad ejecutora del programa), CONAM**

**Equipo técnico interinstitucional: Centro, Concytec, Inrena, Senamhi, Soluciones Prácticas-ITDG**

**Breve reseña: el Consejo nacional del ambiente es la autoridad ambiental nacional y rectora del sistema nacional de gestión ambiental, responsable de la ejecución de la Convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (UNFCCC) en el país. La estrategia nacional de cambio climático aprobada por D.S. 086-2003-PCM, fue desarrollada multisectorialmente y expresa el nivel de prioridad política que el Estado viene dando a los serios problemas del cambio climático en el Perú.**

En este contexto y gracias al aporte de la cooperación holandesa, el CONAM dirigió el Programa de fortalecimiento de capacidades nacionales para manejar el impacto del cambio climático y la contaminación del aire (Proclim), articulando la participación de trece instituciones públicas y privadas con el objetivo de lograr una gestión efectiva de los recursos humanos y financieros ante los posibles efectos del cambio climático en el Perú.

**Área de estudio:** Dentro del componente temático de vulnerabilidad y adaptación (V&A), el programa identificó tres áreas focales de estudio: la cuenca del río Mantaro, la cuenca del río Piura y la cuenca del río Santa.

**Duración:** los estudios realizados en Piura en el periodo 2003-2005 bajo el título general de Evaluación local integrada y estrategia de adaptación al cambio climático en la cuenca del río Piura (ELI), comprenden a su vez diversos estudios temáticos especializados que fueron orientados hacia el objetivo de fortalecer capacidades y evaluar la vulnerabilidad y los procesos de adaptación a los efectos del cambio climático de los sistemas productivos agrícola, socioeconómico y marino pesquero de la cuenca del río Piura y áreas prioritarias para formular propuestas de adaptación, propiciando su incorporación en la política regional y en los procesos de desarrollo regional.

El 30 de setiembre de 2003, luego de un año de estudios, la Administración nacional de asuntos oceánicos y atmosféricos de los Estados Unidos de Norteamérica (NOAA) logró un consenso generalizado a nivel mundial sobre la definición del FEN y un índice que lo caracteriza a nivel planetario.

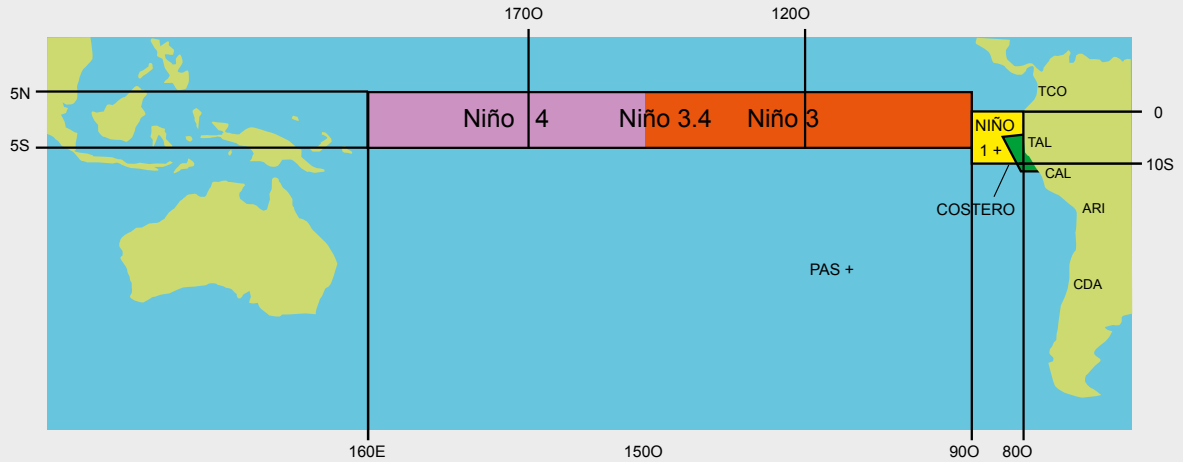
La NOAA, en colaboración con expertos del Instituto Scripps de oceanografía, el Centro para estudios de la atmósfera oceánica y terrestre (COLA), el Centro de estudios de pronósticos de la atmósfera oceánica (COAPS), el Instituto internacional de investigación (IRI) para el pronóstico del clima, el Centro nacional de investigación atmosférica (NCAR) y la Universidad de Washington, convino un índice básico para evaluar el estado del ciclo climático ENSO.

Según la NOAA, el índice consta de los promedios trimestrales de las desviaciones de la temperatura normal de la superficie del mar de la región crítica del Pacífico ecuatorial, en el caso del FEN: 3.4 en los 120 grados de longitud oeste a 170 grados de longitud este, 5 grados de latitud norte a 5 grados de latitud sur. Esta región del Pacífico tropical contiene lo que los científicos llaman lengüeta ecuatorial fría, una banda de agua fría que se extiende a lo largo del Ecuador desde la costa de América del Sur hasta el océano Pacífico central. Las desviaciones de las temperaturas promedio de la superficie marítima en esta región son de importancia decisiva para determinar los principales cambios en el régimen pluvial tropical y los regímenes de temperatura y lluvia en todo el mundo.

El FEN es caracterizado por una desviación positiva de la temperatura normal de la superficie marítima (para el periodo base 1971-2000), la medida en la región es 3.4, igual o superior a 0.5 °C, promediada en el último trimestre (**ver figura 2**). Actualmente, hay consenso para considerar como un evento del FEN cuando en la parte central del Pacífico (Niño 3-4) se ha incrementado la temperatura superficial del mar en un valor igual o mayor a 0.5 °C respecto a la temperatura superficial media base (1970-2000) y esta debe persistir como mínimo 3 meses consecutivos.

Para el Perú, según Huertas (1993), el FEN es consecuencia de anomalías oceánico-atmosféricas y, aunque impacta en varios lugares de la tierra, sus mayores efectos se producen en las costas norte del Perú y sur del

Figura 2. Incremento de la temperatura superficial del mar



Ecuador. Es de data milenaria y su presencia determina la vida material y espiritual de los pueblos: influye en la ubicación, traza y viso de centros poblados; se deshace de excedentes productivos y repercute en el campo de la ideología. Si bien muchas veces sus efectos sobre el hombre son catastróficos, la naturaleza en sí revitaliza todo su potencial y reboza a plenitud.

El físico Ronald Woodman afirma que hay que saber cómo interpretar las informaciones que nos llegan del extranjero de acuerdo a factores y experiencias de la zona en que vivimos. Esto significa orientar a población, periodistas y profesionales sobre el uso correcto de la terminología y conceptos de los diversos grados de intensidad del FEN (año débil, Niño débil; moderado, Niño moderado; Niño fuerte o extraordinario, etc.).

Renán Alegre (2007), sin embargo, recuerda que actualmente todas las definiciones y patrones en los comportamientos de los FEN en el Perú están definidos claramente y, así como el último FEN (2006-2007) tuvo características inesperadas para Piura como olas de calor con nuevos récords históricos de temperaturas máximas, no es descabellado esperar que uno de los próximos FEN ocasione intensas sequías en Piura como resultado del cambio climático y la variabilidad climática. Estas dos posiciones ponen de manifiesto que no se tiene un consenso generalizado del comportamiento del FEN por intensidades para el norte del país.



### **3.1. Historia del Fenómeno El Niño**

Los pescadores de la zona norte del país observaron durante siglos que el mar se calentaba hacia el final de cada año, trayendo consigo ciertas variedades de peces propias de aguas cálidas. Por su cercanía a la Navidad, se llamó a este calentamiento cíclico, corriente El Niño. Esta es una corriente de aguas cálidas dirigida hacia el sur, que se presenta anualmente en el mar, frente a las costas áridas del norte peruano y que a finales de año ocasiona un verano con ligeras lluvias en la costa norte. Sin embargo, en otros años, sin ninguna periodicidad, los pescadores observaban un mayor calentamiento del mar en épocas atípicas (no necesariamente cercanas a la Navidad), el cual traía lluvias más fuertes para la costa norte.

Este fenómeno es un evento a gran escala que se extiende más allá del Pacífico Sur y se caracteriza por el incremento generalizado de la temperatura de la superficie del mar en gran parte del sector oriental y central del Pacífico ecuatorial (regiones El Niño 1-2, 3 y 3-4).

### **3.2. El FEN y su relación con el cambio climático**

La relación del cambio climático con el FEN es de un incremento en la frecuencia de estos eventos. Sin embargo, las características de estos nuevos FEN, como el de 2006-2007, no son necesariamente similares a las de 1982-1983 y 1997-1998, a pesar de su intensidad **(ver figura 3)**.

Sin embargo, considerando los megaeventos de 1982-1983 y 1997-1998, cercanos en su periodicidad de retorno, es necesario mencionar que el cambio climático presenta resultados favorables para Piura, si lo observamos desde el punto de vista de una mayor disponibilidad de agua y regeneración natural en la costa norte. Los próximos eventos de características similares también serán más recurrentes a consecuencia del cambio climático (Alegre, 2007).

Figura 3. Anomalías en la temperatura de la superficie del mar

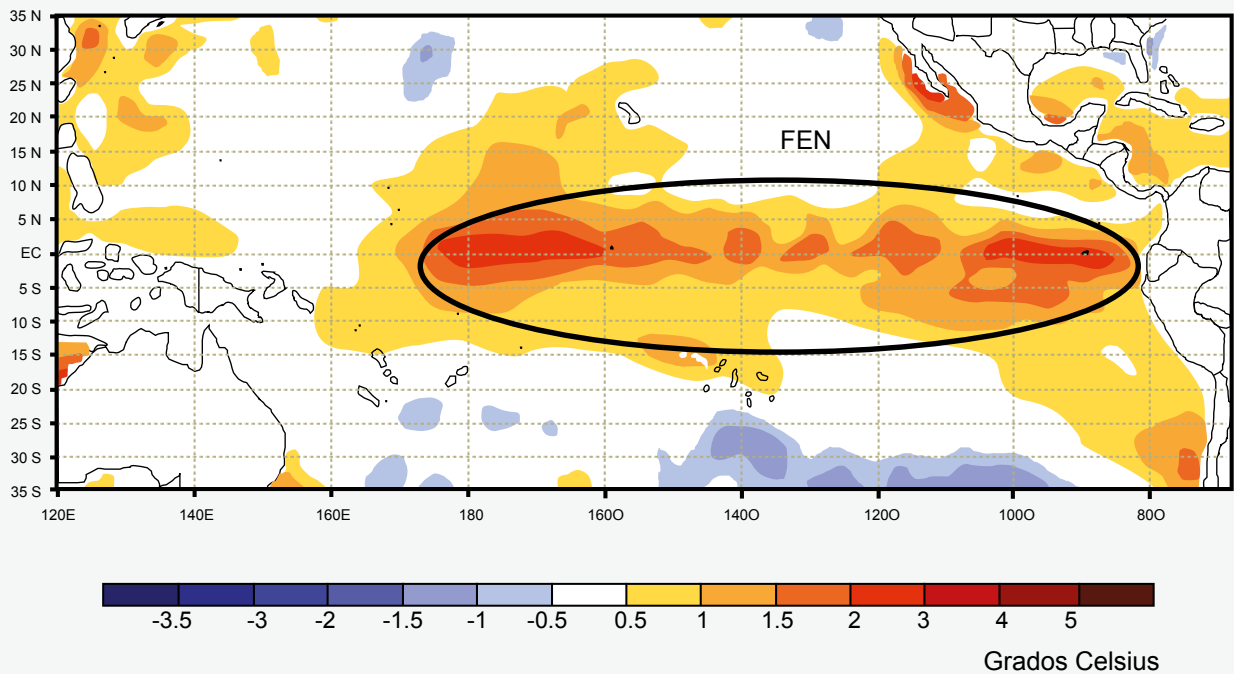


Imagen correspondiente a noviembre de 2006. Obsérvese el aumento generalizado de la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico ecuatorial, típica del FEN. El calentamiento global ha ocasionado una mayor frecuencia e intensidad del FEN.

Fuente: CPTEC, 2008

Actualmente, la frecuencia de fenómenos de intensidad fuerte a intensa, es cada 3 o 4 años, cuando anteriormente era de 10 a 15. La intensidad y frecuencia del Fenómeno El Niño se han incrementado por el cambio climático. Esto significa que el FEN, sumado al calentamiento global, está ocasionando una mayor periodicidad de impactos en la agricultura, pesca, salud y otros sectores.

Para determinar la magnitud del FEN, se utiliza el índice de oscilación del sur, que es la diferencia de presión atmosférica entre el Pacífico oriental (Tahití) y el Pacífico occidental (Darwin). Si el índice es negativo (fase cálida) genera, aunque no necesariamente, la presencia de un Fenómeno El Niño.

Entre los principales indicadores de la presencia del FEN en la costa norperuana, se pueden señalar los siguientes:

- Incremento de la temperatura superficial del mar peruano
- Incremento de la temperatura del aire en zonas costeras
- Disminución de la presión atmosférica en zonas costeras
- Vientos débiles
- Disminución del afloramiento marino
- Incremento del nivel del mar frente a la costa peruana

Estas características permanecen por lo menos 3 meses consecutivos.

**(a) ¿Por qué el cambio climático ocasiona una mayor frecuencia e intensidad del FEN?**

La explicación es que los flujos de vientos a nivel planetario están siendo alterados con mayor frecuencia por el calentamiento global. En el Pacífico ecuatorial, al presentarse un cambio más frecuente en el sentido de los vientos alisios por el cambio climático, sumado a un incremento en la temperatura superficial del mar en el Pacífico central y oriental, ocasionan más recurrentemente la presencia de eventos El Niño, presentándose en diferentes intensidades y características (Alegre, 2007).

En Piura, el FEN de gran intensidad en lluvias, sumado a los impactos locales del cambio climático, tiene resultados positivos y negativos **(ver cuadro 1)**.

Cuadro 1. Efectos de un FEN de alta intensidad	
Positivos	Negativos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regeneración natural de bosques</li> <li>• Incremento de la napa freática (parte baja)</li> <li>• Formación de la laguna La Niña (parte baja)</li> <li>• Regeneración de frutales nativos</li> <li>• Incremento de biodiversidad</li> <li>• Incremento de la fauna silvestre</li> <li>• Abundancia de pastos</li> <li>• Mayor producción de leche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de las plagas y enfermedades</li> <li>• Aislamiento por colapso de carreteras</li> <li>• Desempleo durante las lluvias</li> <li>• Pérdida de cultivos sensibles a las lluvias</li> <li>• Deterioro de cultivos transitorios</li> <li>• Desborde de ríos y quebradas</li> <li>• Destrucción de parcelas</li> <li>• Pérdida de viviendas</li> <li>• Erosión de suelos</li> <li>• Mortandad de ganado por enfermedades</li> <li>• Pérdida de la producción agrícola</li> <li>• Aumento de migración</li> <li>• Aumento de mortalidad infantil</li> <li>• Desorganización de la población</li> </ul>

*Fuente: CEPESER, 2006a-e*

En la región Piura y en la subcuenca Yapatera los FEN que tuvieron mayores repercusiones (especialmente producto de sus lluvias) fueron los de 1925-1926, 1982-1983 y 1997-1998 **(ver cuadro 2)**.

<b>Cuadro 2. Intensidad de los FEN (1877-1998)</b>			
1877 - 1878			
1888 - 1889			
1896 - 1897			
1899			
1902 - 1903			
1905 - 1906			
1911 - 1912			
1913 - 1914			
1918 - 1919			
1923			
1925 - 1926			
1932			
1939 - 1941			
1946 - 1947			
1951			
1953			
1957 - 1959			
1963			
1965 - 1966			
1968 - 1970			
1972 - 1973			
1976 - 1977			
1977 - 1978			
1979 - 1980			
1982 - 1983			
1986 - 1988			
1990 - 1993			
1994 - 1995			
1997 - 1998			
Leyenda:	Fuerte	Moderada	Débil

Fuente: CPTEC, 2008



## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Ubicación del estudio

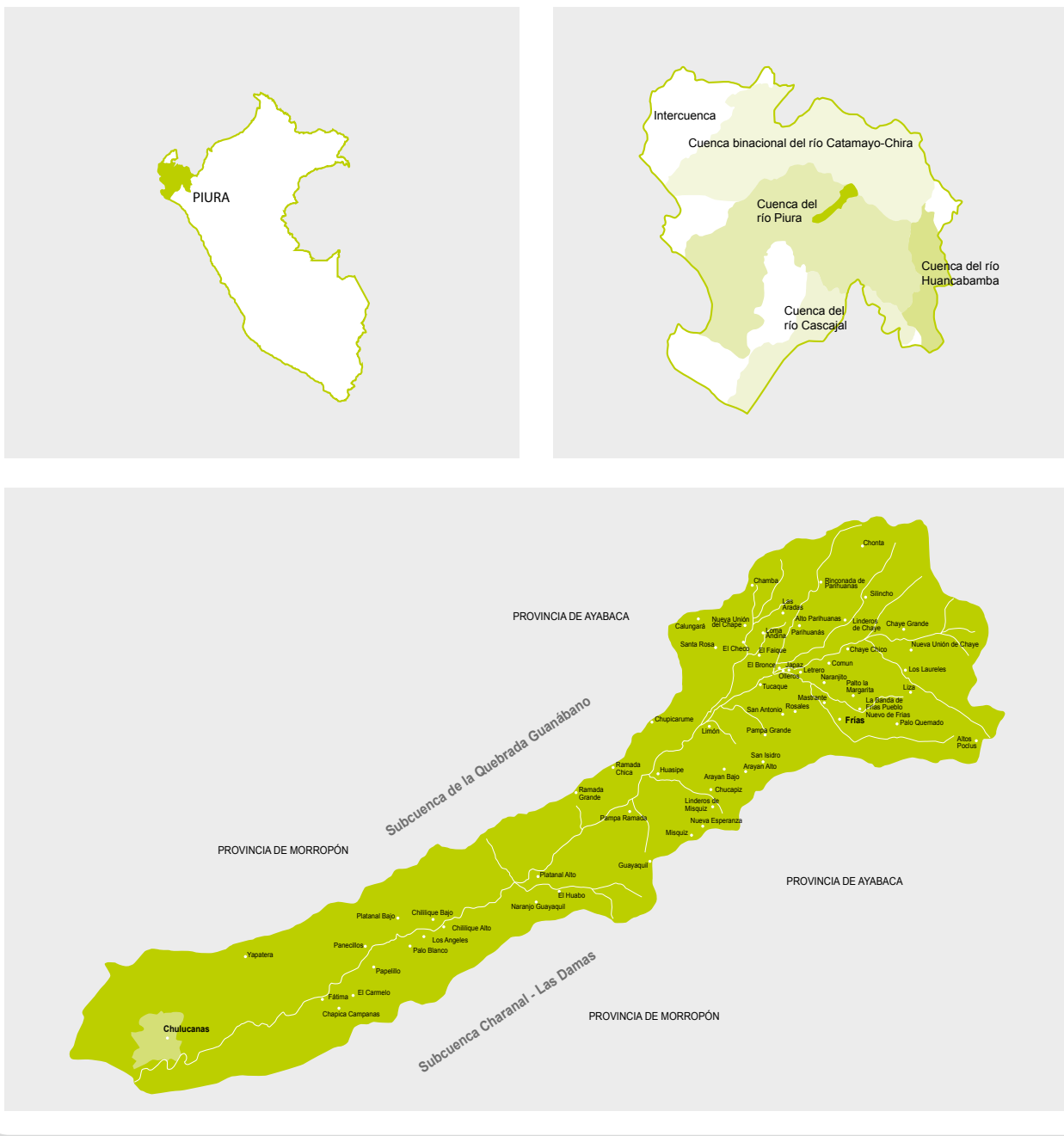
#### 4.1.1. Delimitación geográfica

La subcuenca del río Yapatera se ubica en la zona media, margen derecha de la cuenca del río Piura, entre las coordenadas UTM 9 434 169 a 9 463 487 norte y 589 153 a 623 213 este. Ocupa una extensión aproximada de 240.40 km<sup>2</sup> y limita hidrográficamente por el norte y noroeste con la subcuenca del río Chipillico, inscrita a la cuenca binacional Catamayo-Chira y la naciente de la subcuenca del río Sancor; por el sur con la subcuenca del río San Jorge; por el este con la subcuenca del río San Pedro y por el oeste con la subcuenca del río Guanábano. Se caracteriza por una forma alargada y encañonada respecto a las subcuencas adyacentes, recorre diferentes pisos ecológicos (desde los 85 hasta 3 375 msnm).

#### 4.1.2. Delimitación política

Políticamente, la subcuenca se reparte entre las provincias de Ayabaca y Morropón de la región Piura, ubicadas al lado este y noreste de la ciudad de Piura, distribuyéndose 149.27 km<sup>2</sup> de su área en la provincia de Ayabaca y 91.14 km<sup>2</sup> en la provincia de Morropón, como se muestra en la **figura 4**.

Figura 4. Ubicación de la subcuenca del río Yapatera



## 4.2. Caracterización de la subcuenca Yapatera

### 4.2.1. Climática

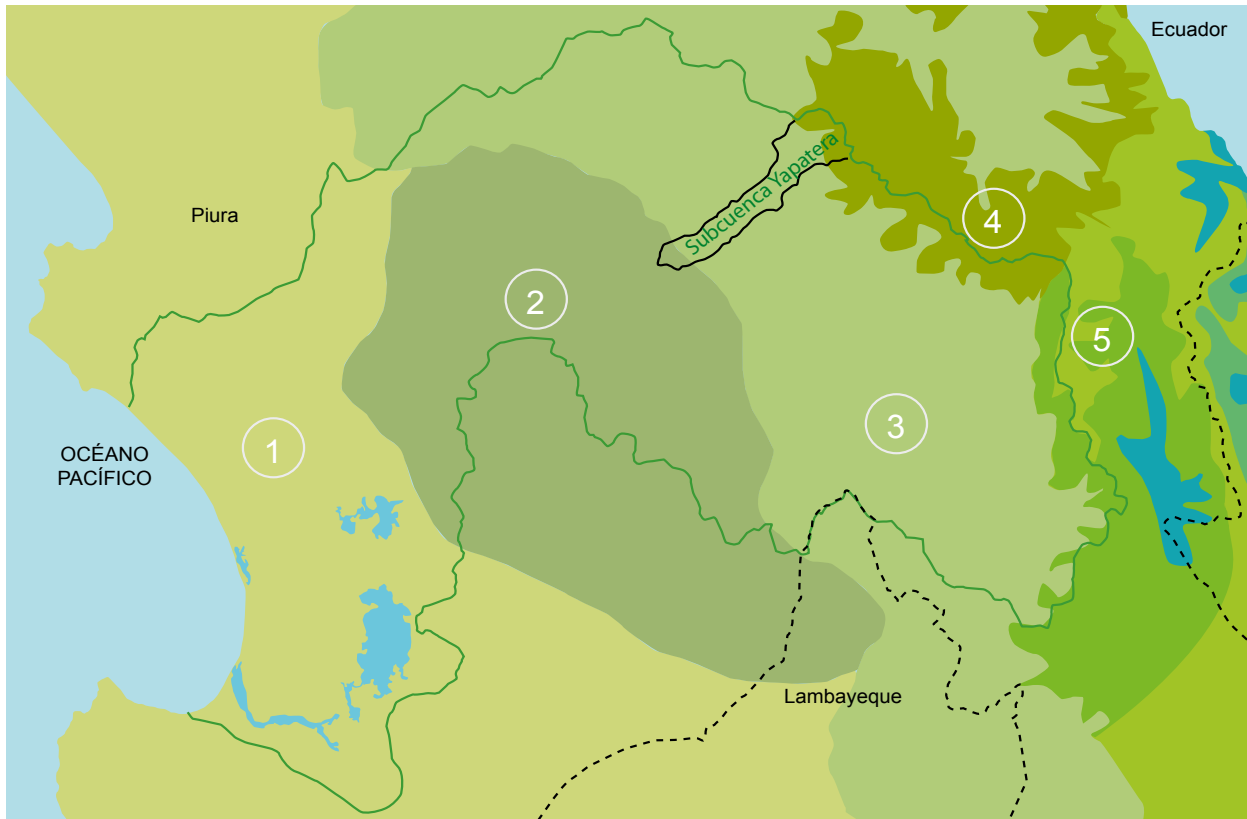
En la subcuenca del río Yapatera el clima es subtropical costero, con pluviosidad moderada, altas temperaturas y pequeñas oscilaciones estacionales. El régimen de lluvias es irregular durante el año y varía directamente con la altitud, concentrándose entre enero y abril. En años normales, la precipitación en los sectores bajo y medio es cercana a cero, sin embargo, en años muy húmedos influenciados por FEN las precipitaciones se elevan y prolongan excepcionalmente, como sucedió entre setiembre de 1982 y abril de 1983, cuando el acumulado de las lluvias totalizó los 4 100 mm en localidades como Chulucanas, Yapatera, Cruz Pampa, etc. En el sector alto, las precipitaciones se concentran entre enero y abril, disminuyendo el resto del año, tanto en años muy húmedos como en años normales.

En Chulucanas, durante los años de FEN, la temperatura media suele elevarse en las estaciones frías (otoño e invierno, entre marzo y agosto) entre 1 °C y 4 °C con relación a años normales; a diferencia de ello, las temperaturas máximas en años de FEN suelen bajar, habiendo llegado a -2.2 °C en el mes de enero, mientras que las temperaturas mínimas suelen elevarse de 1 °C a 6.2 °C, particularmente en junio, el mes más crítico.

Piura presenta en sus partes bajas, un clima árido y cálido. Según la clasificación climática del Senamhi, la subcuenca del Yapatera, desde los 90 msnm hasta sobre los 3 000 msnm, tiene en sus partes bajas y medias un clima cálido y húmedo y en sus partes altas, meseta andina, un clima lluvioso con otoños e inviernos secos. Por otro lado, esta zona de la meseta andina presenta un clima semifrío y húmedo por eficiencia térmica y humedad atmosférica, respectivamente **(ver figura 5)**.



Figura 5. Clasificación climática de la subcuenca Yapatera



**Tipos de clima**

- 1) Árido semicálido húmedo - 2) Árido cálido seco - 3) Árido cálido húmedo  
 4) Lluvioso semifrío húmedo - 5) Semiseco templado húmedo

**(a) Temperatura**

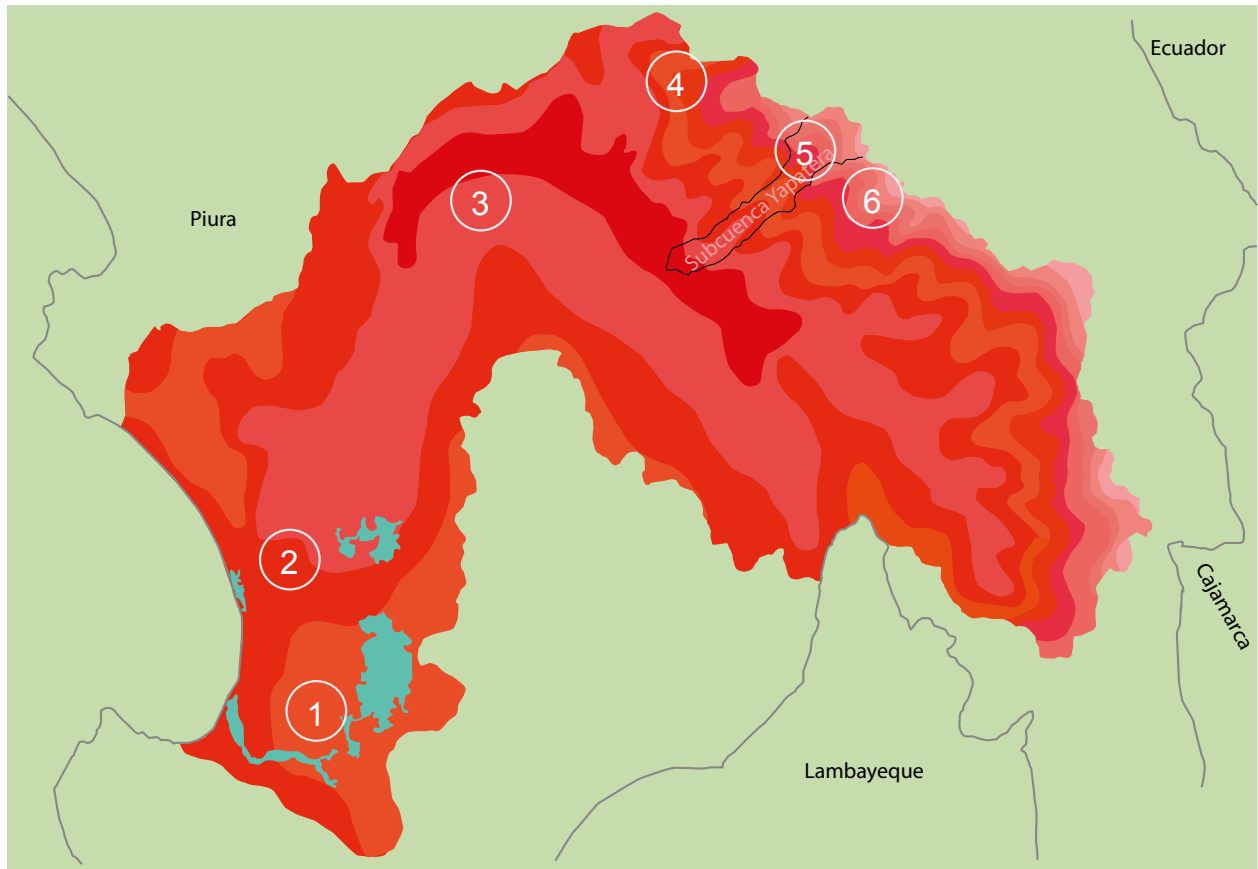
Según los mapas diseñados por el Senamhi, la subcuenca del río Yapatera presenta los siguientes comportamientos medios en las temperaturas extremas (**ver cuadro 3**).

**Cuadro 3. Temperaturas medias multianuales**

Subcuenca Yapatera	Temperatura máxima media multianual	Temperatura mínima media multianual
Parte baja	30 °C a 34 °C	16 °C a 18 °C
Parte media	20 °C a 30 °C	12 °C a 16 °C
Parte alta	16 °C a 20 °C	8 °C a 12 °C

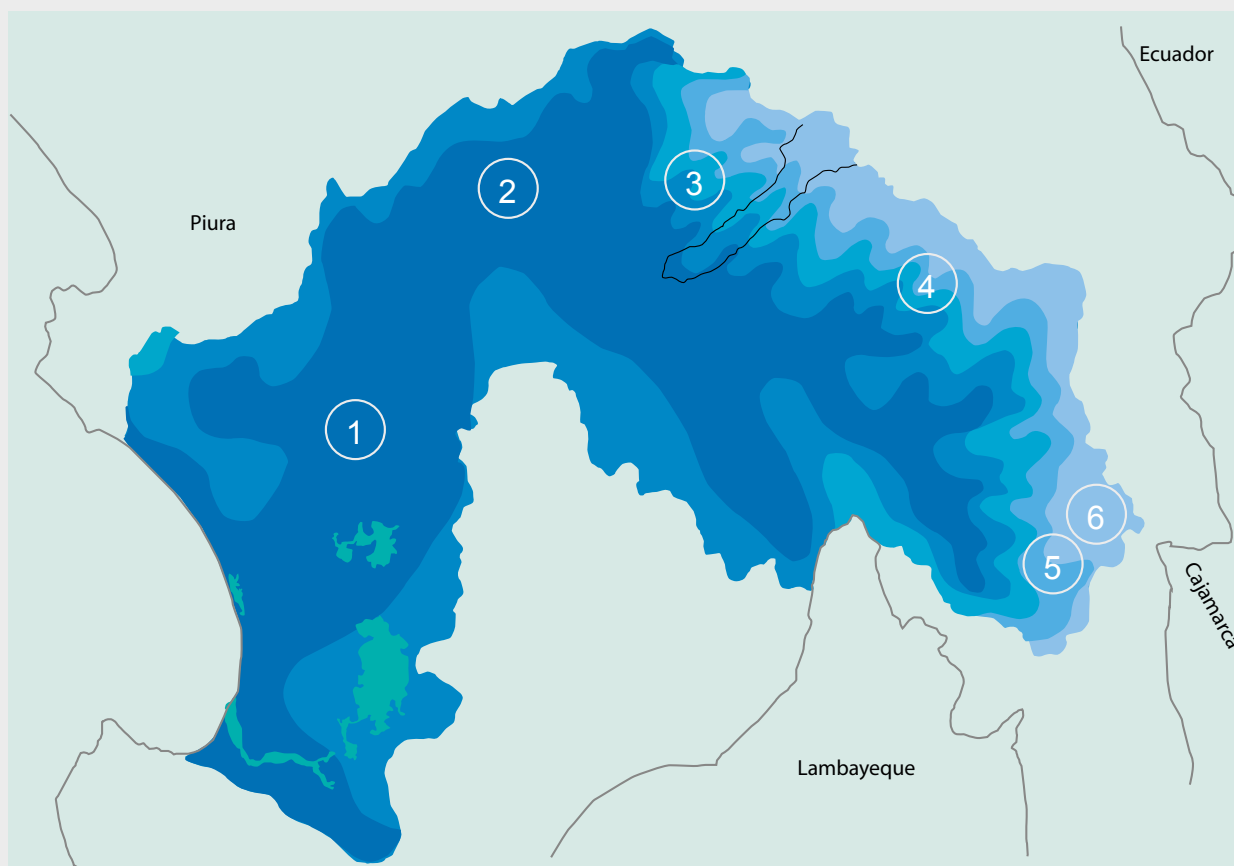
Estos valores han sido obtenidos de los siguientes mapas (ver figuras 6 y 7) y representan promedios multianuales; sin embargo, por la variabilidad propia de la zona, pueden oscilar varios grados.

Figura 6. Promedio multianual de temperaturas máximas



Temperaturas máximas promedio (en °C): 1) 28 — 2) 30 — 3) 32 — 4) 24 — 5) 22 — 6) 20

Figura 7. Promedio multianual de temperaturas mínimas

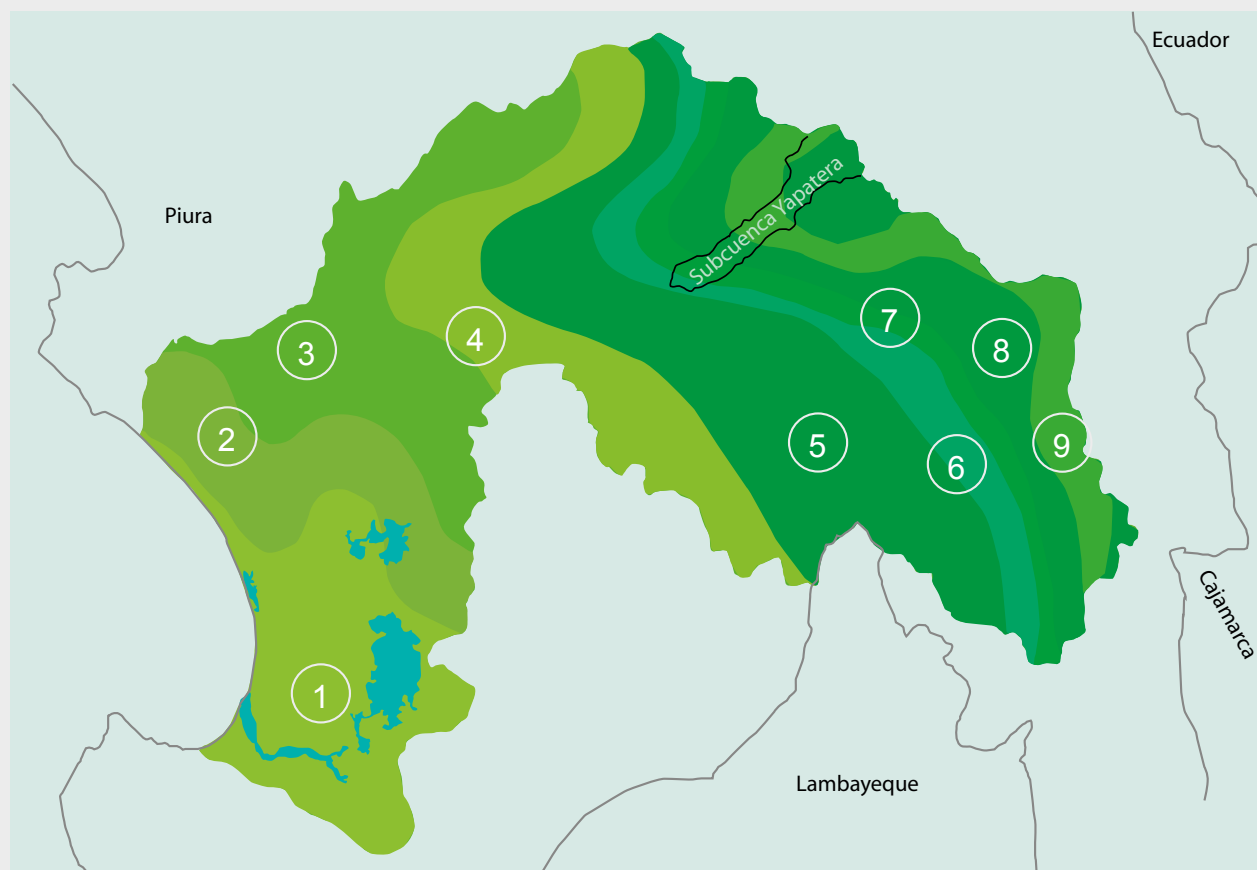


Temperaturas mínimas promedio (en °C): 1) 18 — 2) 20 — 3) 16 — 4) 14 — 5) 12 — 6) 10

### (b) Precipitación

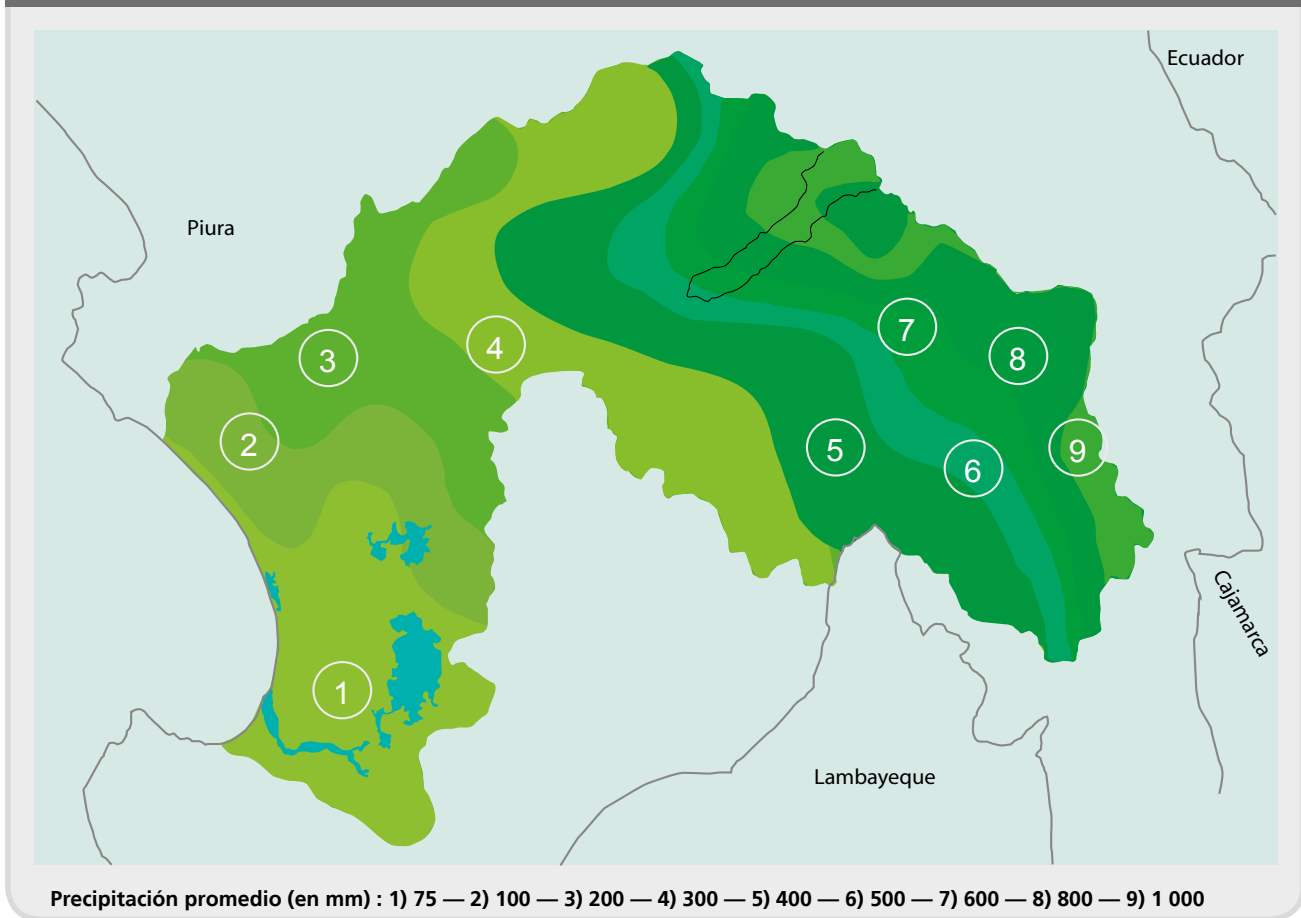
El promedio multianual de precipitaciones no difiere significativamente del promedio multianual del periodo lluvioso (setiembre a abril) para la subcuenca del río Yapatera. Así, la distribución espacial de lluvias acumuladas promediadas multianualmente presenta valores estimados a partir de los mapas diseñados por el Senamhi (ver figuras 8 y 9) y que para la subcuenca del Yapatera presentan los valores indicados en el **cuadro 4**.

Figura 8. Promedio multianual de lluvias



Precipitación promedio (en mm): 1) 75 — 2) 100 — 3) 200 — 4) 300 — 5) 400 — 6) 500 — 7) 600 — 8) 800 — 9) 1 000

Figura 9. Promedio multianual de lluvias en época lluviosa



Cuadro 4. Promedio de lluvias

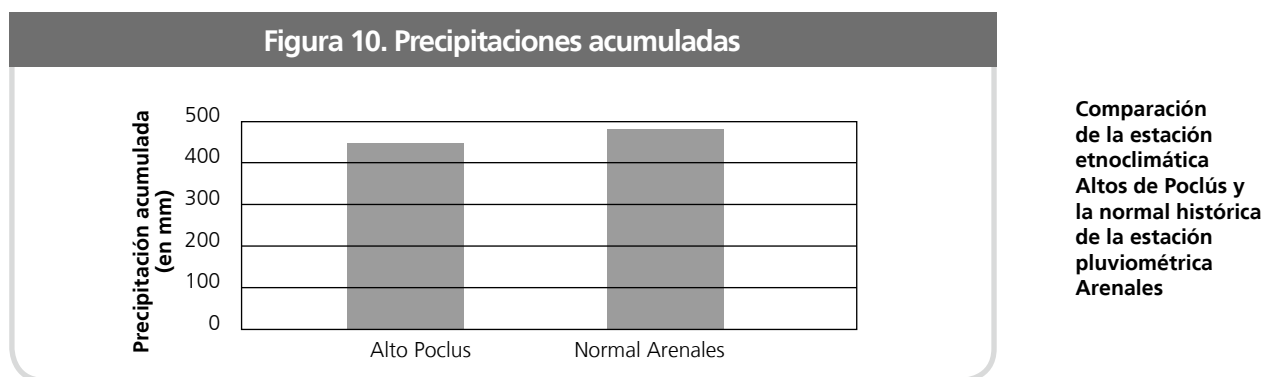
Subcuenca Yapatera	Promedio multianual de lluvias	Promedio multianual del periodo lluvioso (setiembre-abril)
Parte baja	400 mm a 700 mm	400 mm a 700 mm
Parte media	700 mm a 1 000 mm	700 mm a 900 mm
Parte alta	> 1 000 mm	> 900 mm

Es necesario mencionar que estos valores no reflejan las condiciones pluviométricas de localidades específicas que, por razones topográficas pueden ser bloqueadas o favorecidas en precipitaciones. Estas tampoco se observan en los mapas diseñados por Senamhi por la falta de una mayor aproximación topográfica.

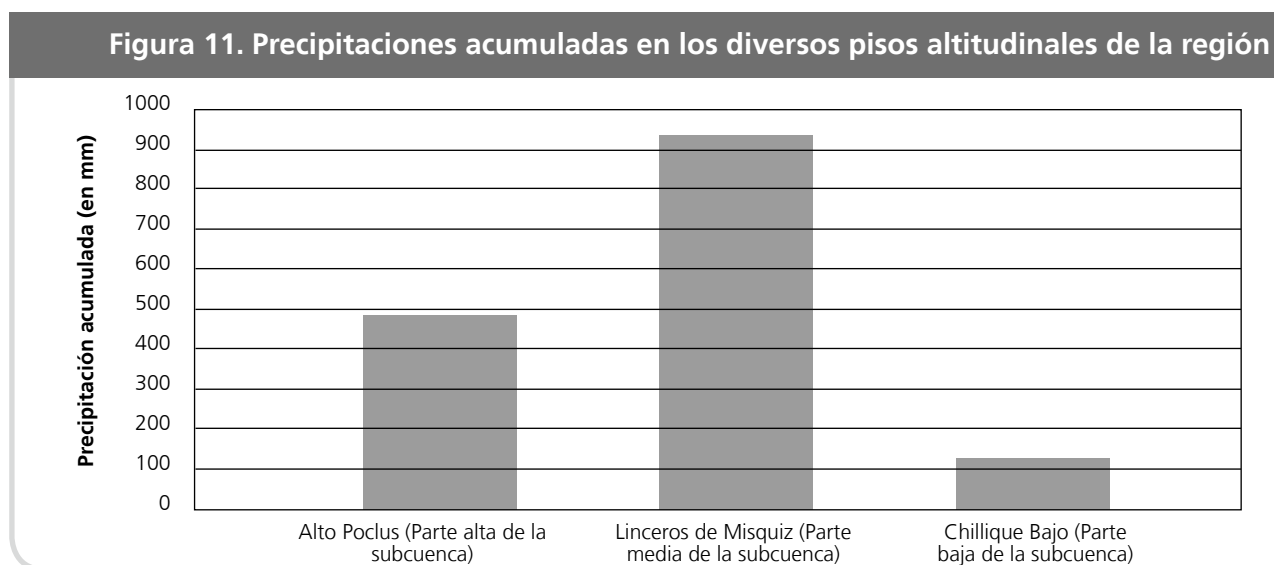
### (c) Condiciones microclimáticas (2006- 2007)

#### Comportamiento del periodo lluvioso 2006- 2007

La información que se presenta fue elaborada con datos de las estaciones etnoclimáticas del proyecto *Cambio climático-subcuenca Yapatera*. Las lluvias se iniciaron el 18 de diciembre de 2006 y finalizaron el 28 de abril de 2007. Este periodo lluvioso presentó un comportamiento irregular por el retiro temporal de lluvias desde el 18 de febrero al 6 de marzo de 2007. A pesar de ello, al finalizar el periodo lluvioso, los acumulados presentaron valores próximos a sus normales históricos, especialmente en las partes altas de la región (ver figura 10).



Las mayores cantidades de precipitación durante el periodo lluvioso 2006-2007 ocurrió entre los 1 000 y 2 500 msnm, tal como observamos en la **figura 11**.



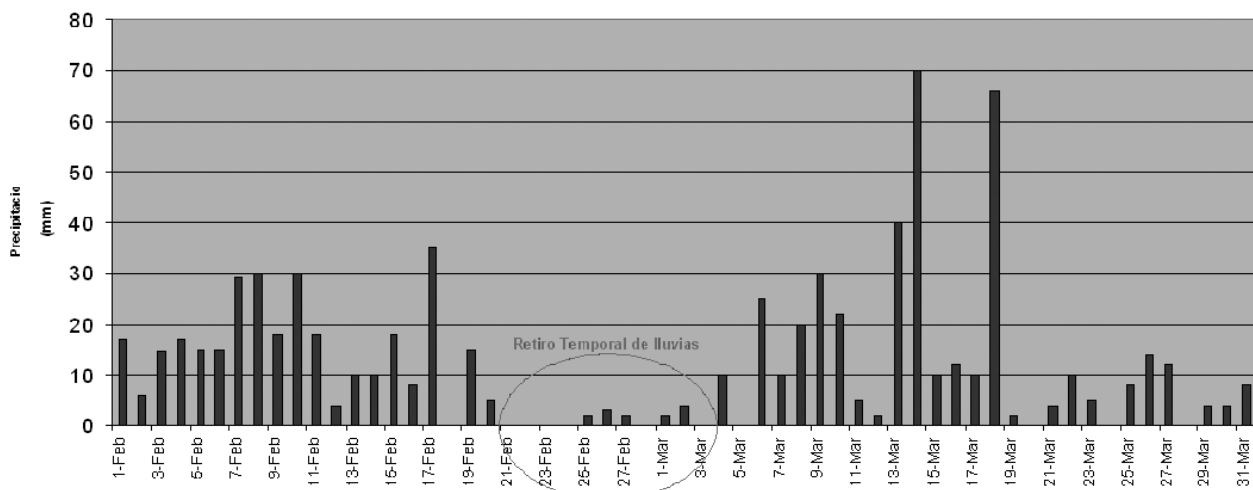
### Frecuencia de heladas

Durante el periodo de estudio, se registraron seis heladas agronómicas, en su mayoría sobre los 3 000 msnm, del 18 al 22 febrero (inusual), 22 al 23 de julio, 1 y 2 de agosto, 23 al 26 de agosto, 6 al 7 de octubre, 14 al 16 de octubre de 2007.

### Frecuencia de sequías

Durante el periodo de estudio, se presentó una sequía temporal que tuvo una duración de aproximadamente dos semanas (ver figura 12) del 21 de febrero al 5 de marzo.

Figura 12. Evolución de las precipitaciones en la estación etnoclimática de Frías



Nota: Obsérvese el retiro temporal de las lluvias después del 20 de febrero

### 4.2.2. Hidrología

El río Yapatera nace a los 3 300 msnm y desemboca en el río Piura, aproximadamente un kilómetro aguas arriba del puente Nácara, registrando una longitud de 47.7 km y una superficie de 217.24 km<sup>2</sup>. Su régimen de descargas es irregular y torrencioso, con alta variabilidad instantánea, diaria y mensual, principalmente en época de avenidas.

### 4.2.3. Suelos

En la subcuenca Yapatera, la distribución del uso de la tierra corresponde a sus diferentes condiciones climáticas; en especial, a la temperatura y precipitación y disponibilidad de humedad en el suelo. Entre los principales usos encontrados tenemos: agrícola, pecuario, forestal y poblacional. Predomina el uso pecuario, ocupando aproximadamente el 50 % de la cuenca, mientras que los usos agrícola y forestal abarcan aproximadamente el 20 % cada uno. En otros usos destacan el subtipo eriazo, con un 10 % aproximadamente, tierras sin posibilidad de algún uso agrícola.

El uso agrícola presenta una diferenciación marcada, de acuerdo a las condiciones climáticas, las que también han condicionado las actividades del poblador local; así tenemos, explotación agrícola intensa en la cuenca baja hasta los 800 msnm, explotación moderada en la cuenca media, entre los 800 y 3 200 msnm y explotación limitada en la cuenca alta, sobre los 3 200 msnm. La actividad pecuaria es dependiente de la disponibilidad de pastos y estos a su vez de las lluvias, ocurriendo dos modalidades de pastoreo: pastoreo continuo, sobre los 1 500 msnm y el pastoreo temporal, por debajo de esta altura.

El uso forestal en la cuenca no está de acuerdo con el potencial del recurso, ya que se da sobre el ecosistema del bosque seco, considerado muy frágil, con pocas posibilidades de regeneración.

Es importante destacar la vocación no minera de la subcuenca, por lo que se le podría considerar un espacio físico natural limpio, libre de residuos mineros y con amplias posibilidades de ubicación de productos agrícolas limpios en el mercado exterior.

#### **(a) Capacidad de uso mayor de las tierras**

La superficie y porcentaje de las diferentes categorías clasificadas se muestran en el **cuadro 5** y la **figura 13**.

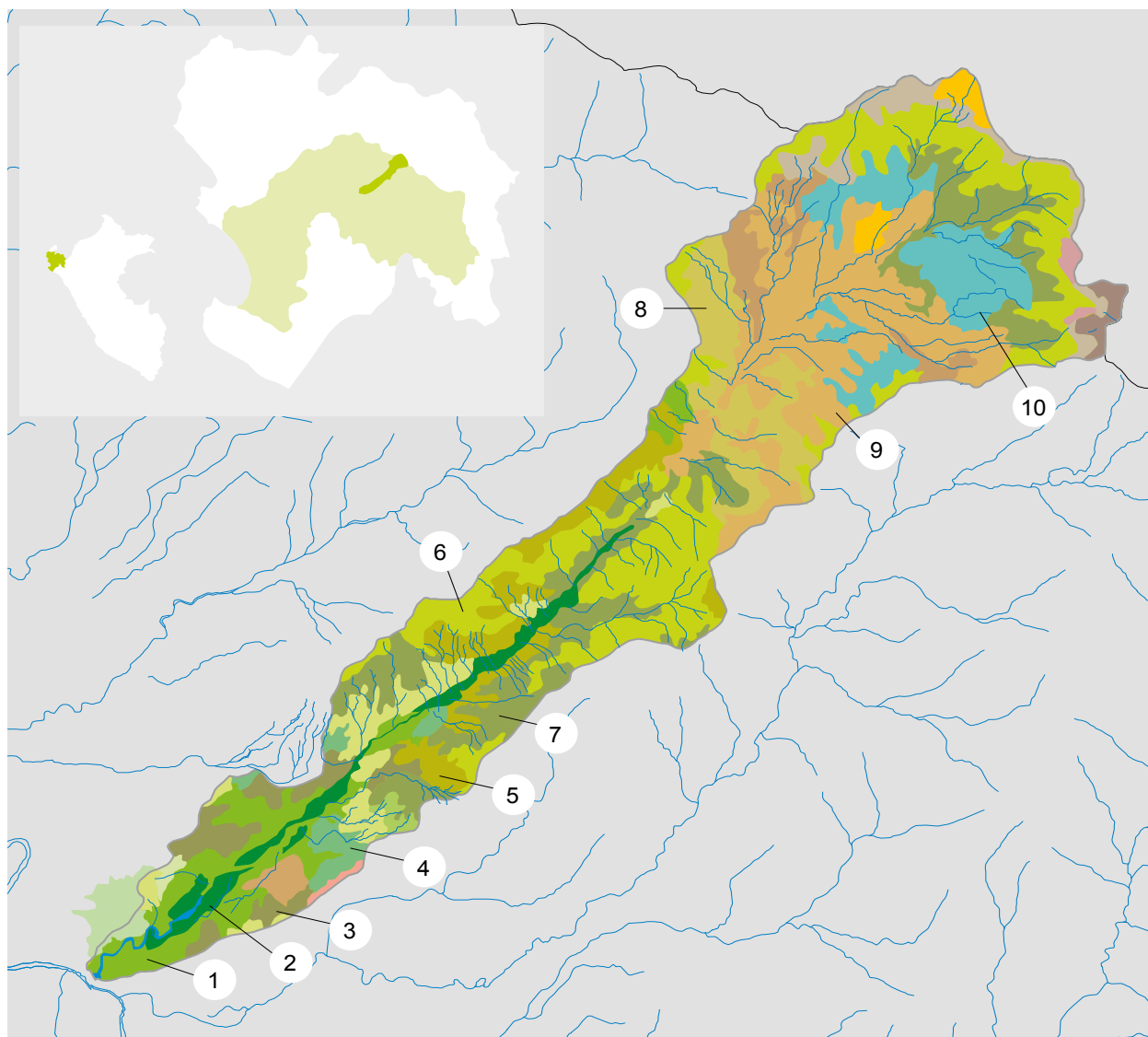


**Cuadro 5. Unidades de capacidad de uso mayor de suelos en la subcuenca Yapatera**

Descripción de las unidades de capacidad de uso	Proporción (en porcentaje)	Símbolo	Superficie	
			ha	%
<b>Unidades no asociadas</b>				
Cultivos en limpio, calidad agrológica media, limitaciones por suelos, necesidad de riego	100	A2s(r)	397.10	1.86
Cultivos en limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, necesidad de riego	100	A3s(r)	1 334.43	6.24
Cultivos en permanentes, calidad agrológica media, limitaciones por suelos, necesidad de riego	100	C2s(r)	164.47	0.77
Protección, limitaciones por suelo y erosión	100	Xse	4 409.31	20.64
<b>Unidades asociadas</b>				
Cultivos en limpio, calidad agrológica baja a media, limitaciones por suelos, necesidad de riego	70-30	A3s(r)-A2s(r)	53.10	0.25
Cultivos en permanentes, calidad agrológica media. Cultivos en limpio, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelos, necesidad de riego	70-30	C2s(r)-A3s(r)	696.11	3.26
Cultivos en permanentes, calidad agrológica media. Cultivos en limpio, calidad agrológica baja. Limitaciones por suelos y erosión, necesidad de riego	70-30	C3se(r)-A3se(r)	277.05	1.30
Cultivos en permanentes, calidad agrológica media, limitaciones por suelos y necesidad de riego. Tierras de protecciones, limitaciones por suelos	70-30	C2s(r)-Xs	378.28	1.77
Cultivos en permanentes, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, erosión y necesidad de riego. Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión	70-30	C3se(r)-Xse	830.29	3.88
Pastos, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, erosión y topografía. Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión	70-30	P3se(t)-Xse	1 311.86	6.14
Cultivos permanentes, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión. Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión.	70-30	C3se-Xse	3 385.58	15.84
Forestales, calidad agrológica media, limitaciones por suelos. Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión	70-30	F2s-Xse	115.73	0.54
Forestales, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión. Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión	70-30	F3se-Xse	627.99	2.94
Cultivos en permanentes, calidad agrológica media, limitaciones por suelos y necesidad de riego. Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión	70-30	C2s(r)-Xse	263.78	1.23
Pastos, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión. Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión	70-30	P3se-Xse	1 630.49	7.63
Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión. Pastos, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos, erosión y topografía	70-30	Xse-P3se(t)	98.78	0.46
Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión. Forestales, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión	70-30	Xse-F3se	3 023.07	14.14
Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión. Cultivos en limpio, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos	70-30	Xse-A3s	167.36	0.78
Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión. Cultivos permanentes, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión	70-30	Xse-C3se	98.93	0.46
Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión. Pastos, calidad agrológica baja, limitaciones por suelos y erosión	70-30	Xse-P3se	644.97	3.02
Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión. Forestales, calidad agrológica media, limitaciones por suelos y erosión	70-30	Xse-F2se	1 325.19	6.20
<b>Otras áreas</b>				
Centros poblados, ríos y lagunas. Estuarios			140.60	0.65
<b>Total</b>			<b>21 374.48</b>	<b>100</b>

Fuente: CONAM, 2005a

Figura 13. Capacidad de uso mayor de los suelos de la subcuenca Yapatara



1: Cultivo en limpio, calidad agrológica baja — 2: Cultivo en limpio, calidad agrológica media — 3: Cultivos en permanentes, calidad agrológica media; cultivos en limpio, calidad agrológica baja — 4: Cultivos en permanentes, calidad agrológica media; tierras de protección — 5: Pastos, calidad agrológica baja; tierras de protección — 6: Protección — 7: Tierras de protección; forestales, calidad agrológica baja — 8: Tierras de protección; forestales, calidad agrológica media — 9: Cultivos en permanentes, calidad agrológica baja; tierras de protección — 10: Pastos, calidad agrológica baja – tierras de protección

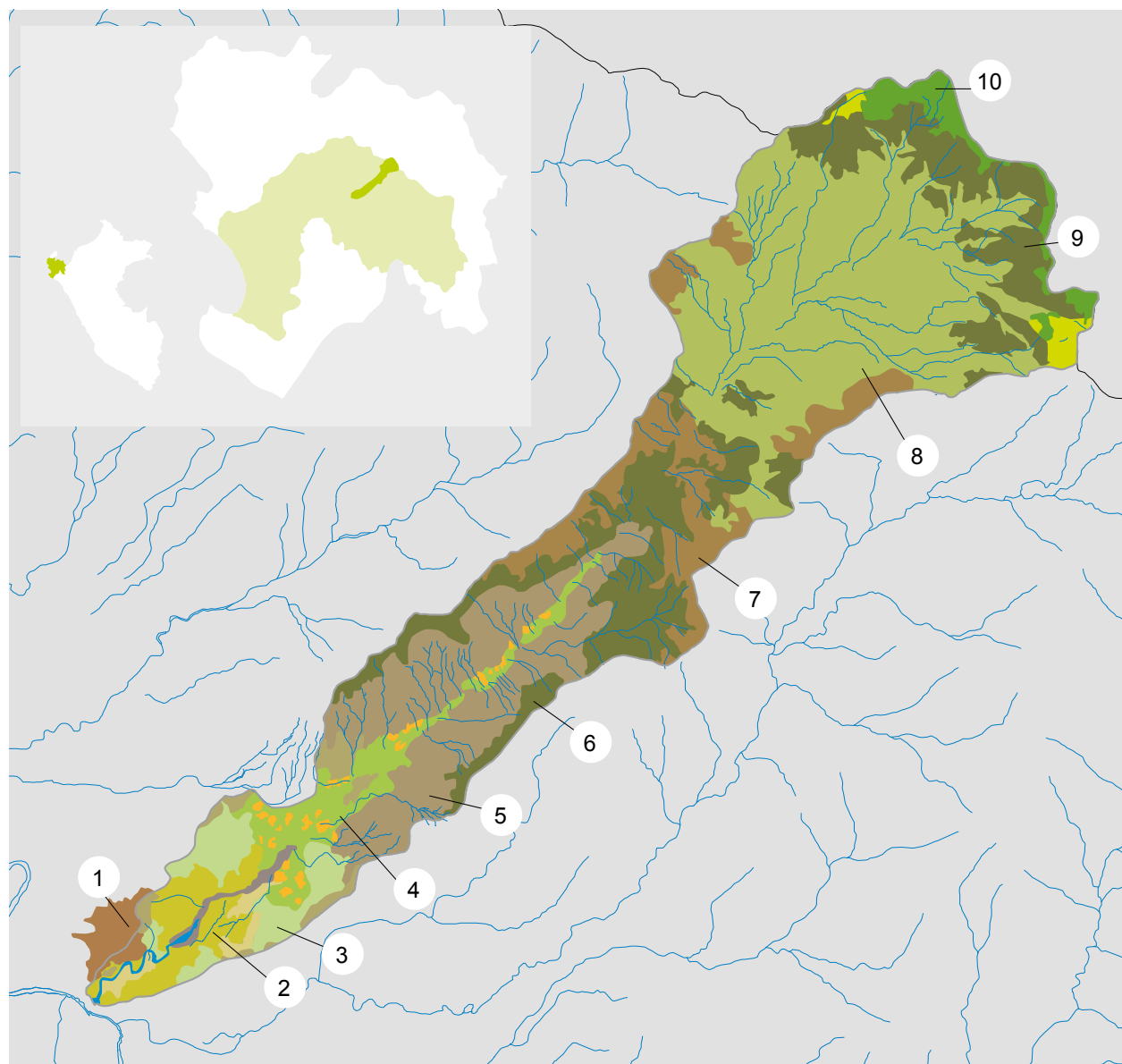
### (b) Uso actual de la tierra

En la zona de estudio se han diferenciado las siguientes clases, tipos y subtipos de uso del territorio **(ver cuadro 6 y figura 14)**.

Cuadro 6. Clasificación territorial		
Clase de uso	Tipo de uso	Subtipo de uso
Agrícola	Cultivos extensivos Cultivos fraccionados Frutales y/o permanentes Terrenos en descanso	Arroz Zona cálida Zona templada Zona fría Mango Limón
Pecuario	Extensivo	Pastoreo continuo Pastoreo temporal Pastos cultivados
Forestal	Leñoso	Caducifolios (cuenca media) Siempre verdes (cuenca alta)
Poblacional	Centros poblados	
Otros	Sin uso y/o improductivos	Inundables

Fuente: CONAM, 2005a

Figura 14. Uso actual de la tierra



1: Centros poblados — 2: Cultivos de frutales (mango y limón) — 3: Cultivos extensivos (arroz); terrenos en descanso — 4: Cultivos de arroz - 5: Pastoreo temporal; forestal leñoso — 6: Uso forestal leñoso caducifolio — 7: Cultivos fraccionados zona templada; terrenos en descanso — 8: Cultivos fraccionados zona templada; pastos cultivados — 9: Uso forestal leñoso siempre verdes — 10: Pastoreo continuo

### (c) Sensibilidad física

El **cuadro 7** muestra la sensibilidad física del uso de la tierra según clasificación.

Cuadro 7. Sensibilidad física								
Sensibilidad / factores	Muy alta (9-10)		Alta (6-8)		Moderada (4-5)		Baja (3-0)	
Uso agrícola	-		Cultivos fraccionados (zona templada) Cultivos fraccionados (zona templada), terrenos en descanso Cultivos fraccionados (zona templada), pastos cultivados Cultivos fraccionados (zona fría)	6	Cultivos fraccionados (zona cálida), terrenos en descanso Frutales (mango y limón)	4	Cultivo de arroz Cultivo de arroz, terrenos en descanso	3
Uso pecuario	-		Pastoreo temporal Pastoreo temporal, leñoso (cuenca media)	8	Pastoreo extensivo continuo	5		
Uso forestal	Forestal leñoso (cuenca media)	9	- Leñoso (cuenca alta)	7				
Otros	Sin uso inundable	10						

Fuente: **CONAM, 2005a**

### (d) Tipos de cultivos

Presentamos una clasificación de los tipos de cultivo y sus riesgos:

- La producción agrícola en la subcuenca Yapatera es menos vulnerable que la de San Francisco, ya que los daños en la producción de limón y mango observados resultantes de las alteraciones microclimáticas ocasionadas por el FEN de 1997-1998 fueron menores, debido a que en la zona de San Francisco (Tambo Grande) se registraron las máximas precipitaciones (1 400 mm)
- El sistema de producción de cultivos en la zona de Yapatera es generalmente mixto: los frutales están mezclados con limón y mango. Además, cultivos de pan llevar como arroz; en cambio, en la zona de San Francisco las plantaciones de frutales son de monocultivo (mango o limón, o mango y limón), con variedades de exportación que se siembran en esta zona
- En la subcuenca de Yapatera se han realizado experiencias de chacras ecológicas en la localidad de Palo Blanco, llegándose a exportar mango orgánico
- En esta subcuenca el cultivo de maíz y mango es de vulnerabilidad alta, el limón de vulnerabilidad media y el arroz de vulnerabilidad baja

#### 4.2.4. Ecológica

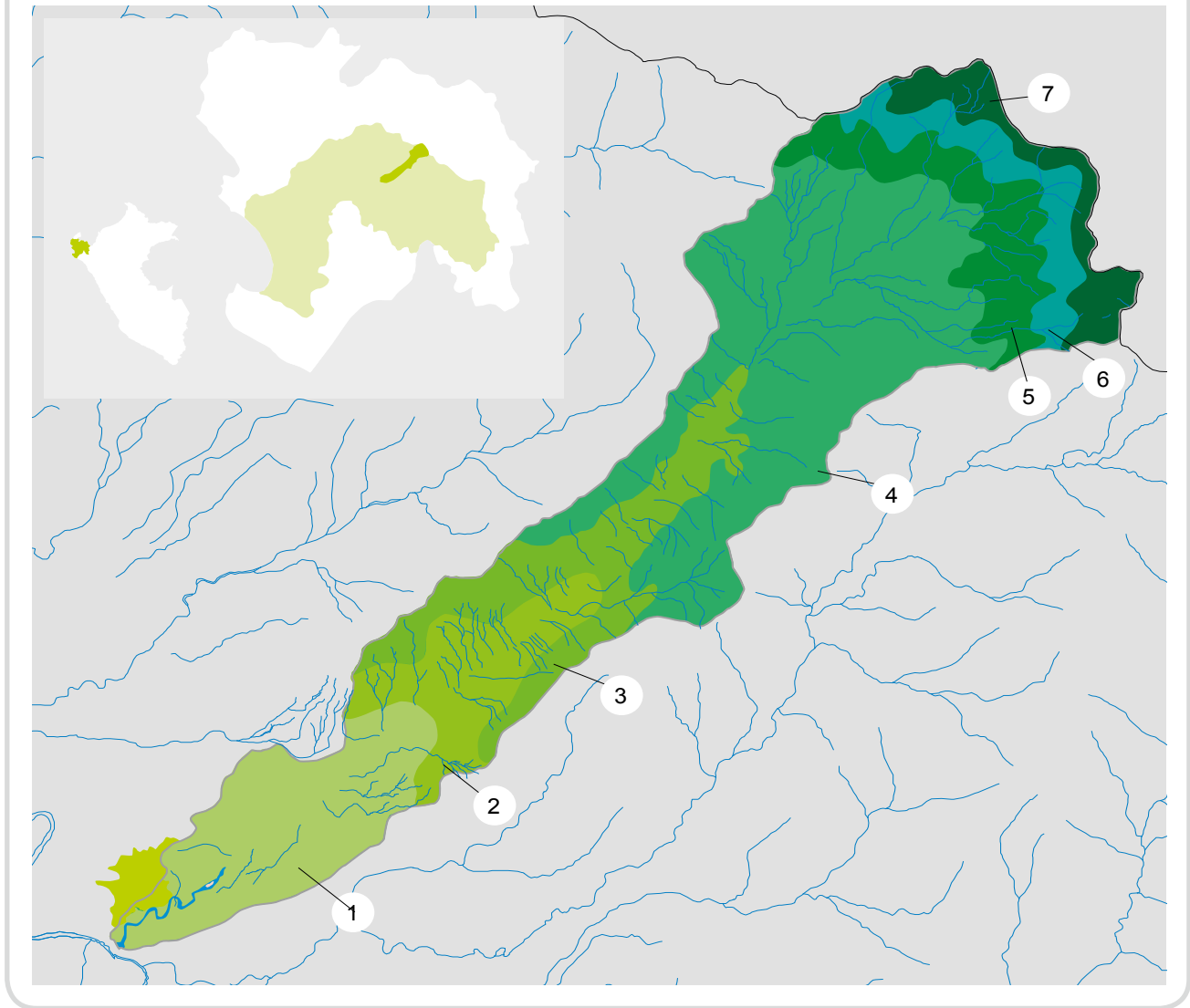
##### (a) Zonas de vida

Según el Inrena, el territorio de la subcuenca Yapatera comprende 7 zonas de vida propias de la sierra y la costa (**ver figura 15**):

- El monte espinoso tropical (1), se encuentra por debajo de los 500 msnm. Su temperatura fluctúa entre 24 °C y 25 °C, con condiciones de poca humedad. Entre las especies vegetales predominan el ceibo (*Ceiba pentandra*), pasallo (*Eriotheca ruzzi*), palo santo (*Bruñera graveolens*), algarrobo (*Propopsis pálida*), charán (*Caesalpinia corimbosa*), entre otros
- El matorral desértico premontano tropical (2) es parte de la cuenca media del río Piura, cerca de las estribaciones occidentales de la zona occidental de la cordillera de los Andes. Su topografía tiene pendientes suaves, las lluvias totales varían entre 120 mm y 250 mm y las temperaturas medias entre 23 °C y 24 °C, con condiciones de humedad árida. Se observan las especies de sapote (*Capparis angulata*), bichayo (*Capparis ovalifolia*) y cactáceas, también presenta una vegetación herbácea rala, caracterizada por gramíneas
- El monte espinoso premontano tropical (3) se circunscribe hacia el lado de la vertiente occidental de la subcuenca con una configuración topográfica predominantemente de quebrada, la lluvia es de 378.8 mm. La temperatura media multianual es inferior a los 24 °C y condiciones de humedad semiárida. Destacan el pasallo (*Eriotheca ruzzi*), guayacán (*Tabebuia rrysantha*) así como vegetación arbustiva borrachera (*Ipomea comea*)
- El bosque seco premontano tropical (4) se ubica en las laderas de la vertiente occidental de la cordillera de los Andes, entre los 1 000 y 1 800 msnm. Dominantemente inclinada, es parte de los valles interandinos, las lluvias totales varían entre 622 a 1 046 mm. La temperatura media varía entre los 16 °C y 20 °C con subhumedad. Entre las especies vegetales están la tara (*Caesalpinia tinctoria*), las achupallas (*Puyasp*), la cabuya (*Fourcroya sp*) y el maguey (*Agave sp*)
- El bosque seco montano tropical (5) se ubica entre los 2 000 a 2 500 msnm, con relieve plano, propio de las terrazas de los valles interandinos. Las lluvias totales tienen un promedio de 850 mm y su temperatura media fluctúa ente los 13 °C y 15 °C con subhumedad. La vegetación primaria ha sido sustituida en gran parte por cultivos
- El bosque húmedo montano bajo tropical (6) se ubica entre los 2 500 a 2 900 msnm. El relieve es predominantemente inclinado. La lluvia anual es de 900 a 1300 mm y su temperatura media varia entre los 12 °C y 14 °C, bajo condiciones de humedad. La vegetación original ha sido desboscada, donde se han instalado actividades agrícolas y pecuarias

- El bosque húmedo montano tropical (7) se ubica en la cuenca alta, el relieve es predominantemente empinado, la lluvia multianual varia entre los 600 y 900 mm. La temperatura media anual fluctúa entre 9 °C y 12 °C, bajo condiciones de humedad. Presenta especies como *Bacharis sp*, *Monina sp*, *Lupinus sp* y *Robus*

Figura 15. Zonas de vida



## 4.2.5. Socioeconómica

### (a) Población

A nivel de subcuenca, en 1993, la población ascendía a 52 600 habitantes, como se indica en el **cuadro 8**.

Cuadro 8. Población de la subcuenca Yapatera				
Distritos	Número de centros poblados en subcuencas	Total centros poblados	Población de la subcuenca	Porcentaje respecto a la población distrital
Frías	29	83	7 801	38.4 %
Chulucanas	11	57	44 799	60.5 %
Total	40	140	52 600	56 %

Fuente: INEI, 2008 (Censo Nacional de Población y Vivienda 1993)

### (b) Educación

En lo relativo a la educación en el año 2004 el distrito de Frías tenía un total de 6 729 estudiantes inscritos en el nivel inicial, primario y secundario; sin embargo, estos solo constituían el 66 % de la población en edad escolar. En este mismo distrito, la deserción escolar es significativa, el 2002 alcanzó el 8 % en el nivel primario y el 10 % en secundario. La población estudiantil de Chulucanas es significativamente mayor, en el 2004 había 22 085 estudiantes inscritos en los tres niveles educativos. El nivel primario se encuentra extendido generalmente en todos los centros poblados de los dos distritos, mientras que los niveles inicial y secundario solo en los centros poblados grandes. Los dos distritos cuentan con un instituto superior tecnológico.

En ambos distritos, una gran proporción de los centros educativos carecen de servicios básicos. En Chulucanas, el 41 % carecía de agua conectada a red pública, el 37 % de desagüe y el 52 % de luz eléctrica. Esta deficiencia es mayor aún en Frías, donde la mayoría de centros escolares funcionan en establecimientos inadecuados, muchos en estado de deterioro.

### (c) Salud

En lo relativo a las condiciones de salud, en Frías, durante el año 2002, las principales causas de mortalidad general fueron las siguientes (en orden de importancia):

- Infecciones agudas de las vías respiratorias
- Enfermedades de la cavidad bucal
- Helmintiasis
- Enfermedades infecciosas intestinales
- Desnutrición
- Anemia
- Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo
- Infecciones del sistema urinario



En Chulucanas, durante el año 2003, las principales causas de la mortalidad general fueron:

- Infecciones agudas de las vías respiratorias
- Desnutrición
- Otras infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores
- Enfermedades infecciosas intestinales
- Enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales y de los maxilares
- Infecciones con modo de transmisión predominantemente sexual
- Otros trastornos maternos relacionados principalmente con el embarazo
- Otras enfermedades del sistema urinario
- Helmintiasis
- Enfermedades inflamatorias de los órganos pélvicos femeninos

En ambos distritos, la mayor incidencia de enfermedades se produce en las mujeres, especialmente en las niñas. A la mortalidad influyen las condiciones del saneamiento, calidad del agua, alimentación, ingreso de las familias, condiciones culturales y el acceso a los servicios de salud pública. Se puede identificar también una relación entre el clima y la presencia de algunas enfermedades, a lo que en Frías se agrega la carencia de medicamentos y deficientes vías de comunicación, que hacen difícil el tratamiento y traslado de los enfermos que requieren atención especializada, produciéndose una mayor afectación de la salud en los pobladores rurales de precaria condición socioeconómica.

#### **(d) Infraestructura**

En Frías, las viviendas son predominantemente construidas de adobe (97 %), con techo de tejas (90.5 %) y piso de tierra (95 %). En Chulucanas, el 61 % de las viviendas son de adobe o tapial; el 70 % tiene techo de tejas y 71 % piso de tierra. Estas características hacen a las poblaciones muy vulnerables a lluvias excepcionales producidas durante los FEN.

En Chulucanas, la cobertura de agua alcanza al 87 % de la población urbana. En los centros poblados rurales de la parte baja de la subcuenca Yapatera, el agua es extraída del subsuelo mediante pozos tubulares y bombas manuales. En el primer caso, se llega a la cloración y al tendido domiciliario; en el segundo, las familias almacenan el agua en sus domicilios, pero bajo condiciones no seguras.

Algunos caseríos de la parte baja de la subcuenca, como Palo Blanco o Platanal Bajo, hacen uso del agua del río Yapatera para su consumo, lavado de ropa, consumo de animales, a pesar del nivel de contaminación que sufre el río por las aguas servidas arrojadas en la parte alta.

En Frías, solo el 4 % de la población cuenta con servicios higiénicos domiciliarios conectados a la red pública, 2 % cuenta con pozo ciego y el 94 % no posee ningún servicio. En Chulucanas, solamente el 17 % cuenta con servicio conectado a la red pública, 34 % usa letrinas, 1 % usa acequias y el 48 % restante no cuenta con este servicio.

### **(e) Agrícola**

En Frías, la actividad agropecuaria mantiene una diversidad de cultivos alimenticios tradicionales. Los cultivos permanentes predominantes son la chirimoya, lúcuma, palto, café, granadilla, plátano, caña de azúcar y los cultivos transitorios predominantes son la cebada grano, maíz amarillo duro, maíz amiláceo, trigo, ajo, arveja grano seco, frejol grano seco, zarandaja, oca, olluco, papa, yuca. La ganadería de animales mayores y menores conserva cierta prioridad en la economía de Frías. Según el censo nacional agropecuario del año 1994, el distrito de Frías contaba con 3 679 unidades productivas agropecuarias equivalente a 45 803.90 ha.

La subcuenca del río Yapatera pertenece a la administración técnica del distrito de riego alto Piura y a la junta de usuarios alto Piura; la parte baja de la subcuenca coincide con el ámbito de la comisión de regantes Yapatera, con sede en la ciudad de Chulucanas. Esta comisión administra dos canales de riego, uno en cada margen del río y tiene 3 015 usuarios y con un área agrícola de 5 473.04 ha. El 85 % de los usuarios tiene menos de 3 ha, el 13.86 % de 3 a 10 ha, el 1.06 % de 10 a 50 ha y el 0.08 % más de 50 ha. La alta fragmentación de la tierra, junto con la concentración de tierras en pocas manos, particularmente por agentes externos al valle, son procesos que ocurren en paralelo en esta parte de la subcuenca. En los sectores medio y alto de la subcuenca, la administración de riego es realizada de acuerdo a usos y costumbres establecidas en cada área.

Los principales cultivos del distrito de Chulucanas son el limón sutil, mango, naranjo, palto, tamarindo, taperiba, cacao, arroz cáscara, maíz amarillo, sandía, ají, cebolla, camote, yuca, frejol caupí, zarandaja, frejol de palo, soya, papaya, marigold, algodón, pasto elefante, pasto sudán, otros pastos, cocotero. El distrito de Chulucanas, al igual que el valle de San Lorenzo, ha experimentado un crecimiento notable de las áreas frutícolas, especialmente las variedades de mango para la exportación. En el 2002, la producción de mango de Chulucanas representaba el 37.8 % del volumen total de producción del departamento de Piura.

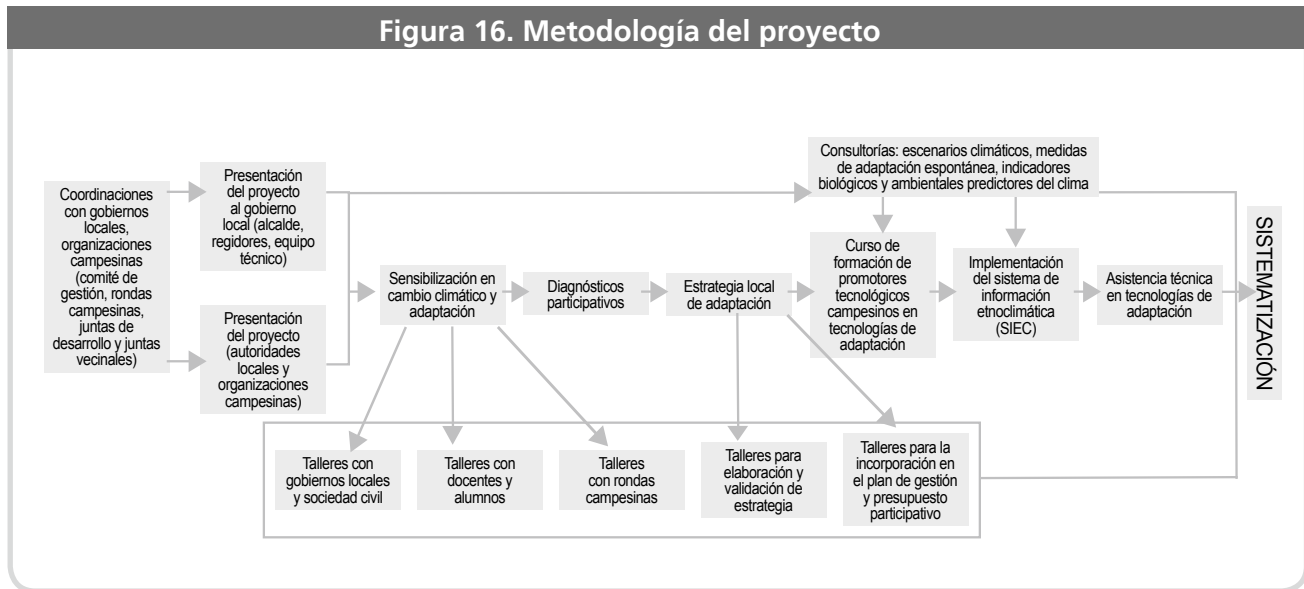
### **4.3. Secuencia metodológica**

Para el presente estudio, se debió descartar el conocimiento más empírico debido a su heterogeneidad, que obligó metodológicamente a elegir o seleccionar a individuos que poseyeran los mejores criterios, legitimados por personas de su entorno al reconocer su experiencia y el acierto frecuente de sus opiniones. Lo que implica, a su vez, un conocimiento transmitido eficazmente.

La secuencia metodológica seguida fue la siguiente:

- Coordinaciones con gobiernos locales, organizaciones campesinas (comités de gestión, rondas campesinas, juntas de desarrollo y juntas vecinales)
- Presentación del proyecto al gobierno local (alcalde, regidores, equipo técnico)
- Presentación del proyecto a autoridades locales y organizaciones campesinas (Frías, Chulucanas)
- Ejecución de talleres de sensibilización sobre cambio climático y adaptación, de autodiagnóstico, incorporación de proyectos para la adaptación en los presupuestos participativos de los distritos de Frías y Chulucanas, diseño de medidas de adaptación y estrategia local de adaptación
- Estudios de consultorías: escenarios climáticos, medidas de adaptación espontáneas, indicadores biológicos y ambientales (predictores del clima)
- Formación de promotores tecnológicos campesinos en tecnologías de adaptación
- Implementación del sistema de información etnoclimática
- Asistencia técnica a promotores tecnológicos campesinos en medidas de adaptación
- Parcelas experimentales de tecnologías de adaptación

En la **figura 16** se puede apreciar esta secuencia en forma gráfica.



## 5. ESTRATEGIAS

El equipo de trabajo priorizó cuatro líneas estratégicas para el logro de sus objetivos, las cuales se pueden enmarcar dentro de lo que se ha denominado gestión de cuencas. Las líneas estuvieron relacionadas con:

- Capacitación comunitaria, en el ámbito de la subcuenca Yapatera. Se priorizó la capacitación a diferentes organizaciones, apostando por la sensibilización y desarrollo de capacidades de adaptación frente al cambio al cambio climático
- Organización, se fortalecieron las organizaciones locales y sociedad civil, contribuyendo a la integración y concertación para la elaboración de estrategias locales de adaptación al cambio climático
- Tecnologías, se desarrollaron capacidades tecnológicas dirigidas a la optimización del uso del agua y manejo y conservación de suelos, aprovechamiento eficiente de pasturas y la siembra de cultivos alternativos con características adecuadas para la adaptación al cambio climático
- Sistema de información etnoclimático, se valoró el saber climático local y se promovió el desarrollo de habilidades de recojo y toma de datos meteorológicos. Además se apostó por la formación de promotores climáticos y se realizaron alianzas con instituciones locales

Cada línea estratégica tuvo a su vez dos entradas transversales referidas a dos tipos de tecnologías: apropiada o tradicional. En el **cuadro 9** se presentan las líneas estratégicas priorizadas.

**Cuadro 9. Estrategias de adaptación**

Actividades priorizadas	Tecnologías apropiadas	Tecnologías tradicionales
Capacitación comunitaria	√	√
Organización de gobiernos locales y sociedad civil	Saberes contemporáneos	Saberes locales
Tecnologías: conservación de suelo y uso eficiente de agua	√	√
Sistema de información etnoclimático	Contemporáneas	Tradicionales, comunales



## 6. RESULTADOS

Los resultados del trabajo se han agrupado en cinco grandes rubros: vulnerabilidad, escenarios climáticos, riesgos, medidas de adaptación y valoración económica. Estos rubros están referidos específicamente a la subcuenca del río Yapatera y tienen como referencia el trabajo realizado previamente dentro del proyecto Proclim, en el cual participó Soluciones Prácticas-ITDG junto al CONAM, Senamhi, Inrena, Concytec y la autoridad autónoma de la cuenca hidrográfica Chira-Piura. Este proyecto, realizado entre 2003 y 2005, generó información detallada sobre la cuenca del río Piura y la subcuenca del río Yapatera. Parte de los resultados del proyecto Proclim están presentes en este trabajo, por la participación de Soluciones Prácticas-ITDG en este.

### 6.1. Vulnerabilidad

#### 6.1.1. Factor físico-natural

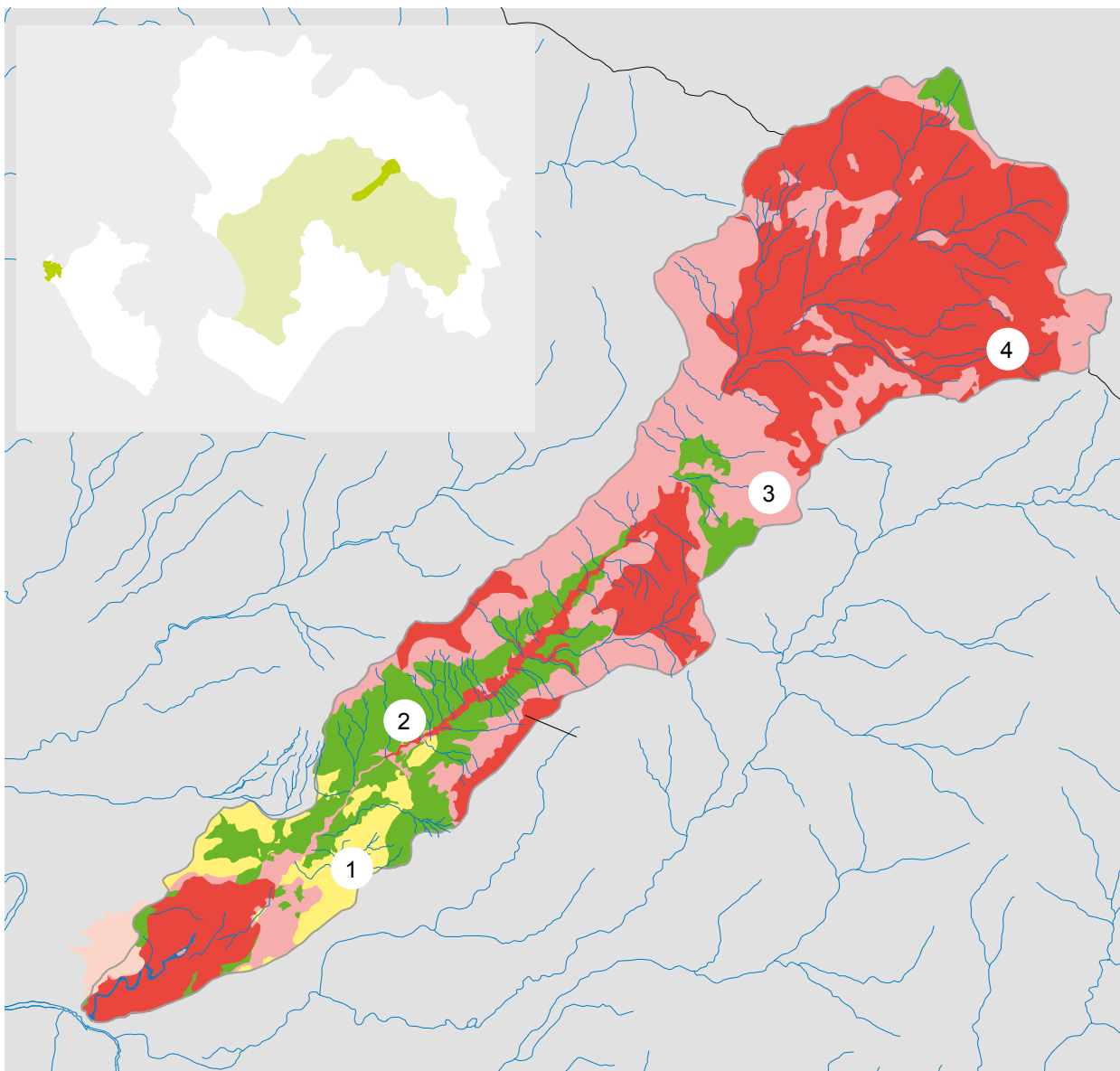
El sistema tendrá un mayor nivel de vulnerabilidad en la medida que sufra mayores impactos por los efectos del cambio climático; de otro lado, su capacidad de adaptación será poco significativa en relación a estos últimos. Es pertinente mencionar que en la medida que la población se encuentre organizada para la aplicación de medidas y procesos de adaptación, el nivel de vulnerabilidad podrá ser atenuado y, en el mejor de los casos, reducido.

Las unidades de vulnerabilidad han sido definidas mediante la integración a través del sistema de información geográfica. Se inició con integraciones parciales de los aspectos relacionados con la hidrología, geomorfología y el uso del territorio, sumando aspectos como sensibilidad de la infraestructura de riego y drenaje, así como sensibilidad de cultivos a los cambios microclimáticos. Es pertinente mencionar también que existen otros aspectos antrópicos, tales como la tala y pastoreo indiscriminado o el uso de plaguicidas químicos en actividades agrícolas, que ejercen presión sobre el sistema e incrementan su sensibilidad permitiendo que aumente el nivel de vulnerabilidad física natural del mismo.

El mayor porcentaje de tierras presenta un nivel de vulnerabilidad alta (62.56 %), siendo el 26 % de la superficie de vulnerabilidad muy alta. Es en estas tierras donde debe aplicarse en forma prioritaria y urgente un sistema de medidas y procesos de adaptación, los cuales, según las proyecciones a nivel nacional y global, podrían agravarse por efecto de la presión que ejerce el cambio climático.

El **cuadro 10** describe los niveles de vulnerabilidad física natural de la subcuenca Yapatera y la **figura 17** muestra su distribución en el territorio.

Figura 17. Distribución de la vulnerabilidad física



Nivel de vulnerabilidad: 1) Baja — 2) Media — 3) Alta — 4) Muy alta

**Cuadro 10. Niveles de vulnerabilidad física natural**

Nivel de vulnerabilidad	Descripción general	Sensibilidad geomorfológica (SG)	Sensibilidad hidrológica (SH)	Conflictos de uso (CU)	ha	%
<b>Baja</b>	Presenta sensibilidad geomorfológica baja, sensibilidad hidrológica baja, no presenta conflictos de uso Los lugares de la zona baja de la subcuenca cercanos a la localidad de Yapatera, especialmente donde hay explotación de cultivos en limpio o donde las tierras son utilizadas de acuerdo a su potencial	SG: baja Los procesos geomorfológicos son menos perceptibles, existiendo una mayor estabilidad de los componentes del paisajes. Erosión hídrica: baja Escorrentía: 19-47 mm Pendiente A: 0-4 %	SH: baja Inundaciones: baja Libre de inundaciones, en pendientes B-F Sequía: baja Ausencia de precipitación, caudales menores a 0.003 m³/s, pendientes de A-F	No se presenta conflictos de uso, apreciándose que se le da el uso a la tierra de acuerdo al potencial que le corresponde, de acuerdo a las condiciones de humedad, pendiente y ecología en general	405.54	1.91
<b>Media</b>	Presenta sensibilidad geomorfológica media, sensibilidad hidrológica baja a media, puede o no haber conflictos de uso Se encuentra ubicada desde el límite de la zona alta de la cuenca hacia la parte baja, como el área alrededor de las áreas de cultivo del sector Panecillos	SG: baja Los procesos geomorfológicos son menos perceptibles, existe una mayor estabilidad de los componentes del paisaje Erosión hídrica: media Escorrentía: 94-131 mm Pendiente C-D: 8-25 %	SH: baja-media Inundaciones: media Caudal 1 481 m³/s y pendiente A (0-4 %) Sequía: moderada Caudales de 0-0.003 m³/s, agua subterránea disponible y pendientes de A-B (0-8 %)	Puede presentar o no conflictos de uso. Se determinan conflictos de uso cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo, se detecta que en tierras con aptitud para cultivos forestales o pastos se siembran cultivos intensos	1871.08	8.75



Nivel de vulnerabilidad	Descripción general	Sensibilidad geomorfológica (SG)	Sensibilidad hidrológica (SH)	Conflictos de uso (CU)	ha	%
<b>Alta</b>	Presenta sensibilidad geomorfológica moderada a muy alta, sensibilidad hidrológica media a alta, son evidentes los conflictos de uso. Se presenta en la zona media y alta de la cuenca. Se pueden distinguir lugares como la cabecera de cuenca que limita con la meseta andina, los alrededores de la ciudad de Frías, Olleros, Tucaque, Cahingará, Santa Rosa.	SG: baja moderada y alta. Moderada: ocurren procesos geodinámicos de moderada magnitud en áreas parcialmente ocupadas por el hombre. Se presenta en todo el litoral y en la parte media y baja de la cuenca; áreas cubiertas con mantos de arena móviles, superficies plano-onduladas, superficies planas de origen erosional y parte de laderas de montaña con moderada disección. Alta: geodinámica acelerada en épocas de alta precipitación o por ocurrencia de sismos de gran magnitud. Abarca laderas de montaña con intensa disección y vertientes montañosas. Erosión hídrica: media. Escorrentía: 94-131 mm. Pendiente C-D: 8-25 %.	SH: media. Inundaciones: media. Caudal 1 481 m <sup>3</sup> /s y pendiente A (0-4 %). Sequía: moderada. Caudales de 0-0.003 m <sup>3</sup> /s, agua subterránea disponible y pendientes de A-B (0-8 %).	Se determinan conflictos de uso en un alto porcentaje del territorio, cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo, se detecta que en tierras con aptitud para cultivos forestales o pastos se siembran cultivos intensos.	13 366.10	62.53
<b>Muy alta</b>	Presenta sensibilidad geomorfológica alta a muy alta, sensibilidad hidrológica media a alta, los conflictos de uso de la tierra son evidentes en gran porcentaje del área. Ocurre mayormente en la zona alta de la cuenca, en localidades como Cachirís, Chonta, Huamingas, Liza, Chucapiz, Arrayán y Algarrobal. También en zonas de los alrededores de la ciudad de Chulucanas, básicamente por el riesgo de inundaciones que tiene la zona ante eventos extremos de precipitación y caudal del río Yapatera.	SG: alta y muy alta. Muy alta: ocurren inundaciones, erosión ribereña, pérdida de áreas agrícolas y daño en áreas ocupadas por el hombre. Comprende todo el bajo Piura hasta la desembocadura del río, incluida la zona agrícola y la depresión Ramón. Erosión hídrica: alta. Escorrentía: 161-474 mm. Pendiente E-F: 25-50 %.	SH: alta. Inundaciones: alta. Caudal 1 481-3 500 m <sup>3</sup> /s y pendiente A (0-4 %). Sequía: moderada-alta. Caudales de 0-0.008 m <sup>3</sup> /s y pendientes de B-F (4-50 %).	Se determinan conflictos de uso en un alto porcentaje del territorio, cuando las condiciones del terreno no son adecuadas para una actividad determinada, por ejemplo, se detecta que en tierras con aptitud para cultivos forestales o pastos se siembran cultivos intensos en la parte media y alta de la cuenca.	5 591.16	26.16
Otras áreas (centros poblados, ríos y lagunas)					140.6	0.7
<b>Total</b>					<b>21 374.48</b>	<b>100.0</b>

Fuente: CONAM, 2005a

Lo anterior indica que gran parte del territorio está sometido a elementos de presión natural, lo cual se agrava a consecuencia de las actividades antrópicas, es decir que a la inestabilidad física natural, como la que producen los procesos geodinámicos y la sensibilidad por hidrología, se añaden como elementos amplificadores las actividades humanas que generan conflictos de uso del territorio, degradación de los recursos por uso de sustancias químicas tóxicas, actividades contaminantes como el desecho de sustancias extrañas al ambiente tanto de residuos sólidos como líquidos, etc.

### 6.1.2. Factor socioeconómico

Presentamos a continuación las formas de vulnerabilidad que presentan los componentes del sistema de la subcuenca del río Yapatera en sus partes alta, media y baja. Se han tomado en cuenta a los recursos naturales, agricultura, ganadería, servicios básicos y vivienda (**ver cuadro 11**).

**Cuadro 11. Vulnerabilidad socioeconómica**

	<b>Componentes del sistema (recursos naturales)</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
<b>Cuenca alta y media</b>	Suelo	Conflictos de uso de tierra
		Malas prácticas agrícolas, deforestación, cambio de aptitud, erosión y degradación de suelos
	Agricultura	Débiles capacidades en manejo integrado de cultivos Investigación reducida Reducida asistencia técnica y sanidad agropecuaria Poca información de mercado Débil organización de productores
	Ganadería	Pasturas no resistentes Débiles capacidades de manejo integrado de prácticas ganaderas Bajo mejoramiento genético ganadero Bajas capacidades técnicas de sanidad pecuaria Débil organización e información de mercado
	Servicios básicos	Bajos niveles de salubridad Infraestructura precaria Escasa salud preventiva Morbilidad y desnutrición infantil Currículo educativo desligado de la realidad rural Baja inversión en saneamiento ambiental Débil educación para el cuidado de infraestructura de agua
	Vivienda y hábitat	Ubicación en zonas de riesgo Poca información sobre tecnología de energía renovable Uso de madera como leña y energía Ubicación vulnerable de centros poblados Debilidad en capacidades de decisión Inadecuados estudios de desarrollo urbano

	Componentes del sistema (recursos naturales)	Vulnerabilidad
Cuenca baja	Agricultura	Acceso restringido a servicios de producción agrícola Débiles capacidades en el manejo integrado de cultivos y sanidad agraria Fuerte distribución espacial del cultivo de arroz Débil promoción de cultivos alternativos Escasa protección de riberas, sistemas e infraestructura de riego
	Pecuaria	Aprovechamiento irracional del bosque seco Poco conocimiento del aprovechamiento sostenible indirecto del bosque seco Poca asistencia técnica y sanidad Débil organización de la producción ganadera
	Gestión del agua de riego	Deficitarios sistemas de almacenamiento de agua Precaria infraestructura de conducción y distribución Inadecuadas prácticas de aplicación de riego Desigualdades en el sistema de reparto de agua Organizaciones de regantes debilitadas Debilidad para el incremento de cultivos alternativos Débil organización de productores

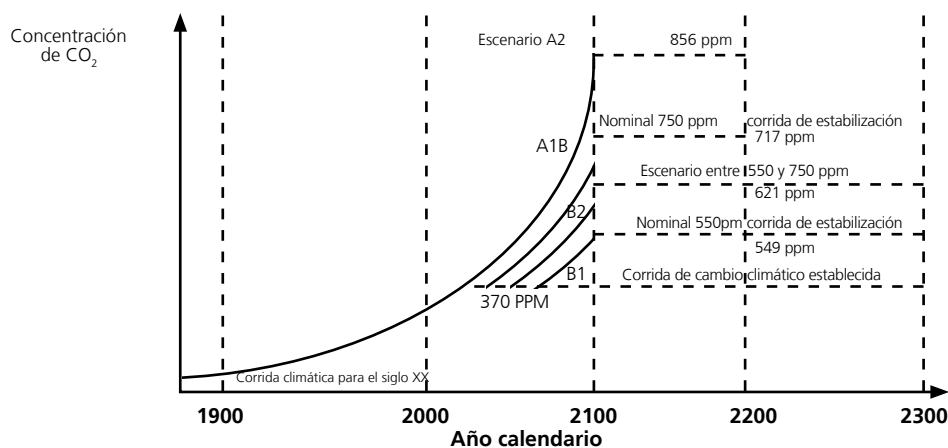
Fuente: Canovas, 2006

## 6.2. Escenarios de cambio climático en la subcuenca Yapatera

Para conocer los nuevos escenarios de cambio climático en la subcuenca del Yapatera es necesario saber qué concentración de CO<sub>2</sub> presentará la atmósfera en las siguientes décadas (**ver figura 18**). Así, el IPCC considera que la atmósfera tendrá las siguientes concentraciones de CO<sub>2</sub> estabilizados para el 2100.

Figura 18. Estabilización de escenarios propuesto por el IPCC

El escenario A1B es preferible al escenario A2 porque la concentración en el 2100 del escenario A1B está más cercana a 750 ppm que A2



(1) Corrida de escenario (con ensamblado): A2, A1B, B2, B1

(2) Corrida de estabilización de escenario (con ensamblado): corrida 550 ppm, 750 ppm

Los escenarios de cambio climático para la cuenca del río Piura (2004-2020) elaborados por el Senamhi establecen una tendencia de cambio en el comportamiento de los parámetros meteorológicos más significativos; temperatura, precipitaciones y balance hídrico de la cuenca.

### **6.2.1. Escenarios de temperaturas**

La tendencia proyectada al 2035 de la temperatura máxima en la subcuenca del Yapatera para los escenarios A2 y B2 muestran tendencias ligeramente negativas a positivas en general y los rangos se proyectan entre  $-0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $2.0\text{ }^{\circ}\text{C}/31$  años, con un nivel de significancia mayor al 70 %, presentándose la tasa de mayor incremento en el escenario A2. Tendencias ligeramente negativas se proyectan en la subcuenca Yapatera ( $-0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-0.2\text{ }^{\circ}\text{C}/16$  años) con niveles de significancia entre 70 y 80 % en el trimestre marzo-mayo.

Las tendencias de la temperatura mínima en el escenario A2, en ambos periodos de proyección (2004-2020 y 2004-2035) para los cuatro trimestres, presentan valores ligeramente mayores que los mostrados en el escenario B2. Asimismo, los niveles de significancia fueron mayores en el escenario A2 que en el B2, principalmente en el periodo 2004-2020, registrándose valores muy similares al 95 % durante el periodo total de 2004-2035.

Las tendencias de la temperatura media en ambos escenarios, A2 y B2, se muestran positivas a lo largo de toda la subcuenca del Yapatera. En general, el escenario A2 mostró valores y tendencias ligeramente más altas con respecto al escenario B2, así como niveles de confianza más significativos (en ambos periodos 2004-2020 y 2004-2035) con valores mayores al 95 %.

Con relación a la temperatura, las tendencias que dicho estudio establece para los sectores medio y alto de la cuenca involucran a la subcuenca Yapatera. La información histórica analizada por Senamhi revela una tendencia positiva de algunos parámetros como la temperatura mínima extrema, la mayoría de las estaciones pertenecientes a la cuenca presentan tendencias positivas en los percentiles 90, es decir, en la mayoría de las estaciones, las temperaturas mínimas más extremas (el 10 % más bajo) se han elevado en las últimas décadas. La tendencia de las temperaturas máximas, mínimas y media en el trimestre diciembre-febrero proyectan valores de  $0.15\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $2\text{ }^{\circ}\text{C}/17$  años entre las cuencas alta y baja, respectivamente. El **cuadro 12** presenta las tendencias de la temperatura máxima para la subcuenca Yapatera.

**Cuadro 12. Tendencias en la temperatura máxima**

Periodo	Subcuenca Yapatera	Tendencia (°C/17 años)	Significancia (porcentaje)
Diciembre-febrero	Baja	1.5–2	80–90
	Alta	-0.11–0.3	–
Marzo-mayo	Baja	-0.1–0.9	–
	Alta	0.1–0.3	–
Junio-agosto	Baja	0.6–1.3	–
	Alta	0.6–1.3	80–95
Setiembre-noviembre	Baja	0.6–2.6	95
	Alta	0.6–2.0	80–95

Fuente: ITDG, 2005

Para los trimestres junio-agosto y setiembre-noviembre se proyectan tendencias positivas de las temperaturas máximas, mínimas y medias en toda la cuenca, con valores que oscilarán entre 0.25 °C y 1.1°C/17 años. Los máximos valores se proyectan para las temperaturas máxima y mínima con valores hasta de 2.5 °C/17 años en la cuenca baja, durante el trimestre setiembre-noviembre.

### 6.2.2. Escenarios de precipitaciones

De acuerdo a la regionalización estadística realizada por el Senamhi para la zona de Chulucanas, la precipitación media en el trimestre enero-marzo para los próximos 20 años se incrementaría con respecto a la actual debido a la mayor frecuencia de eventos extremos lluviosos, que podrían estar relacionados con ocurrencias del FEN.

Según esto, existiría gran probabilidad de que en ese periodo se presente, por lo menos, un episodio de lluvias fuertes con intensidades similares o mayores al FEN 1982-83 (**ver cuadro 13**).

**Cuadro 13. Tendencias de la precipitación promedio**

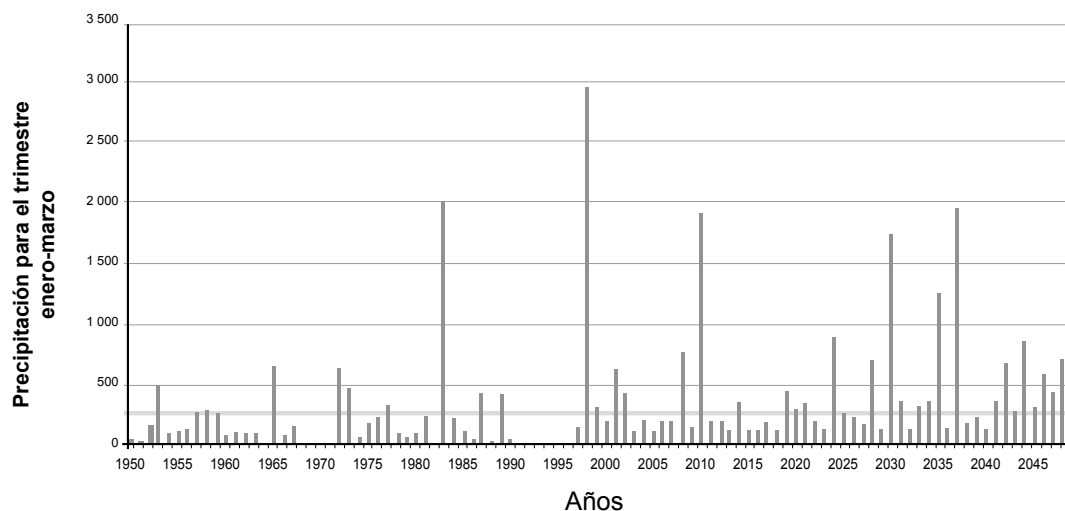
Trimestre	Tendencia en porcentaje de su valor normal y nivel de significancia	
	Cuenca media del río Piura (parte baja y media de la subcuenca Yapatera)	Cuenca alta del río Piura (parte alta de la subcuenca Yapatera)
Diciembre-febrero	-5 <80 %	+5 80-90 %
Marzo-mayo	+5 80-90 %	+5 95 %
Junio-agosto	0 a +15 <45 %	0 a +15 <45 %
Setiembre-noviembre	-5 a -10 <45 %	No hay cambios

Fuente: ITDG, 2005

La tendencia de precipitación media para los periodos diciembre-febrero y marzo-mayo sería de hasta un 5 % superior respecto a su valor normal en la cuenca del río Piura, principalmente en las subcuencas San Francisco y Yapatera; mientras que en los periodos junio-agosto y setiembre-noviembre, la tendencia sería de hasta 15 % inferior a su valor normal, principalmente en la cuenca baja. Es decir, que los periodos de lluvia tendrán una tendencia a ser más intensos, pero de duración más breve y que una vez pasados los siguientes serán más secos. En el marco de los lineamientos de política habrá que tener en cuenta nuestras posibilidades de almacenar agua para los periodos secos siguientes.

La **figura 19** recoge la proyección total de estos niveles de precipitación esperados a largo plazo.

Figura 19. Tendencias de las precipitaciones



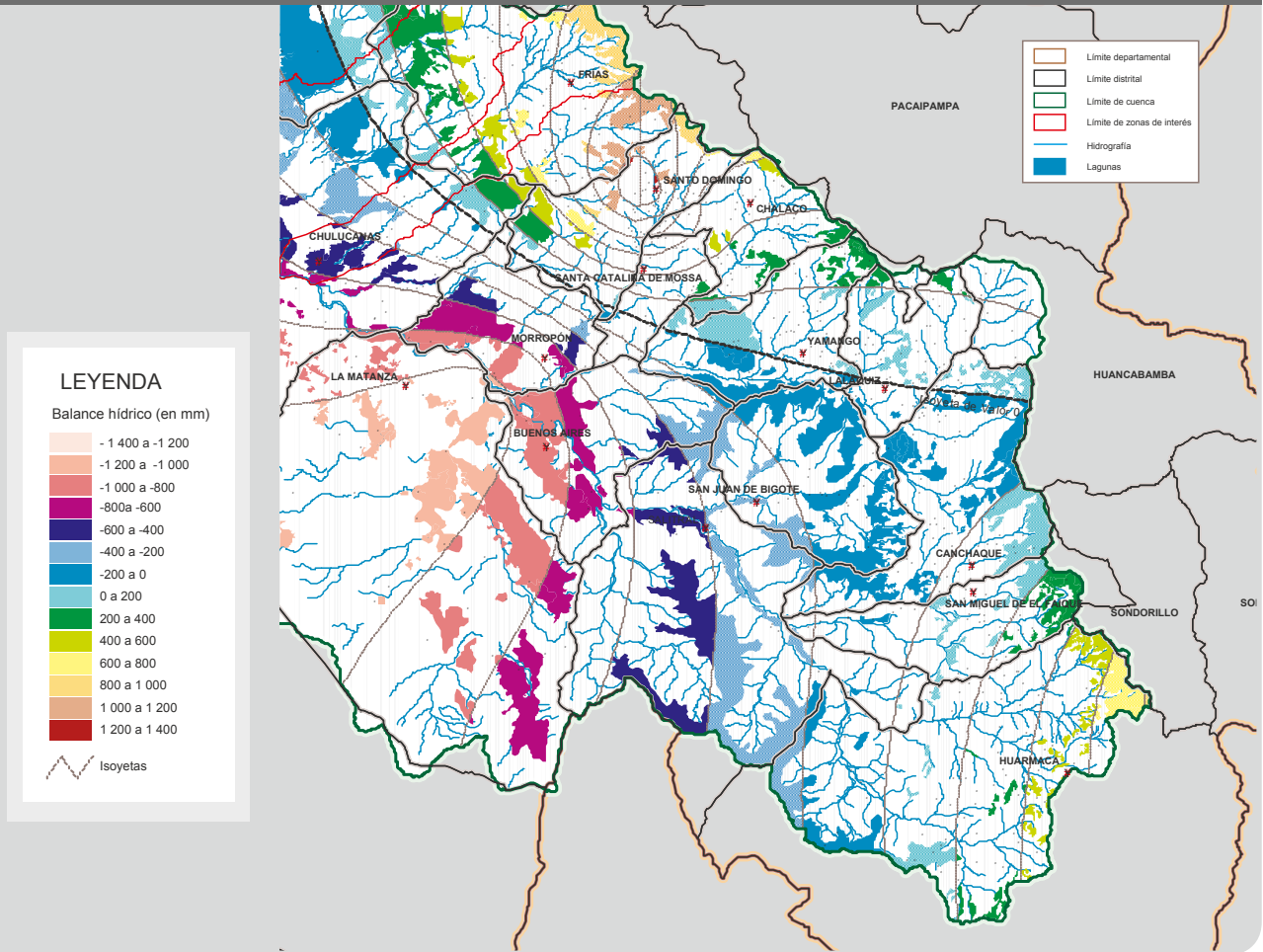
Fuente: ITDG, 2005

### 6.2.3. Escenarios de balance hídrico

Los mapas de balance hídrico en la zona baja de Yapatera indican déficit, variando de -1 750 mm a -1 200 mm en los quinquenios iniciales y de -2 000 mm a -1 300 mm en los quinquenios finales. En la zona media, los déficit serían menores y variarían entre -1 200 mm y -600 mm en alguno de los quinquenios iniciales y entre -1 300 mm a -600 mm a finales del periodo proyectado. Las proyecciones de balance hídrico al 2030 indican que en la zona alta de Yapatera, los déficit serían menores en comparación con la parte baja y media, oscilando entre -600 mm y 200 mm en la mayoría de los quinquenios analizados.

El balance hídrico negativo se extiende a toda la cuenca media, donde los valores fluctúan entre -1 200 mm (distrito La Matanza) y 0 en la zona límite con la cuenca alta. En particular, para la subcuenca Yapatera, los valores negativos (-800 mm a -400 mm) se observan en la parte baja, en áreas colindantes a la ciudad de Chulucanas. El balance hídrico negativo en la cuenca media se atenúa, disminuye conforme se alcanzan niveles altitudinales mayores. El balance es positivo en la cuenca alta. Esas tendencias proyectadas por el Senamhi establecen también cambios en el balance hídrico en la cuenca del río Piura (**ver figura 20**).

Figura 20. Tendencias del balance hídrico





## **6.3. Percepciones e impactos de la población de la subcuenca**

### **6.3.1. Percepciones**

Las percepciones de los pobladores de la subcuenca Yapatera, extraídas de grupos de participantes del taller hecho en Frías se presentan como:

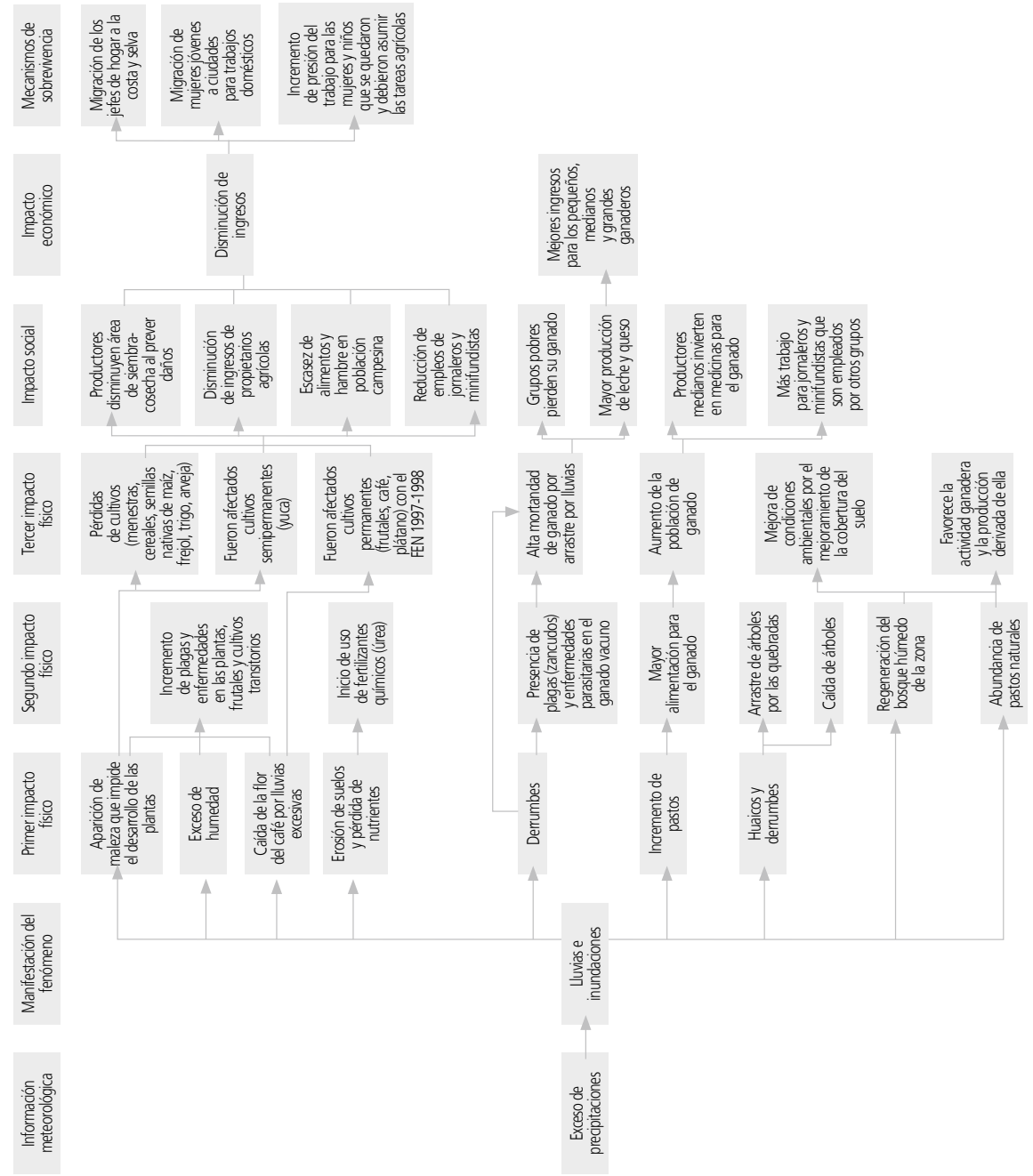
- Manifestaciones locales del cambio climático (cambio microclimático) de las variables atmosféricas e hidrológicas durante los eventos climáticos más significativos **(ver anexo 1)**
- Manifestaciones de cambio climático observadas por la población de Frías y Chulucanas en las variables climáticas más significativas **(ver anexo 2)**

### **6.3.2. Impactos de eventos climáticos significativos**

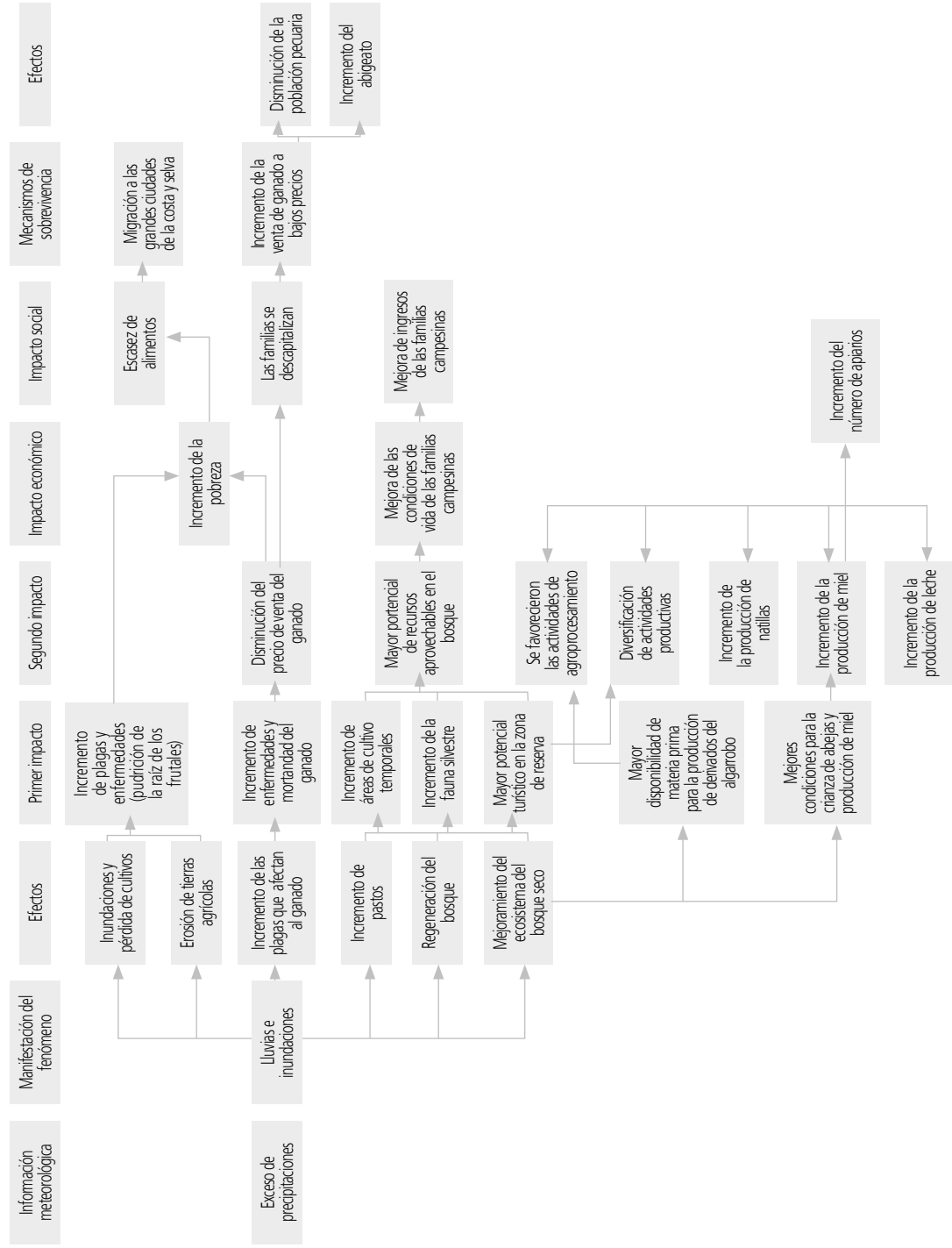
Presentamos los impactos locales generados por el cambio climático, a nivel de FEN y sequías **(ver figuras 21 a 24)**.

(a) FEN

Figura 21. Encadenamientos de efectos e impactos producidos por el FEN en las actividades productivas en Frías

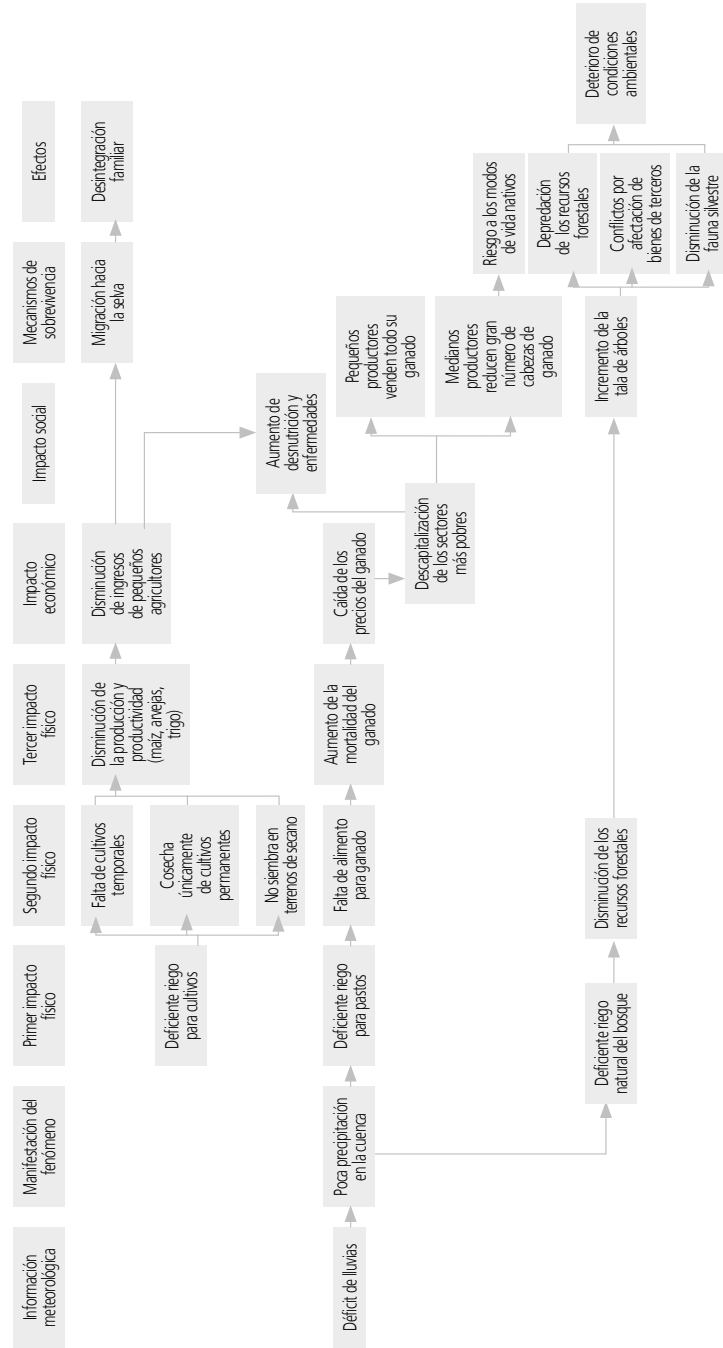


**Figura 22. Encadenamiento de efectos e impactos producidos por el FEN en las actividades productivas en Chulucanas**

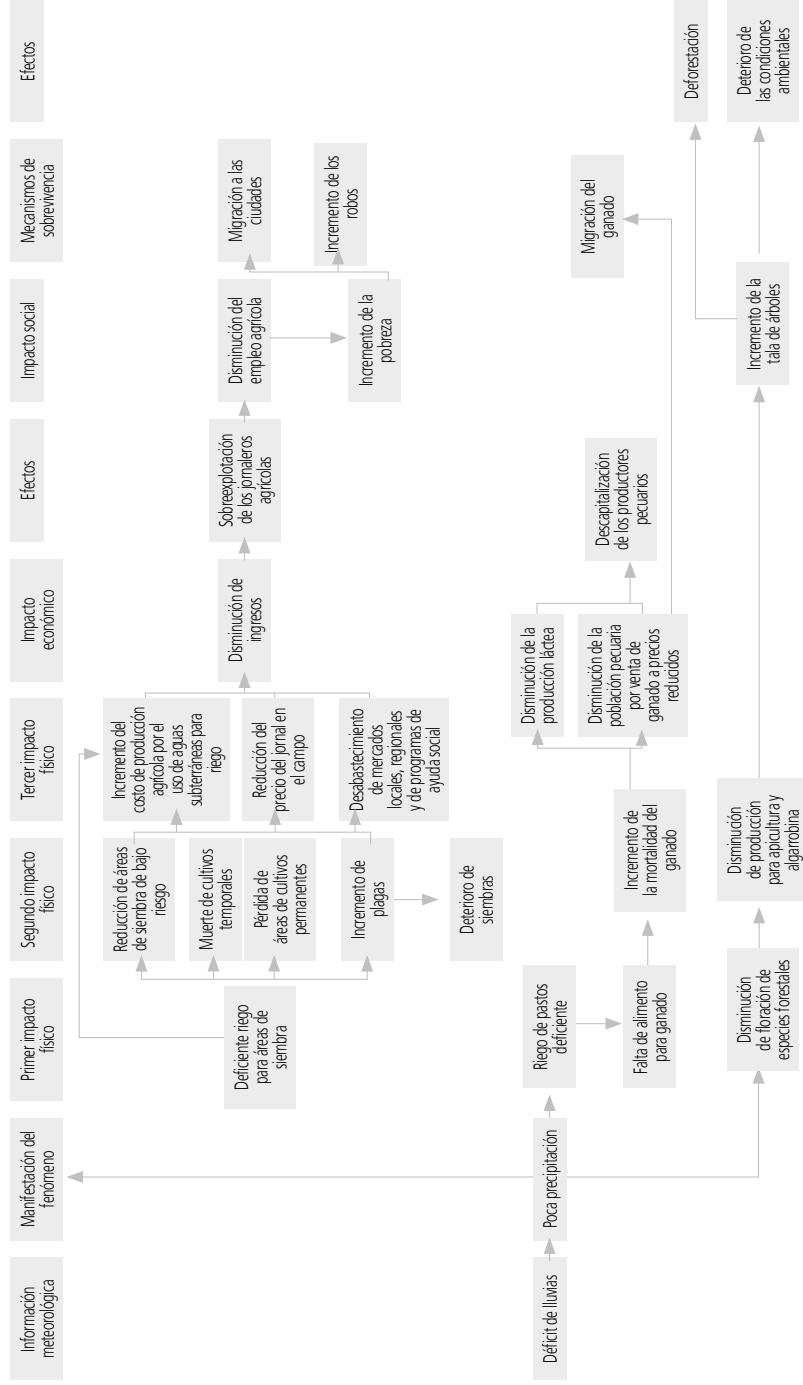


## (b) Sequías

Figura 23. Encadenamiento de impactos producidos por sequías en las actividades productivas en Frías



**Figura 24. Encadenamiento de impactos producidos por sequías en las actividades productivas en Chulucanas**



## 6.4. Adaptación

### 6.4.1. Medidas de adaptación propuestas

Para la subcuenca Yapatera existen tres medidas de adaptación, de acuerdo al actor que la generó:

- Los gobiernos locales, apoyados por varias ONG e instituciones del Estado
- El proyecto Proclim, apoyado por Soluciones-Prácticas-ITDG (2003-2005)
- El proyecto *Piura: desarrollo de capacidades*, apoyado por Cepeser y Soluciones Prácticas-ITDG (2006-2008) en el marco del proyecto *Tecnologías de adaptación y mitigación ante el cambio climático*

#### (a) Propuestas de los gobiernos locales

La mayoría de medidas de adaptación a los eventos de pluviosidad extrema y sequía que se vienen aplicando a modo de ensayo en la zona, están enfocadas al control de la erosión y conservación de suelos, como medidas que permitan afrontar las condiciones de sequía y heladas, y adaptarse a variaciones de las condiciones regulares del clima. Muchas de las medidas vienen siendo impulsadas desde la municipalidad distrital de Frías Chulucanas.

Los **cuadros 14 y 15** muestran el consolidado de medidas aplicadas por los productores y la población local para hacer frente a las condiciones de sequía de la subcuenca Yapatera.

Cuadro 14. Medidas aplicadas en la parte alta de la subcuenca Yapatera		
Producción	En el manejo de los recursos agua, suelos, forestal (oferta y demanda del agua, control de quebradas, etc.)	<p><i>Control de la erosión y conservación de suelos</i> A nivel experimental, desde el 2003, agricultores de la subcuenca, con apoyo de la municipalidad de Frías, están haciendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo de cultivos en surcos (siguiendo curvas de nivel), para la protección de los suelos, en cultivos de frejol, maíz y arveja, experiencia que desarrollan en la parte alta de la subcuenca</li> <li>- Agroforestería y siembra de árboles en las bocatomas, realizadas por agricultores de la parte media y alta de la subcuenca</li> <li>- Conservación de suelos, realizadas por los agricultores con apoyo de Pronamachs y la municipalidad</li> </ul> <p><i>Medidas para lograr eficiencia en el manejo del agua</i> De iniciativa propia, algunos agricultores que tienen poca agua para el riego, vienen construyendo estanques en sus parcelas. A nivel de propuesta, desde la municipalidad de Frías se vienen promoviendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de módulos de riego tecnificado</li> <li>- Construcción de pequeños embalses</li> <li>- Riego por surcos</li> <li>- Zanjas de infiltración para mantener la humedad de los cultivos</li> </ul> <p>A nivel municipal se ha dado la disposición de cerrar el suministro de agua a las 5:00 p.m. y abrirlo a las 5:00 a.m.</p>
	En el manejo de bosques (control de tala indiscriminada, reforestación, etc.)	<p><i>Reforestación en las partes media y alta y forestación de la meseta andina</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforestación con especies exóticas como el eucalipto, ciprés y casuarinas, promovidas por el municipio de Frías en Lión, Parihuanás, Santa Rosa y Mastrante</li> <li>- Forestación en la meseta andina con el apoyo de Pronamachs, Cepeser y la municipalidad</li> </ul> <p>El equipo técnico evalúa impedir la tala, frente a las denuncias y protestas</p>

Producción	<p>En la agricultura (prácticas agronómicas, estrategias productivas, conocimiento ancestral, manejo de información, infraestructura de riego y drenaje)</p>	<p><i>Semillas mejoradas para incrementar el rendimiento, hacer frente a condiciones de clima locales y mayor resistencia a plagas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción de semillas mejoradas de canario camanejo, frijol darley, maíz morado, para mejorar la producción y hacer frente a las condiciones climáticas, utilizando un sistema de riego por surcos, promovido por la municipalidad</li> <li>- Introducción de semilla sexual de la papa, con mejor rendimiento y menor riesgo de enfermedades</li> </ul> <p><i>Cultivos resistentes a heladas y sequías</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción de especies tuberosas resistentes a heladas en la meseta andina</li> <li>- Siembra de papas, camotes (especies que demandan menos agua), caña resistente a la sequía y plátano</li> <li>- Desarrollos de viveros forestales y frutícolas con especies exóticas y nativas como el manzano, durazno, palto Implementados por agricultores en trabajos de minga en Común, Rosales, Margarita, Arrayán, San Isidro, con el apoyo del municipio, Pronamachs, varias ONG</li> </ul> <p><i>Cambios en el calendario de siembras</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción de arveja en un nuevo periodo (abril a junio). Realizada por productores de Tucaque, San Antonio</li> </ul> <p>Se viene evaluando el adelanto de la fecha de siembra del maíz y arveja en todo el distrito</p> <p><i>Estrategias productivas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversificación de cultivos</li> <li>- Desarrollo de agroforestería con la construcción de barreras vivas para la protección de los cultivos frente a las heladas</li> </ul> <p><i>Infraestructura de riego</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoramiento de 27 canales</li> </ul> <p><i>Abonos orgánicos y controladores naturales de plagas e insectos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de abonos orgánicos, experiencias realizadas a pequeña escala en las zonas de Rosales, San Antonio y Challe</li> <li>- Uso de controladores naturales de plagas e insectos con plantas locales como la cabuya, tabaco gris</li> <li>- Producción de azúcar orgánica (en implementación) con caña resistente, para generar nuevos ingresos para las familias. Experiencia realizada por agricultores de Santa Rosa, apoyados por Pide Café</li> </ul>
	<p>En la ganadería (manejo ganadero, estrategias productivas, conocimiento ancestral y manejo de información)</p>	<p><i>Siembra de pastos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siembra de pastos en años húmedos y pastos elefantes que se adaptan a las condiciones de escasez del agua. Esto es realizado por iniciativa de algunos agricultores, promovida y apoyada por instituciones en Parihuanás, grupos 4 y 5</li> </ul> <p><i>Mejoramiento genético y sanidad animal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoramiento de vacunos para el aprovechamiento de carnes y leche, a través de inseminación artificial e introducción de las razas Holstein y Brown Swiss, adaptadas al clima</li> <li>- Sanidad de ganado frente a la fiebre aftosa, campañas de vacunación a través del Senasa</li> </ul> <p><i>Medidas de respuesta ante la emergencia y escasez de agua</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recojo de hierba en las quebradas y fango para alimentar al ganado. Uso del tallo del plátano y caña picada como alimento</li> <li>- Piscigranja con variedades de carpa común en Poctús (San Jorge) y MDF</li> </ul>

Hábitat	En infraestructura (carreteras, caminos, puentes, teléfonos, electricidad, etc.)	<p><i>Mejoramiento de carreteras</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconstrucción, apertura de trochas y caminos de herradura</li> <li>- Mantenimiento de caminos en mayo y junio, liberando de malezas para evitar el susto de culebras. Labor realizada en mingas</li> <li>- Desatoro de los drenajes</li> <li>- Ejecución de obras en trochas y carreteras principales (canales, enripiado, empedrado, badenes, puentes) realizadas por el municipio distrital de Frías</li> </ul>
	En el equipamiento social (escuelas, establecimientos de salud, locales públicos)	Instalación de paneles solares en locales escolares en Parihuanás, Challe, Tucaque con el apoyo de Mirhas Perú y el municipio distrital de Frías
	En vivienda (principalmente lugares expuestos a zonas vulnerables)	<p><i>Mejoramiento de viviendas para adaptarlas al clima</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Casas rurales de baja altura, con ventanas y puertas pequeñas para adaptarlas al frío</li> <li>- Asegurar los techos contra vientos</li> <li>- Sobrepastar paredes contra la helada</li> </ul>

Fuente: **Soluciones Prácticas-ITDG, 2005**

### Cuadro 15. Medidas aplicadas en la parte baja de la subcuenca Yapatera

Producción	En el manejo de los recursos agua, suelos, forestal (oferta y demanda de agua, control de quebradas, etc.)	<p><i>Gestión de la producción agrícola en base a la disponibilidad hídrica</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Declaración de intención de siembra en base a la oferta y demanda del agua, antes de empezar la campaña. Realizado por la administración técnica de los distritos de riego, quienes proponen la cantidad de hectáreas a sembrar en base a la disponibilidad de agua, tipos de cultivo y fechas de siembra</li> </ul>
	En el manejo de bosques (control de tala indiscriminada, reforestación, etc.)	<p><i>Manejo racional del bosque</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección de regeneración natural, manejo de poda para lograr una mayor copa de árbol y mayor floración. Realizado por pequeños ganaderos</li> </ul> <p><i>Reforestación con especies nativas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promoción del cultivo del Hualtaco (árbol nativo de aprox. 7 metros) y del Charán (árbol nativo de 6 metros aprox.). Reforestación inducida en época de lluvias</li> </ul> <p><i>Introducción de nuevas especies forestales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción del tamarindo (que sobrevive donde hay escasez de agua) para reforestar el bosque seco, es un cultivo con buen precio para la exportación. Tanto su pulpa como la pepa del fruto se comercializan. La hoja sirve como forraje y puede ser usada en la producción de compost. Para que prenda necesita un año húmedo (6 meses iniciales). Es un cultivo introducido por pequeños ganaderos</li> </ul> <p><i>Promoción de actividades asociadas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promoción de la apicultura como alternativa frente a la tala de los bosques. Actividad realizada por los pequeños ganaderos</li> </ul>



Producción	En la agricultura (prácticas agronómicas, estrategias productivas, conocimiento ancestral, manejo de información, infraestructura de riego y drenaje)	<p><i>Mejoramiento de semillas e introducción de variedades de cultivos resistentes a la sequía y menor periodo vegetativo</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción de nuevas variedades del mango kent, más resistentes a la sequía, de mayor rendimiento, manejo más fácil y más atractivo para la exportación</li> <li>- Introducción de nuevos cultivos más resistentes a la sequía, como el ají páprika y el ají piquillo, realizada por empresarios y peq ol chileno, que se cosecha y vende a los 60 días de la siembra</li> <li>- Mejoramiento de la semilla de papaya para acortar su ciclo vegetativo y menor uso de agua</li> <li>- Mejoramiento de la semilla de arroz para ser más precoz (la variedad loro de 4 meses ha reemplazado otras que tenían un tiempo de 7 meses), realizado por pequeños agricultores</li> <li>- Se ha dejado de sembrar yuca (9 meses)</li> </ul> <p><i>Adopción de nuevos sistemas de riego para reducir el consumo de agua</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de riego por surcos (maíz, mango, etc.) en la parte baja</li> <li>- Sistema de riego denominado espina de pescado para los frutales, que permite ahorro de agua</li> <li>- Introducción de riego tecnificado por goteo y aspersion en experiencias realizadas por empresarios y promovida por ONG</li> <li>- Drenes en el perímetro de las parcelas en las partes bajas del valle, para que discurra el agua (0.5 m de profundidad)</li> </ul>
	En la ganadería (manejo ganadero, estrategias productivas, conocimiento ancestral y manejo de información)	<p><i>Introducción y adaptación de razas precoces, de mejor rendimiento y más resistentes al calor</i></p> <p>Adaptar razas precoces de ovinos como el blackbelly, y de caprinos como el anglonubian, en cruce con ovinos y caprinos criollos, respectivamente. Esto viene siendo realizado por pequeños ganaderos. Generan un mejor ingreso familiar, son especies más resistentes al calor y dan carne de mejor calidad y más crías por parto (hasta 5). Estas razas fueron introducidas en 1997</p> <p><i>Sanidad animal haciendo uso de medicinas tradicionales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de remedios caseros en el control de la pederia de los animales, causada por la humedad y en el tratamiento de gases en ganado vacuno (uso de orégano chino) por parte de pequeños ganaderos</li> </ul>
Hábitat	En el equipamiento social (escuelas, establecimientos de salud, locales públicos)	<p><i>Mejoramiento de equipamiento para hacer frente a periodos lluviosos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorados para soportar lluvias</li> <li>- Mejoramiento de carreteras, con apoyo de las municipalidades y otros sectores del Estado</li> <li>- Incremento de cabinas telefónicas por sectores medios</li> <li>- Incremento de la electrificación rural por parte del Estado</li> </ul>
	En vivienda (principalmente lugares expuestos a zonas vulnerables)	<p><i>Mejoramiento de viviendas para protección frente a lluvias y construcción en zonas más seguras</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección de techos y ambientes de las viviendas realizadas con apoyo del Banco de materiales</li> <li>- Capacitación</li> </ul> <p>Las nuevas construcciones se realizan en zonas altas y fuera del cauce de las quebradas. Las letrinas se construyen lejos de las viviendas</p>

Fuente: **Soluciones Prácticas-ITDG, 2005**

## (b) Propuestas del proyecto Proclim

El **cuadro 16** presenta un resumen de las medidas de adaptación propuestas y elaboradas a partir de los talleres participativos realizados con organizaciones sociales de la subcuenca Yapatera, indicando aquellas que ya se están llevando a cabo. Las medidas se plantean frente a dos épocas, una de altas precipitaciones y otra de sequías.

Cuadro 16. Medidas de adaptación propuestas					
Época	Cuenca (Partes)	Componentes del sistema	Vulnerabilidad	Propuestas de adaptación	
				Sugeridas	En curso
Época de lluvias (altas precipitaciones)	Cuenca alta (Frías)	Recursos naturales: suelo	Conflictos de uso de tierra	- Zonificación y ordenamiento del espacio agrícola y pecuario. - Acuerdos sociales	- Ordenamiento territorial de la provincia de Morropón (CIPCA y municipalidad de Chulcanas)
			Malas prácticas agrícolas, deforestación, cambio de aptitud, erosión y degradación de suelos	- Proyectos de manejo sostenible de resecos - Establecer mecanismos de servicios ambientales - Áreas de protección y conservación	- Experiencias de manejo y conservación de suelos (Pronamachs; proyecto PAEN; Centro IDEAS, Cepeser, municipalidad de Frías)
		Agricultura	- Débiles capacidades en el manejo integrado de cultivos - Reducida investigación - Reducida asistencia técnica y sanidad agropecuaria - Poca información de mercado - Débil organización de productores	- Difusión de proyectos - Investigación - Desarrollo de sistemas apropiados para el secado y almacenamiento de granos - Mejoramiento de producción - Incorporar fuerte componente de mercado	- Uso de semillas con mejores características - Promoción de cultivos alternativos - Desarrollo y aplicación de sistemas naturales de control integral de plagas - Fortalecimiento de organizaciones de base (municipalidad de Frías, Cepeser, Soluciones Prácticas-ITDG)
Época de lluvias (altas precipitaciones)	Cuenca alta (Frías)	Servicios básicos	- Bajos niveles de salubridad - Infraestructura precaria - Escasa salud preventiva - Mortalidad y desnutrición infantil - Currículo educativo desligado de la realidad rural - Baja inversión en saneamiento ambiental - Débil educación para el cuidado de la infraestructura de agua	- Capacidad de prevención y alerta - Mejoramiento de infraestructura - Promoción de salud preventiva - Creación del marco interinstitucional para el tratamiento de salud infantil - Propuesta de educación en la familia - Mejoramiento de la cobertura de los sistemas de agua segura - Sensibilización y capacitación	-

Época	Cuenca (Partes)	Componentes del sistema	Vulnerabilidad	Propuestas de adaptación	
				Sugeridas	En curso
Época de lluvias (altas precipitaciones)	Cuenca alta (Frías)	Vivienda y hábitat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación en zonas de riesgo</li> <li>- Poca información sobre tecnología de energía renovable</li> <li>- Uso de madera como leña y energía</li> <li>- Ubicación vulnerable de los centros poblados</li> <li>- Debilidad en capacidades de decisión</li> <li>- Inadecuados estudios de desarrollo urbano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento y difusión de criterios técnicos para la ubicación de las viviendas</li> <li>- Difusión y aplicación de tecnologías energéticas renovables</li> <li>- Cocinas mejoradas</li> <li>- Orientación del crecimiento poblacional</li> <li>- Desarrollo de capacidades</li> <li>- Mejoramiento y construcción de sistemas de drenaje para la evacuación de las aguas de lluvia</li> </ul>	-

Fuente: Canovas, 2006

### (c) Propuestas del proyecto Piura: desarrollo de capacidades

A continuación se presenta el desarrollo de capacidades, en forma de propuestas de adaptación, de acuerdo a los cuatro ejes estratégicos priorizados por el proyecto: capacitación, organización, tecnologías e información (sistema de información etnoclimática).

#### Capacitación para el cambio climático y adaptación

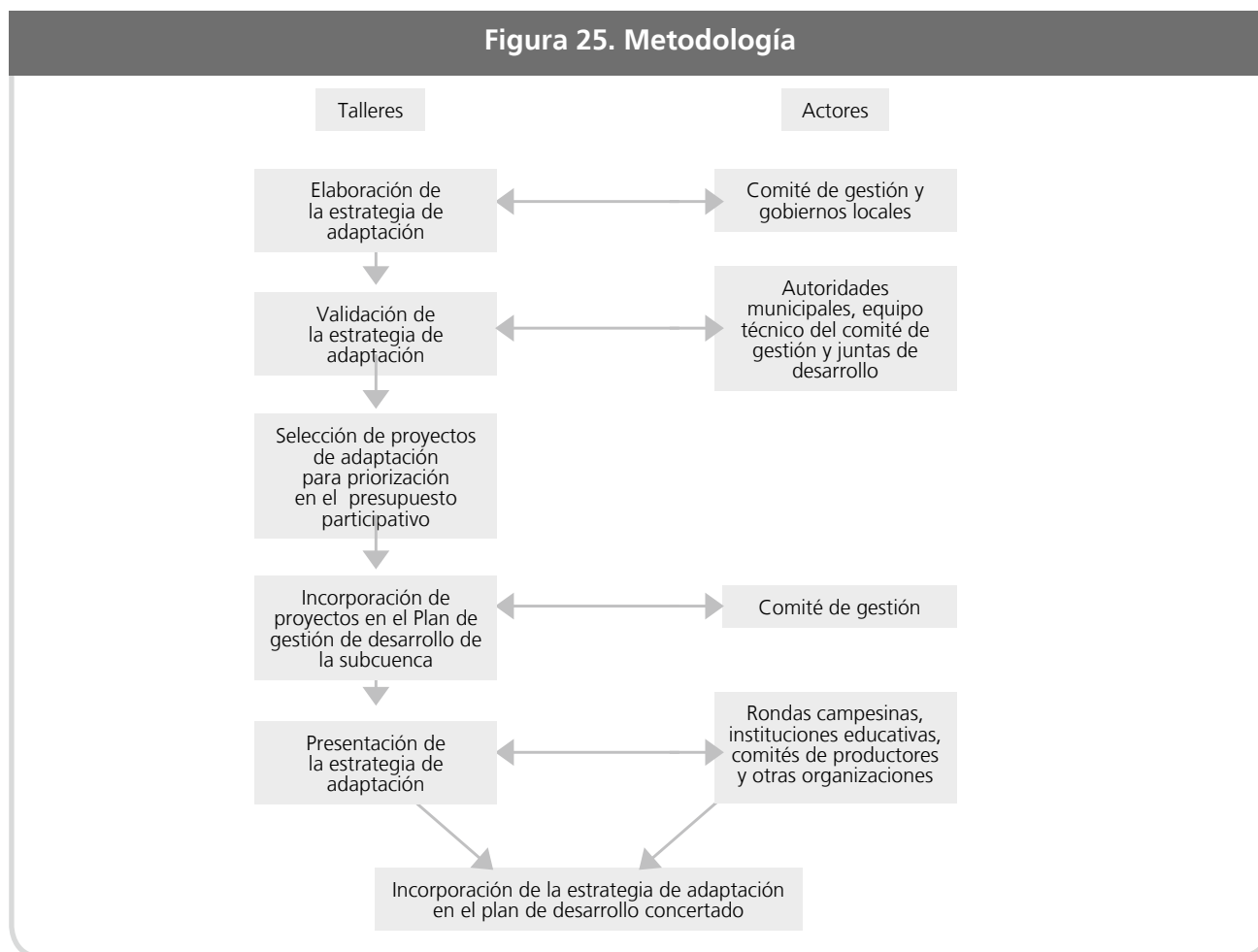
La capacitación se desarrolló fundamentalmente en el tema de cambio climático. El proceso implicó a diferentes organizaciones sociales: autoridades locales, líderes de organizaciones campesinos (rondas y comités productores), profesores y alumnos de instituciones educativas locales. Se utilizaron recursos tales como: talleres, materiales informativos (boletines y cartillas) y programas de radio de gran alcance en toda la población.

Se logró un mayor entendimiento de los cambios climáticos ya percibidos por la población. Asimismo, la capacitación creó las condiciones favorables para una sensibilización con respecto a los impactos del cambio climático en sus actividades y recursos. Finalmente, contribuyó a generar una mayor preocupación y acción con respecto a las decisiones relacionadas con la toma de medidas de adaptación frente al cambio climático.

#### Organizaciones, estrategia local de adaptación e incorporación en planes de desarrollo local

Mediante diferentes talleres participativos se promovió la integración y concertación de los distritos de Frías y Chulucanas (gobiernos locales y sociedad civil) frente a los efectos del cambio climático en la zona. El resultado ha sido la elaboración de una estrategia local de adaptación al cambio climático, cuya metodología se presenta en la **figura 25**.

**Figura 25. Metodología**



Dicha estrategia incorpora y prioriza proyectos de adaptación al cambio climático, tanto por el comité de gestión de la subcuenca Yapatera como por las juntas de desarrollo del distrito de Frías. Un hecho importante que nos permite visualizar los niveles de priorización es la inclusión de los proyectos de adaptación dentro de sus presupuestos participativos.

### **Tecnologías para la adaptación: desarrollo de capacidades**

Un componente dentro de las medidas de adaptación desarrolladas por el proyecto fueron las tecnologías apropiadas orientadas hacia el uso sostenible de agua, suelo, pastos y bosques. Dichas medidas fueron priorizadas en los talleres participativos realizados con la población.

Finalmente, se promovió el manejo y conservación de los bosques y la producción forestal. El proyecto ha permitido la formación de promotores que vienen experimentando las tecnologías en sus parcelas y enseñándolas a sus organizaciones.

Un indicador del impacto positivo de las tecnologías desarrolladas es la demanda de otras organizaciones de productores para capacitación y asistencia técnica en tecnologías de adaptación al cambio climático; del mismo modo, otros agricultores vienen realizando en sus parcelas cultivos de leguminosas, producción y aplicación de abonos orgánicos, riego en surcos y producción de frutales con resistencia a climas extremos.

Las iniciativas locales espontáneas de adaptación frente al cambio microclimático que aplican las familias de la zona alta y media de la subcuenca de Yapatera, se hacen a nivel familiar y en su mayoría son medidas de tipo no estructural que apuntan a garantizar su seguridad alimentaria. Por su parte, en la zona baja las medidas de adaptación son complementadas por acciones estructurales y también aplicables a nivel familiar, pero apoyadas en estructuras organizativas existentes, como la asociación de productores ecológicos o la asociación de ganaderos y comisión de regantes de Yapatera; en ambos casos utilizan prácticas y tecnologías tradicionales. Las propuestas tecnológicas de adaptación del presente trabajo se presentan en el **cuadro 17**.

**Cuadro 17. Desarrollo de capacidades de adaptación al cambio climático**

Ejes estratégicos	Capacidades desarrolladas
Capacidades en conocimientos sobre el cambio climático	Observación e interpretación de la variabilidad climática y alteraciones climáticas (Frías y Chulucanas) Informar y difundir medidas de adaptación frente a la variabilidad climática y cambio climático (Frías y Chulucanas)
Capacidades de organización	Participación de la sociedad civil (Frías y Chulucanas) Concertación entre las organizaciones locales de Frías y Chulucanas Toma de decisiones de las autoridades locales Elaboración de propuestas sobre medidas de adaptación por parte de las poblaciones de la subcuenca Yapatera
Capacidades tecnológicas	Optimización del uso del agua: riego por surcos, aspersión y goteo en laderas (Frías) Construcción de infraestructura para el almacenamiento y conducción del agua de riego: estanques y canales (Frías y Chulucanas)
	Manejo y conservación del suelos Terrazas y zanjas de infiltración, barreras biológicas y físicas (Frías) Diseño de sistemas agroforestales (Frías y Chulucanas) Prácticas agrícolas apropiadas: rotación de cultivos, siembra en surcos, labranza mínima y fertilización orgánica (Frías)
	Aprovechamiento eficiente de pasturas y residuos de cosechas para mejorar la alimentación del ganado (Frías y Chulucanas)
	Siembra de cultivos alternativos con características adecuadas para adaptarse a alteraciones climáticas: frutales como tamarindo, cacao, palto, cítricos (Chulucanas), menestras ( <i>Phaseolus</i> , <i>Vigna</i> , <i>Cajanus</i> ) y la semilla sexual de papa (Frías)
Capacidades en sistemas de información climática	Valoración del saber climático local (Frías y Chulucanas) Habilidades meteorológicas (Frías y Chulucanas) Formación de promotores climáticos (Frías y Chulucanas) Reconocimiento de bioindicadores (Frías y Chulucanas)

## Sistema de información climática y etnoclimática

Una de las metas planteadas en el proyecto es lograr que las familias campesinas tengan acceso y hagan uso de información climática para orientar sus decisiones de cultivo. Conforme a esto, se puso en marcha un sistema de información climática y etnoclimática (SIEC), que integra el conocimiento local y el conocimiento científico. Este modelo es el primero y único en el país y permite recuperar el conocimiento tradicional (etnoclimatología) de los campesinos de la subcuenca de Yapatera, consistente en la utilización de indicadores bióticos y abióticos para realizar predicciones del clima e integrarlos a modernos sistemas de predicción climática, para mejorar sus pronósticos climáticos locales **(ver cuadro 18)**.

### Cuadro 18. Acciones tomadas

- Estudio de indicadores bióticos y abióticos predictores del clima
- Diseño del sistema de información climática que integra el conocimiento local al científico
- Capacitación a promotores campesinos en meteorología (curso de formación de promotores campesinos)
- Selección de promotores para que se encarguen del SIEC
- Capacitación a los promotores encargados del SIC en el monitoreo y registro de la información climática e indicadores biológicos y astronómicos
- Instalación de seis estaciones meteorológicas
- Registro de información climática e indicadores biológicos
- Capacitación a los promotores encargados del SIC en el uso de computadoras y acceso a Internet para la interpretación de imágenes satélite
- Procesamiento y análisis de la información etnoclimática
- Difusión de la información a través de microprogramas radiales y cartillas informativas
- Convenio con el gobierno regional y el Senamhi-Piura para la sostenibilidad del SIEC

Un total de seis promotores campesinos y sus familias estuvieron encargados del sistema de información, para lo cual aprendieron a utilizar nuevas herramientas tales como modelos climáticos locales, imágenes de satélite e información climática, e integrarlas al conocimiento local.

Alumnos destacados de los centros educativos secundarios de la parte alta de Frías, Limón y Huasipe (parte media), promueven y utilizan herramientas complementarias en el monitoreo del clima local, sumando conocimiento local al científico.

Las familias campesinas acceden y hacen uso de la información climática a través de cartillas etnoclimáticas, microprogramas radiales y predicciones concertadas del Senamhi. Con esta información se orientan para realizar diversas actividades agropecuarias.

El modelo fue diseñado de la forma más versátil y sencilla para que los seis promotores encargados del SIEC puedan aprender las técnicas utilizadas y puedan aplicarlas fácilmente posteriormente. Por otro lado, el Senamhi Piura ya está utilizando indicadores bióticos y astronómicos como sistema complementario en la predicción climática local, lo que asegura la sostenibilidad del modelo. Es necesario incidir que el Senamhi es la primera institución en todo el país que asimila una estación etnoclimática a la red nacional de estaciones meteorológicas del país.

### **Indicadores comunes y específicos de las zonas altitudinales de la subcuenca**

La identificación de indicadores biológicos y ambientales abióticos comunes usados por las familias campesinas en los diferentes pisos ecológicos de la subcuenca Yapatera **(ver cuadros 19 y 20)** revela la importancia que tiene para ellas este tipo de conocimiento y rol en la toma de decisiones, pues el carácter constante de algunos implica que diferentes personas que viven en varios espacios y bajo distintas condiciones agroecológicas llegan a la misma conclusión respecto al significado de ciertos cambios en el comportamiento de determinados animales o la fisiología reproductiva (floración, fructificación) de algunas especies vegetales en la predicción del aspecto climático más relevante para estas sociedades, la posibilidad de presencia o ausencia de lluvias en el año agrícola.

Las diferencias específicas de los indicadores registrados entre una y otra zona altitudinal están asociadas a las diferencias culturales, oferta ambiental y productivas que la altitud genera, en las cuales hay oportunidades y limitaciones para el desarrollo de determinadas estrategias de seguridad alimentaria.

**Cuadro 19. Conocimiento astronómico, biológico y etnometeorológico en la predicción del clima en la microcuenca San Pedro**

Fauna silvestre (aves)	Vegetación silvestre	Cultivos	Astros y ambiente
Garza ( <i>Casmerodius sp</i> )	Mora ( <i>Rubus sp</i> )	Mango	Vía láctea (río Jordán)
Canganas	Lanche ( <i>Myrcianthes rhopaloides</i> )	Café	Luna
Guicuco	Chinchin ( <i>Donalia campanulata</i> )	Granadilla	Manantiales
Negro	Guabo ( <i>Inga densiflora</i> )	Caña de azúcar	Lluvias y truenos
Chiclón ( <i>Crotophaga sulcirostris</i> )	Lúcumo ( <i>Pouteria ovobata</i> )		Estrellas
Gallinas de totora	Arrayán ( <i>Eugenia myrobalana</i> )		Vientos
Perdiz ( <i>Nothoprocta pentiandi</i> )	Ceibo ( <i>Bombax sp</i> )		Heladas
Liclique ( <i>Vanellus resplendes</i> )	Bejuco ( <i>Solanum sp</i> )		Rocas
Chuquiaca ( <i>Turdus fuscater</i> )	Tomatillo ( <i>Physalus sp</i> )		
Pugo ( <i>Leptotila sp</i> )	Granadilla silverstre ( <i>Passiflora sp</i> )		
Hormigas	Quique		
Sapo	Achicoria ( <i>Picrosia longifolia</i> )		
Golondrinas	Chirimoya ( <i>Annona cherinola</i> )		
Shulingo	Suro		
Huacabo	Yuto		
Huaco	Cabuya ( <i>Furcrae andina</i> )		
Paloma negra	Sáuco ( <i>Cestrum auriculatum</i> )		
Huacaquilla ( <i>Phalcoboenus sp</i> )	Mashuque ( <i>Carica candicans</i> )		
Angarilla (Familia <i>Catharidae</i> )	Nangay ( <i>Psidium rostratum</i> )		
Tórtola ( <i>Zenaida sp</i> )	Chamelico ( <i>Maclura tinctoria</i> )		
Perico cabeza negra	Hualtaco ( <i>Loxopterigium huasango</i> )		
Gallinazo ( <i>Coragyps atratus</i> )	Overo ( <i>Cordia lutea</i> )		
Búho ( <i>Strigidae</i> )	Algarrobo ( <i>Prossopis pallida</i> )		
Zoña ( <i>Mimus longicaudatus</i> )	Faique ( <i>Acacia machracantha</i> )		
Negro arrocero	Palo santo ( <i>Bursera graveolens</i> )		
	Paraguairo		
	Chicope ( <i>Carica sp</i> )		
	Polo polo ( <i>Cochlospermum vitifoleum</i> )		



**Cuadro 20. Indicadores biológicos, astronómicos y ambientales de predicción climática en la subcuenca Yapatera**

Parámetro climático	Indicador	Descripción
Heladas	Temperatura	Los meses de frío más frecuentes son julio y agosto. En algunos casos, el frío se prolonga hasta setiembre
	Nubosidad	Cielos despejados entre agosto y setiembre
	Viento	Vientos fuertes en el periodo setiembre–noviembre
Lluvias	Neblina	Presencia de neblina persistente entre octubre y noviembre
	Caudal de manantiales	Incremento del caudal por condensación y filtración de las neblinas persistentes
	Canto del ave guicuco	El ave canta en las noches entre noviembre y diciembre
Sequías	Lluvias adelantadas	Adelanto de lluvias en agosto y setiembre
	Floración del lanche	El árbol lanche ( <i>Myrcianthes sp</i> ) no logra su floración
	Agoste de arroyos	Los arroyos se secan o agostan a partir del mes de octubre
	Migración de garzas	Llegan desde la costa a partir de noviembre

### Capacidad predictiva de los indicadores registrados

La principal característica del conocimiento etnoclimático de las sociedades andinas es su heterogeneidad, por ser una manifestación de la gran variabilidad ambiental, productiva y cultural y su transmisión oral. Sin embargo, es tan importante en la vida de estas sociedades que, a pesar de ello, se encuentran constantes patrones que permiten visualizar el rol que este conocimiento juega en la reproducción económica y social de cada año.

Cada año, entre los meses de setiembre y noviembre, las familias inician los preparativos para la campaña agrícola del año siguiente y, para ello, requieren de información básica sobre las probabilidades de la presencia o ausencia de las precipitaciones. En estos momentos los indicadores para la predicción de clima adquieren importancia. Los conocedores de esta forma de predicción demuestran que su capacidad predictiva tiene un rango de cuatro a cinco meses para reaccionar ante las posibilidades de abundancia o escasez de agua. A partir de agosto-setiembre, las familias toman

decisiones que implementarán entre enero y febrero sobre tipo, cantidad, lugar y oportunidad de cultivos a sembrar, venta o incremento de ganado, aprovisionamiento de combustible y estrategias de acumulación o intercambio dentro de la subcuenca o con cuencas vecinas.

La inexistencia de opciones de información científica útil y operativa, con la cual se pueda comparar la eficacia del conocimiento campesino, refuerza la importancia de su revaloración y estudio sistemático para complementar los esfuerzos de aplicación de métodos científicos modernos. A pesar del pesimismo de los campesinos acerca de la vigencia de su saber etnoclimático, año a año toman decisiones en base a él y sus unidades productivas persisten. La sensibilidad de los indicadores usados, al igual que en la sierra sur, no lograr detectar la proximidad de un FEN.

### **Influencia de la agrobiodiversidad en la expresión de indicadores**

La variabilidad ambiental y la agrobiodiversidad propician una mayor abundancia de observaciones y de indicadores, como se puede ver en los registros tomados. Es notoria una mayor cantidad de conocimientos en las zonas alta y media, donde las características agroecológicas muestran una mayor diversidad vegetal y animal, lo que permite mayores observaciones y comparaciones útiles para aprovechar las oportunidades que brindan estos ambientes.

### **Influencia de las características de los conocedores en la confiabilidad de los indicadores**

Debido a que se trata de un conocimiento especializado y conservado por personas generalmente mayores de 45 años, es la comunidad campesina la que reconoce su competencia y su capacidad de influencia de opinión, a la que está asociado su liderazgo comunal.

Esta es una de las razones por las que la adquisición de información depende de la comunicación intercultural que logra establecer un entrevistador con las personas conocedoras de este saber, especialmente por la frecuente subvaloración de la que son objeto desde el conocimiento técnico oficial. El dominio del conocimiento de la zona, sus tradiciones y estilos de comunicación permitió identificar a las personas idóneas en el tema.

### **Confiabilidad de los indicadores para la colectividad**

La credibilidad de este conocimiento se encuentra en crisis, hasta por parte de sus poseedores, quienes dudan de la confiabilidad de los indicadores. Existe una gran posibilidad de que el cambio climático esté modificando la efectividad de los indicadores usados; pero el proceso más notable es el efecto de desvalorización que los medios de comunicación e instituciones han sometido a este saber, desincentivándolo y, en su mayoría, negándolo. La constancia de uso de algunos indicadores para la toma de decisiones a través de diferentes pisos ecológicos recientemente, indica que a pesar de la aparente desconfianza, el saber etnoclimático mantiene vigencia entre la población por su rol clave en la actividad agraria.

A pesar de la frecuente expresión de desconfianza sobre la confiabilidad actual del conocimiento etnoclimático local, es importante anotar que se siguen tomando decisiones en base a este conocimiento.

Es posible que los cambios climáticos hayan variado o disminuido la sensibilidad de algunos indicadores usados, especialmente los biológicos. Ello requeriría de un estudio retrospectivo más minucioso que enfrentará la dificultad de las distorsiones a las que se somete la transmisión oral de la información.

El saber etnoclimático en las sociedades agrarias de la sierra de Piura no tiene canales formales en sus instituciones naturales, comunidades campesinas o rondas campesinas. Se conversa entre amigos, en familia, durante las faenas del trabajo, en algunos casos en reuniones o festividades, en encuentros coloquiales entre conocidos (en los caminos) en dirección o salida de las faenas cotidianas. Sin embargo, las decisiones que toman los conocedores son comunicadas e implementadas por quienes reconocen su competencia en la observación y uso de indicadores del clima.

Mientras los sistemas tecnológicos convencionales de la costa generaron una alerta de sequía para el departamento en el periodo 2003-2004, las actividades agrícolas en la sierra se desarrollaron con regularidad ya que la predicción del clima realizada por las familias permitió tomar decisiones de siembra apropiadas para lograr cosechas favorables el 2004.

La ausencia de registro del proceso acierto-error en el uso de un conocimiento le confiere inestabilidad; ello se constata en algunas familias que señalan indicadores clave, como visibilidad o notoriedad del *río Jordán* (Vía láctea) y la migración de las garzas, como predictores de situaciones, de forma contraria a lo que la mayoría considera.

De otro lado, la baja capacidad de sus indicadores para detectar los FEN en progreso los hace vulnerables y tienen graves consecuencias ya que las pérdidas de semillas y destrucción de precarias infraestructuras de riego y caminos impide una recuperación rápida de la capacidad productiva. La experiencia del evento 1997-1998 revela que esta situación duró cerca de dos años por los daños que se produjeron desde el inicio del evento. En otros casos, como la consideración de la floración temprana del mango, en julio-agosto, como indicador de sequía para el año siguiente, a pesar de haberse registrado en tres zonas altitudinales, tiene muy pocas referencias al momento de detección como para ser calificado como confiable.

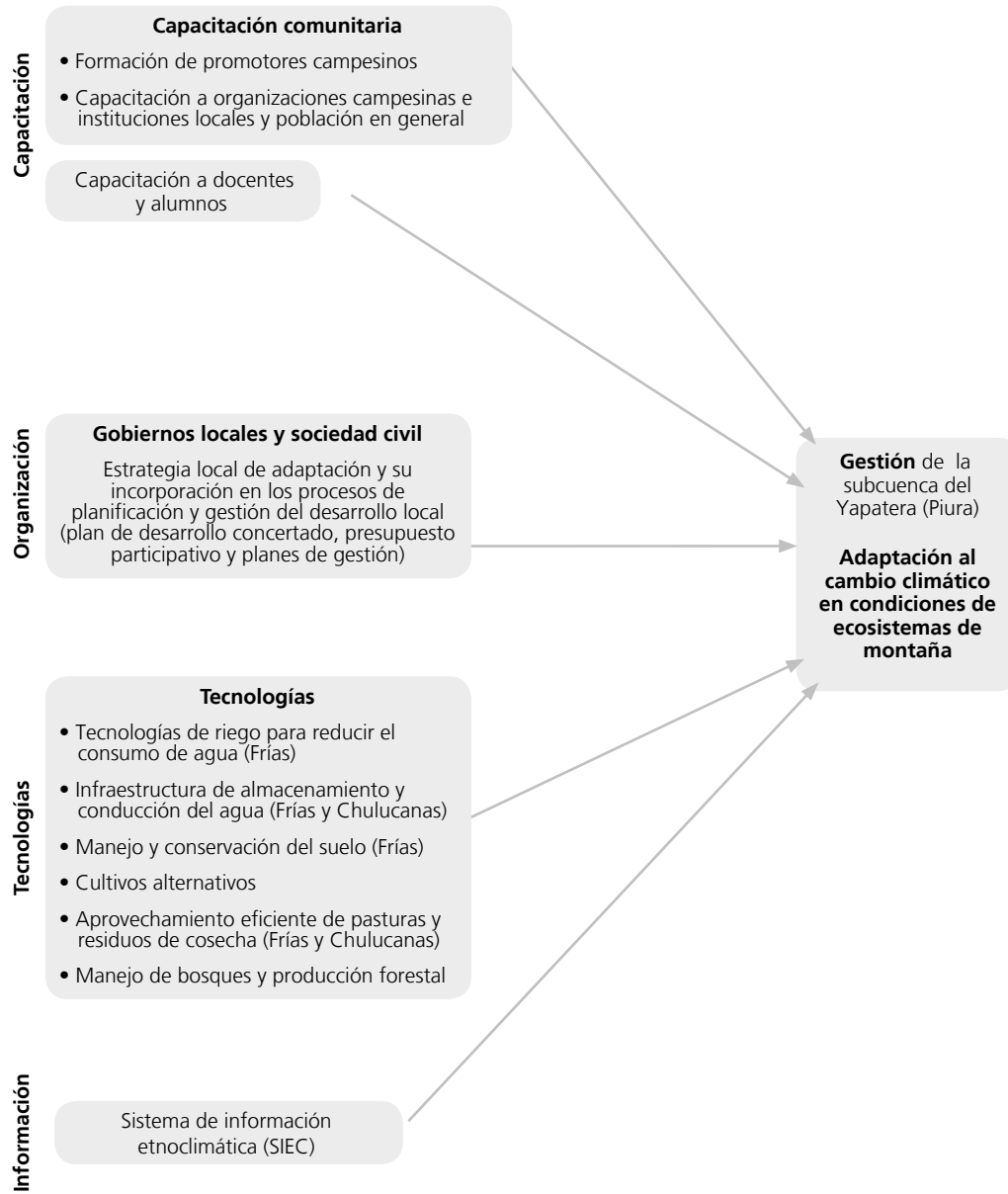
Es importante considerar que el periodo de encuesta debe prolongarse hasta setiembre-noviembre para registrar las decisiones definitivas que, como respuesta a las condiciones climáticas que proyectan según sus indicadores, tomarán las familias sobre actividades agropecuarias y forestales, que se inician con intensidad a partir de enero.

Se viene validando un modelo bioastrometeorológico que integra el conocimiento etnoclimático al saber científico de la meteorología, con la finalidad de tener pronósticos climáticos más consistentes y una mayor probabilidad de acierto. Las observaciones meteorológicas de las seis estaciones y el comportamiento de sus indicadores biológicos y astronómicos son registrados por los promotores campesinos propuestos por sus organizaciones y sus familias. Finalmente, se puede considerar un 90 % de efectividad, sin embargo hay que incidir que ante los cambios microclimáticos, aparecen nuevos indicadores ambientales materia de una mayor profundización en su investigación.

### **Modelo de adaptación**

El modelo propuesto por el presente trabajo destaca cuatro componentes que se podrían enmarcar dentro de una propuesta mayor de manejo o gestión de cuencas de la subcuenca del río Yapatera, ya que la gestión de cuencas en ecosistemas de montañas es una forma concreta de adaptación al cambio climático. El modelo de adaptación es presentado gráficamente en la **figura 26**.

Figura 26. Modelo de adaptación



## 6.5. Políticas

### 6.5.1. A nivel nacional y regional

#### (a) Ley de regionalización y cambio climático

Existe un marco legal nacional, la Estrategia nacional de cambio climático, y regional, la Ley orgánica de gobiernos regionales, que respaldan las acciones estratégicas de adaptación frente al cambio climático de los gobiernos locales (**ver recuadro 2**).

Recuadro 2. Marco legal	
<b>Estrategia nacional de cambio climático Decreto Supremo N° 086 -2003-PCM</b>	Artículo 2° “La Estrategia Nacional sobre Cambio Climático es de obligatorio cumplimiento y debe ser incluida en las políticas, planes y programas sectoriales y regionales en concordancia con lo establecido por el artículo 53°, literal c) de la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales así como con los compromisos institucionales establecidos en ella”. Segunda línea estratégica: “Promover políticas, medidas y proyectos para desarrollar la capacidad de adaptación a los efectos de cambio climático y reducción de vulnerabilidad”.
<b>Ley orgánica de gobiernos regionales Ley N° 27867</b>	Artículo 53°, literal c): “Formular, coordinar, conducir y supervisar la aplicación de las estrategias regionales respecto a la diversidad biológica y sobre cambio climático, dentro del marco de las estrategias nacionales respectivas”.

### 6.5.2. Estrategias regionales para enfrentar el cambio climático

Estas estrategias están dirigidas a que cada región conozca su nivel de vulnerabilidad al cambio climático e incorpore medidas de adaptación a los efectos adversos del cambio climático en sus políticas y planes de desarrollo; asimismo, deben promover la concientización de la población sobre los riesgos del cambio climático, así como de sus causas globales. También es necesario mejorar la competitividad nacional con un manejo responsable de los recursos, así como de las emisiones de GEI, para no comprometer el desarrollo sostenible.

### 6.5.3. Propuesta de política para la cuenca alta del río Piura

El documento *Patrones de riesgos y desastre asociados con los efectos locales del cambio climático global en la cuenca del río Piura*, elaborado el año 2005 por Soluciones Prácticas-ITDG y Proclim, propone las siguientes políticas que se presentan en el **cuadro 21**.

**Cuadro 21. Propuestas de adaptación para la cuenta alta del río Piura**

Área	Política	Medidas
Agua	Conservación de las nacientes de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Reforestación de bosques altoandinos</li> <li>● Aplicación de sistemas de riego que reduzcan el consumo de agua y permitan eficiencia en su manejo</li> <li>● Desarrollo de infraestructura para el almacenamiento del agua</li> <li>● Mejoramiento de la infraestructura de riego</li> <li>● Establecer normas y sistemas de vigilancia que garanticen un acceso al agua para riego con equidad para todos los usuarios</li> </ul>
Suelo	Conservación de los suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicación de tecnologías de control de la erosión y conservación de los suelos en laderas</li> <li>● Desarrollo de agroforestería para protección de laderas</li> <li>● Reforestación de laderas</li> </ul>
Forestal	Manejo y explotación sostenible de los bosques con fines de mejoramiento de ingresos en sectores de pobreza y mantenimiento de condiciones ecológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Manejo sostenible de la reforestación y forestación</li> <li>● Forestación en la meseta andina</li> </ul>
Agricultura	Promoción de tecnologías, prácticas y estrategias para reducir la vulnerabilidad y los riesgos de la actividad agrícola frente al cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Introducción de semillas mejoradas para mejorar el rendimiento, hacer frente a condiciones de clima locales y con mayor resistencia a plagas</li> <li>● Experimentación y desarrollo de especies frutícolas y forestales exóticas y nativas de climas más cálidos</li> <li>● Cambios en el calendario de siembras, de acuerdo a las modificaciones del clima</li> <li>● Desarrollo y aplicación de sistemas naturales de control integral de plagas</li> <li>● Diversificación de cultivos para reducir los riesgos</li> <li>● Desarrollo de la agroforestería para la protección de los cultivos frente a las heladas</li> <li>● Desarrollo de sistemas apropiados para el secado y almacenamiento de granos, tubérculos, etc.</li> <li>● Preservación de los recursos biogénéticos locales</li> </ul>
Pecuario	Promoción de tecnologías, prácticas y estrategias para el desarrollo pecuario, reduciendo la vulnerabilidad frente al cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Siembra de pastos mejorados, adaptados a condiciones de escasez de agua</li> <li>● Utilización de residuos agrícolas de alto potencial forrajero</li> <li>● Mejoramiento genético con razas mejoradas</li> <li>● Sanidad animal, recuperando prácticas ancestrales</li> </ul>

Área	Política	Medidas
Salud	Fortalecimiento y preparación de los sistemas de salud para prevenir y reducir los impactos del cambio climático sobre la salud de la población	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimiento de los sistemas de vigilancia para prevenir el resurgimiento de la peste bubónica</li> <li>• Mejoramiento de la infraestructura y los servicios de salud</li> <li>• Promoción de la salud preventiva con participación activa de la población local y revalorando los conocimientos de la medicina tradicional</li> </ul>
	Manejo integrado de la salud y la nutrición infantil, para prevenir y reducir los impactos del cambio climático y el FEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de un marco de acción interinstitucional para el tratamiento integral de la salud y nutrición infantil</li> <li>• Educación nutricional que revalore el consumo de productos nativos</li> <li>• Equidad en la familia para la protección de la salud con criterios de igualdad de género</li> </ul>
	Mejoramiento de las condiciones ambientales para la prevención de los impactos del cambio climático en la salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliación y mejoramiento de la cobertura de depósitos de agua y desagüe en centros poblados, garantizando el acceso a agua segura en áreas urbanas y rurales</li> <li>• Sensibilización y capacitación a la población sobre la adecuada protección de los sistemas de aprovisionamiento del agua para consumo humano</li> <li>• Difusión y capacitación sobre tecnologías adecuadas para la disposición de residuos y excretas en áreas rurales, adaptadas a las condiciones ambientales locales</li> <li>• Sensibilización y educación que promueva una valoración social de las condiciones del ambiente y salud</li> </ul>
Infraestructura	Adaptación de las edificaciones a las condiciones de cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento y difusión de criterios técnicos para el emplazamiento y la construcción de viviendas en terrenos en ladera, con criterios de seguridad</li> <li>• Mejoramiento de viviendas y locales públicos para soportar eventos extremos de clima (olas de frío, heladas o lluvias extremas)</li> <li>• Difusión y capacitación sobre tecnologías apropiadas para reducir la vulnerabilidad de los sistemas constructivos tradicionales</li> <li>• Difusión y aplicación de tecnologías energéticas renovables para locales de uso público en áreas rurales</li> <li>• Difusión y capacitación a la población sobre la construcción, uso y mantenimiento de cocinas mejoradas</li> </ul>
	Adaptación de los centros poblados a las condiciones de cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento de las condiciones de seguridad de los centros poblados y adaptación para enfrentar eventos extremos de clima (olas de frío y lluvias extremas)</li> <li>• Desarrollar capacidades en los municipios para gestionar la adaptación del hábitat urbano</li> </ul>

Fuente: **CONAM, 2005c**



## 6.6. Valoración económica de los efectos del cambio climático

Tomamos el megaevento El Niño 1997-1998 como referencia de cambio climático, pues este episodio hizo que se pasara de 100 mm-150 mm/año, que es lo que recibe Piura en un año promedio, a más de 4 000 mm en apenas 5 meses, presentando un índice actual de los costos económicos de un fenómeno climático serio. Sus consecuencias tocaron tanto el sector urbano como el agrícola; en este sentido, los cuadros 22 y 23 presentan estos daños en cifras.

Cuadro 22. Impacto del FEN 1997-1998 en el sector agrícola		
Afectación	Cantidad	Valor
Hectáreas de terrenos de cultivo perdidas	3 785 ha	S/. 9 609 400
Hectáreas de terrenos de cultivo inundadas	1 722.25 ha	-
Número de agricultores	2 813	-
Infraestructura de riego (canales)	1 034.19 km	S/. 18 370 800
Infraestructura de drenaje (drenes)	910.12 km	S/. 22 399 430
Defensas ribereñas (defensas)	65 km	S/. 2 306 200
<b>Total</b>		<b>S/. 52 685 830</b>

Fuente: CONAM, 2005b

**Cuadro 23. Impacto del FEN 1997-1998 en infraestructura**

Sector	Cantidad	Monto de daños (en miles de soles)
<i>Urbano</i>		
Viviendas destruidas	9 488 viviendas	95 000
Población damnificada	179 170 habitantes	
Población afectada (Piura-Sullana)	19 %	
Pérdidas en saneamiento (Piura)		37 456
<i>Defensas ribereñas</i>		
Pérdidas en infraestructuras de defensas	65 km	2 306
<i>Transportes</i>		
Red nacional (a nivel regional)	219.20 km	158 520
Red departamental (a nivel regional)	198 km	76 859
Red departamental (a nivel regional)	2 945.20 km	56 346
<i>Puentes</i>		
Puentes colapsados	4	88 218
Puentes afectados en su estructura	4	
<i>Infraestructura eléctrica</i>		
Pérdidas de cables, postes, etc. (en toda la cuenca)		2 375
Infraestructura de salud	74 puestos	
Infraestructura educativa	187 centros educativos	
<b>Total estimado</b>		<b>S/. 517 056</b>

Fuente: CONAM, 2005b



## 7. CONCLUSIONES

### 7.1. Sobre la variabilidad climática y efectos del cambio climático en la región

#### 7.1.1. Sobre las condiciones de alta variabilidad en la región

Los eventos climáticos extremos como lluvias excepcionales y sequías, en un contexto de pobreza y de forma recurrente, ocasionan daños muy significativos que tienen un grave impacto sobre las condiciones de vida de los más pobres. Así, la escasez de alimentos, el hambre, desempleo, reducción de ingresos que se presentan, afectan principalmente a las familias campesinas que realizan agricultura de autoconsumo y a los campesinos jornaleros, provocando la migración de los varones y jefes de hogar a la costa y selva, lo que causa a su vez situaciones de abandono y desintegración familiar que afectan a las mujeres y niños. De esta manera, se produce un encadenamiento de impactos sociales y económicos que incide en la intensificación de las condiciones de pobreza de las poblaciones rurales.

#### 7.1.2. Sobre los efectos locales del cambio climático

Los resultados del cambio climático en la región muestran un incremento promedio de 2 °C en la temperatura mínima durante los últimos 30 años. Por otro lado, los periodos de lluvias vienen presentando alteraciones en sus fechas de inicio y término, así como retiros temporales durante el mismo periodo de lluvias. Todas estas variaciones ocasionan mayores riesgos en los cultivos y la crianza de animales, ante ello es necesario acelerar los procesos de adaptación para reducir la vulnerabilidad ante los riesgos climáticos regionales.

Los nuevos escenarios climáticos en las partes altas de la región (sobre los 3 000 msnm) ocasionan heladas en épocas inusuales, como la ocurrida en febrero de 2007, cuando lo normal es que se presente entre junio y agosto de cada año. Todos estos nuevos escenarios resultantes de los efectos del cambio climático ocasionan menores rendimientos de los cultivos y crianzas tradicionales.

El Niño es un evento que está relacionado con el cambio climático y es muy probable que en las próximas décadas tenga una presencia más recurrente y de mayor intensidad, al presentarse un cambio más frecuente en el sentido de los vientos alisios, sumado al incremento en la temperatura del mar en el Pacífico central y oriental.

## **7.2. Sobre las tecnologías apropiadas de adaptación**

Entre las tecnologías apropiadas de adaptación desarrolladas destacaron las tecnologías de conservación del suelo, de uso eficiente del agua (riego presurizado), promoción e implementación de cultivos con características adecuadas y el aprovechamiento eficiente de pasturas y manejo y conservación de bosques. Todas ellas son parte de una propuesta tecnológica mayor, el manejo o gestión de cuencas, transmitidas a través de promotores campesinos que permitieron transferirlas y difundirlas en toda la cuenca.

## **7.3. Sobre adaptación de los medios de vida frente a la alta variabilidad climática**

Se ha impulsado el desarrollo de capacidades agrícolas (cultivos apropiados y sistemas de riego presurizado) y ganaderas (mejoramiento genético y conservación y uso de pastizales), así como el uso y conservación de bosques o matorrales para hacer frente a la variabilidad climática (sequías y fuertes lluvias, además del FEN) dentro de una propuesta mayor de gestión de cuencas.

## **7.4. Sobre el fortalecimiento de las capacidades de adaptación de las poblaciones**

El proyecto ha permitido determinar que es posible desarrollar capacidades de adaptación al cambio climático en la población rural, contribuyendo a que sean menos vulnerables frente a los efectos locales del cambio climático. Las capacidades desarrolladas por las poblaciones de la subcuenca del río Yapatera para prevenir o mitigar los riesgos generados por la variabilidad climática y el cambio climático se centraron especialmente en cuatro ejes: capacitación, organización, tecnologías apropiadas e información climática.

Las diferentes modalidades de capacitación fueron talleres, encuentros de intercambio de experiencias, prácticas de campo y experimentación de tecnologías en sus parcelas que han permitido fortalecer las capacidades de hombres y mujeres de la subcuenca Yapatera en tecnologías apropiadas para la adaptación. Asimismo han generado entusiasmo entre los agricultores al compartir sus logros y dificultades y enfrentar los retos de forma organizada, preparados frente a los efectos del cambio climático.

Mediante talleres participativos se fortaleció la organización de las poblaciones locales promoviendo la integración y concertación de los distritos de Frías y Chulucanas (gobiernos locales y sociedad civil) con respecto a los efectos locales del cambio climático en la zona. El resultado ha sido la elaboración de una estrategia local de adaptación al cambio climático.

Se han desarrollado otras capacidades para hacer frente a la variabilidad y al cambio climático, tales como iniciativas locales de adaptación que aplican las familias de la zona alta y media de la subcuenca Yapatera y que apuntan a garantizar la seguridad alimentaria. Por su parte, en la zona baja, las medidas de adaptación son complementadas por acciones estructurales, aplicables a nivel familiar, apoyadas en estructuras organizativas existentes. En ambos casos utilizan prácticas y tecnologías tradicionales para la adaptación.

En cuanto a la información, la integración del conocimiento popular (etnoclimatología) al conocimiento científico constituye un nuevo modelo de predicción climática que ha permitido a etnoclimatólogos e instituciones responsables de las actividades meteorológicas mejorar sus pronósticos climáticos, contribuyendo a su vez a una mejor información local.

### **7.5. Sobre el mejoramiento de las condiciones de vida de las poblaciones rurales**

La incorporación de la estrategia local de adaptación al cambio climático en los procesos de planificación y gestión del desarrollo local por parte de los gobiernos locales y organizaciones campesinas ha contribuido a la construcción sólida, segura y consensuada de procesos de adaptación que permiten aprovechar oportunidades y reducir riesgos generados por la variabilidad climática y los efectos del cambio climático en la subcuenca, mejorando las condiciones de vida de las poblaciones rurales pobres.



# 8. RECOMENDACIONES

## 8.1. Sobre los efectos del cambio climático en la región

- Manetener un monitoreo constante de los cambios del clima sobre la región en base al sistema de información etnoclimática (SIEC), de manera que permita planificar cultivos más propicios para sembrar y medidas a adoptar durante los próximos años
- Fomentar un cambio de percepción frente al cambio climático en la región, viéndolo como una oportunidad, aprovechando sus impactos positivos y mitigando sus efectos negativos

## 8.2. Sobre la estrategia local de adaptación

- Sensibilizar a las autoridades locales y organizaciones campesinas para que continúen incluyendo en sus agendas de trabajo la estrategia de adaptación. En el caso de los gobiernos locales, se espera que sea incluida en sus instrumentos de gestión del desarrollo local (plan de desarrollo concertado, plan de desarrollo económico, plan de ordenamiento territorial) y en los documentos de gestión institucional

### 8.2.1. Sobre la capacitación

- Continuar las actividades de desarrollo de capacidades en temas de cambio climático y adaptación. Estas acciones deben partir desde la escuela, gobiernos locales, organizaciones campesinas, instituciones y población en general, con el fin de ir incorporando en la cultura de la población los temas de cambio climático y adaptación
- Es recomendable que las actividades de desarrollo de capacidades vayan acompañadas de investigación aplicada, lo que permitirá validar y mejorar las tecnologías apropiadas al cambio climático

### 8.2.2. Sobre la organización

- Continuar con el fortalecimiento de las organizaciones campesinas mediante capacitaciones continuas que permitan a sus miembros se parte de la toma de decisiones orientadas a mejorar sus condiciones de vida, buscando que la sociedad civil participe activamente, pasando de un modelo de democracia representativa a participativa



### **8.2.3. Sobre las tecnologías para la adaptación**

- Implementar las tecnologías apropiadas para la adaptación al cambio climático en los proyectos de desarrollo agrario que vienen ejecutando los gobiernos locales
- En el caso de cultivos con características adecuadas de adaptación al cambio climático, como las menestras, cacao y palto, se recomienda trabajar a través de cadenas productivas
- Continuar investigando en tecnologías de adaptación al cambio climático con participación de los productores e instituciones de la subcuenca dentro de una concepción mayor de gestión de cuencas

### **8.2.4. Sobre el sistema de información etnoclimático**

- Se recomienda que el Senamhi, entidad oficial de investigación meteorológica en el país, programe un plan integral de registros de indicadores bióticos y abióticos en su red nacional de estaciones, que sea aplicada en los modelos concertados o integrados que se vienen validando en Piura
- En las escuelas, se recomienda introducir en el currículo educativo el aprendizaje, seguimiento o monitoreo del clima local, para que los jóvenes cuenten con una herramienta básica y de esta forma se logre facilidad en la adaptación a los efectos locales del cambio climático
- Es necesaria también una mayor secuencia en las validaciones de los modelos de adaptación para su posterior uso
- Es fundamental que los profesionales de ciencias relacionadas al estudio atmosférico intercambien conocimientos con los etnoclimatólogos. Asimismo, deberá estandarizarse una terminología para referirse a la condición pluvial de un periodo (copioso, lluvioso y seco o normal, inferior a lo normal, etc.)

### **8.3. Sobre la adaptación de familias campesinas**

- Se recomienda incorporar en los presupuestos participativos de los gobiernos locales y el gobierno regional las medidas de adaptación que aplican las familias campesinas para hacer frente a los efectos e impactos del cambio climático, como estrategias de seguridad alimentaria

## 9. BIBLIOGRAFÍA

AACHCHP. *Plan de gestión de la cuenca del río Piura*. Piura: Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chira Piura-Gobierno Regional de Piura-Instituto Regional de Apoyo a la Gestión de los Recursos Hídricos-Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 2005.

Alegre, R. *Informe de operatividad, asesoramiento y monitoreo del sistema de información climática*. Piura: Cepeser-Soluciones Prácticas-ITDG-Comisión Europea, 2007.

Cajusol, C. *Evaluación de medidas de adaptación espontánea y dirigida a la variabilidad climática en la subcuenca del río Yapatera*. Piura: Cepeser-Soluciones Prácticas-ITDG-Comisión Europea, 2006.

Canovas, W. *Producción de documentos sobre escenarios climáticos y su influencia en la actividad agrícola forestal y pecuaria en la subcuenca Yapatera*. Piura: Cepeser-Soluciones Prácticas-ITDG-Comisión Europea, 2006.

Canovas, W. *Variabilidad y cambio climático y su influencia en las actividades productivas y sociales en la subcuenca de Yapatera*. Piura: Cepeser-Soluciones Prácticas-ITDG-Comisión Europea, 2007.

CARE. *Plan de ordenamiento territorial del distrito Frías*. Piura: CARE- Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 2005.

CENTRO. *Vulnerabilidad social y de género en el área de influencia de la cuenca del río Piura. Informe del diagnóstico*. Piura: Instituto de Estudios Socioeconómicos y Fomento del Desarrollo(CENTRO)-PROCLIM, 2005.

CEPESER. *Diagnóstico rural participativo. Zona alta, subcuenca de Yapatera*. Piura: Cepeser-Soluciones Prácticas-ITDG-Comisión Europea, 2006a.

CEPESER. *Diagnóstico rural participativo. Zona baja, subcuenca de Yapatera*. Piura: Cepeser-Soluciones Prácticas-ITDG-Comisión Europea, 2006b.

CEPESER. *Diagnóstico rural participativo. Zona media, subcuenca de Yapatera*. Piura: Cepeser-Soluciones Prácticas-ITDG-Comisión Europea, 2006c.

CEPESER. *Diseño del sistema de información climática*. Piura: Cepeser-Soluciones Prácticas-ITDG-Comisión Europea, 2006d.

CEPESER. *Programa de capacitación para la formación de promotores tecnológicos campesinos*. Piura: Cepeser-Soluciones Prácticas-ITDG-Comisión Europea, 2006e.

CIPCA. «El Niño: fenómeno histórico y científico». En: *Centro de Investigación y Promoción del Campesinado*. <http://www.cipca.org.pe/cipca/nino/nino/fenhistorico.htm> (visto por última vez: 22 de julio de 2008).

CONAM. *Determinación de la vulnerabilidad física natural actual en las áreas de interés. Subcuenca de Yapatera*. Lima: CONAM-INRENA-PROCLIM-Embajada Real de los Países Bajos, 2005a.

CONAM. *El cambio climático, impactos y oportunidades. Documento de política*. Lima: Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chira Piura-CONAM-INRENA-Soluciones Prácticas-ITDG, 2005b.

CONAM. *Evaluación local integrada y estrategia de adaptación al cambio climático en la cuenca del río Piura*. Piura: Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chira Piura-CONAM-Concytec-Inreana-Proclim-Senamhi-Soluciones Prácticas-ITDG, 2005c.

Correo. «Empresas contaminantes saldrán de carrera». En: *Diario Correo*. Piura. <http://www.correoperu.com.pe/correonorte/piura/nota.php?id=8494> (visto por última vez: 22 de julio de 2008a).

Correo. «Es urgente aprovechar el cambio climático». En: *Diario Correo*. Piura. <http://www.correoperu.com.pe/correonorte/piura/nota.php?id=12294> (visto por última vez: 22 de julio de 2008b).

CPTEC. *Centro de previsão de tempo e estudos climáticos*. <http://www.cptec.inpe.br/> (visto por última vez: 4 de agosto de 2008).

GSAAC. *Plan de gestión de desarrollo de la subcuenca Yapatera*. Piura: Instituto Interamericano de Cooperación Agraria-Instituto Regional de Apoyo a la Gestión de los Recursos Hídricos-Gestión Social del Agua y el Ambiente en Cuencas, 2006.

Hocquenghem, A. *Para vencer a la muerte. Piura y Tumbes, raíces en el bosque seco y en la selva alta, horizontes en el Pacífico y en la Amazonía*. Lima-París: Centro Nacional de la Investigación Científica-Programa Internacional de Cooperación Científica 125-IFEA-Instituto de la Naturaleza y el Conocimiento Ambiental Humano, 1998.

Huertas, L. *Diluvios andinos a través de las fuentes documentales*. Lima: PUCP, 2001.

IDEAS. *Diagnóstico rural participativo y plan de acción comunal en la subcuenca Yapatera*. Yapatera: Centro IDEAS-CTAR Piura-Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit-Municipalidad de Morropón, 2001a.

IDEAS. *Plan de desarrollo sostenible de la subcuenca del río Yapatera*. Yapatera: Centro IDEAS-CTAR Piura-Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit-Municipalidad de Morropón, 2001b.

INEI. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. <http://www1.inei.gov.pe/inicio.htm> (visto por última vez: 17 de julio de 2008).

INRENA. *Evaluación de la vulnerabilidad física natural futura y medidas de adaptación en áreas de interés en la cuenca del río Piura*. Lima: INRENA-Soluciones Prácticas-ITDG, 2006.

IPCC. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability: Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group II Report*. Ginebra: World Meteorological Organization, 2001.

Municipalidad Provincial de Morropón. *Plan estratégico de la provincia de Morropón 2005-2015*. Morropón: Municipalidad Provincial de Morropón, 2005.

Pantoja, H. *El evento El Niño, oscilación sur 1997-98, su impacto en el departamento de Lambayeque*. Lima: Senamhi, 2004.

Rostoroswki, M. *Recursos naturales renovables y pesca, siglos XVI y XVII*. Lima: IEP, 1981.

Smith, M. *Sólo tenemos un planeta. Pobreza, justicia y cambio climático*. Lima: Soluciones Prácticas-ITDG, 2007.

Soluciones Prácticas-ITDG. *Trabajo de grupos del Taller 'Cuenca del río Piura y cambio climático: recuperando el conocimiento popular sobre sus efectos e impactos locales y las experiencias de adaptación'*. Lima: ITDG, 2005.

Torres, G. *Indicadores biológicos y ambientales predictores de clima en la subcuenca Yapatera, distrito de Frías*. Piura: CEPESER, 2006.

USINFO. «NOAA anuncia definiciones de El Niño y La Niña». En: *Programas de información internacional*. <http://usinfo.state.gov/xarchives/display.html?p=washfile-spanish&y=2003&m=October&x=20031006114822relliMS0.3378412> (visto por última vez: 8 de setiembre de 2008).

Yauri, H. «Piuranos deben prepararse ante el cambio climático». En: *Diario Correo*. Piura. <http://www.correoperu.com.pe/correonorte/piura/nota.php?id=5323> (visto por última vez: 22 de julio de 2008).



# 10. ANEXOS

## 10.1. Anexo 1: Manifestaciones microclimáticas: variables atmosféricas e hidrológicas en los eventos climáticos más significativos

### 10.1.1. Percepciones de los pobladores frente a cambios microclimáticos en Frías

Evento	Año	Manifestación local (temperatura, lluvias, humedad, caudales, vientos, etc.)	Zonas afectadas
Sequía	1968	En un año normal llueve de 1 000 mm a 1 200 mm, en años secos de 180 mm a 250 mm, pero este año no llovió. En un año normal, de enero a mayo está nublado, pero en años secos, en marzo, los días están despejados de 6 a.m. a 6 p.m. En ese año, hubo mayores días de sol, "mucho sol, un sol largo" nos han dicho pobladores. La humedad fue mucho menor a lo normal	Desde los 1 650 msnm (Frías) hacia abajo (Misquis, Ramadas, Guayaquil, Guanábanos, Cilahua) También afectó la meseta andina por su falta de huertos
Vientos huracanados	1968-1969	Arrasó techos, cultivos y árboles	Parte media y alta de la subcuenca: Challe Grande y Challe Chico, Liza, Maray, Silincho, Rinconada de Parihuanás, Rosales, San Antonio y Pampa Grande
Truenos, relámpagos y lluvias fuertes	1970	Los habitantes comentan: "se secaban las frutas, se secaba la leche del ganado al asustarse por los relámpagos". Se produjeron muertes por rayos	Frías
FEN, lluvias torrenciales	1972	Olas de calor, tempestades y lluvias de gran intensidad en el periodo enero-marzo, lo que produjo un incremento en el caudal de los ríos. La carretera de acceso a Frías se interrumpió	Toda la subcuenca
Sequía	1978	Pérdida de cultivos, escasez de pasto, muerte y disminución del costo de animales. Falta de alimentos, desnutrición y pobreza generalizada en la población	Pampa Grande, Huasipe, Misquis, Guayaquil (parte baja de la subcuenca)
Sequía	1980-1981	Lluvias ligeras en la meseta andina. La población recuerda que "fue diferente porque sí dejó algo de pan llevar"	Afectó más la parte baja de la subcuenca
FEN	1982-1983	En un año normal llueve desde mediados de diciembre a mayo, la población recuerda que "llovió cerca de diez veces más que un año normal", "llovía día y noche, de 2 a 3 días seguidos, no descansaba y traía truenos y relámpagos". Las lluvias más fuertes ocurrieron de octubre de 1982 a junio de 1983. Hubo nubosidad baja y mayor humedad. "No se veía el sol y la temperatura era baja, se sentía mucho frío". Aumentaron los caudales en el río y las quebradas, el agua era turbia. Se abrieron barrancos y un huaco en Condorhuachina causó muertes	Todo el distrito. Afectó más la meseta y la parte media. La parte más baja sí tuvo cosecha (río Seco, Cascajal, Ceibal y Cuevas). Huaco en Condochuachina

Evento	Año	Manifestación local (temperatura, lluvias, humedad, caudales, vientos, etc.)	Zonas afectadas
Plaga	1984	Grillos y langostas. Ratas llegaron por primera vez al distrito	Frías
Vientos huracanados	1984	Vientos huracanados se llevaron las cosechas. Mucho sol	Liza y Frías
Truenos, relámpagos y lluvias fuertes	1996	Se secaban las frutas, el ganado secaba su leche al asustarse por los relámpagos. Muertes por rayos	Todo Frías
FEN	1997-1998	Se produjeron lluvias desde julio de 1997 a abril de 1998, el periodo más fuerte fue entre diciembre y marzo. Llovió con menor intensidad y duración que en el FEN 1982-1983. Más días de sol y mayor temperatura, con humedad mayor al FEN anterior. Entre julio y agosto hubo vientos huracanados en la meseta andina. Huaicos, derrumbes, ahogos y muertes por rayo	Todo el distrito, afectó menos en la meseta andina y más en Misquis, San Jorge, La Cría La plaga de zancudos afectó Frías
Plagas	1998	Tupe ( <i>Dermatobia hominis</i> ), insecto que infecta ganado vacuno, con alta tasa de morbilidad	Frías, parte baja del valle
Sequías	2003-2004	Poca lluvia y escasez de agua, especialmente en la parte alta. Llovió menos de 180 mm, una o dos veces al mes. Alteración del ciclo natural de las lluvias. Fuerte sol y calor excesivo en verano. Entre junio y julio de 2004, heladas, neblina y llovizna	Parte baja (pie de costa), ubicada entre los 600 y 800 msnm, con cultivos de bajo secano. Zonas de Platanal Alto, San Jorge, Barranco Blanco, Las Cuevas y Ceibal
Heladas	2004	Heladas fuertes en la meseta andina y menos intensas en la parte alta de la subcuenca, acompañadas de vientos fuertes. Las heladas habituales se intensifican y se producen cambios bruscos de temperatura En la meseta andina se perdieron las cosechas por quemadura de cultivos, muerte de frutales en el centro de Frías, "el café se hieló y cae el fruto por el rocío en la planta y el mayor frío en las mañanas", enfermedades respiratorias en ganado y habitantes En la meseta andina, plaga de alicuya que mató aproximadamente 10 000 ovinos	Desde Frías hasta la división de las aguas. La más afectada fue la meseta andina entre los 3 000 y 3 400 msnm, con menos efecto en el centro de Frías, por sobre los 2 000 msnm.
Neblina excesiva	2000 en adelante	Enfermedades y plagas en los cultivos, hongos en el maíz, trigo, fréjol, arveja. Chamusco en papas, pobre cosecha y pérdida de semillas	Parte media y alta de la subcuenca, desde Chillique hacia arriba

Fuente: **Soluciones Prácticas-ITDG, 2005**

### 10.1.2. Percepciones de la población de cambios microclimáticos en Chulucanas

Evento	Año	Manifestación local (temperatura, lluvias, humedad, caudales, vientos, etc.)	Zonas afectadas
Sequía	1960-1970	En el período, los años 1967 y 1968 fueron los más secos, con ausencia total de lluvias, de 1968 a 1971 años secos y 1967 fue un año bueno	No se precisa
FEN	1982-1983	El periodo lluvioso fue el más largo, pero con lluvias menos intensas	No precisa
FEN	1997-1998	Temperatura más alta en comparación al FEN anterior, no hubo floración en muchos cultivos, las lluvias duraron menos pero fueron más intensas y destructivas	Negativamente los márgenes del río Piura y sus afluentes Positivamente en el bosque seco (200 000 ha), que regeneró su flora y el aumento acuifero fue útil para la ganadería (caprina, ovina y apicultura)
Sequía	2003-2004	Mayores temperaturas el 2002 y 2003, menor el 2004, con un incremento del frío. Ausencia de lluvias en las partes bajas	Zonas de cultivo seco (parte baja del valle)

Fuente: **Soluciones Prácticas-ITDG, 2005**

## 10.2. Anexo 2. Manifestaciones microclimáticas observadas en Frías y Chulucanas

### 10.2.1. Percepciones de los participantes del taller sobre las manifestaciones locales del cambio climático en Frías

Cambios en el clima			Alteraciones en la variabilidad climática
Temperatura	Lluvias	Humedad	
<p>La temperatura antes era más fría, ahora se siente más calor que en épocas anteriores. Las temperaturas se mantuvieron en su promedio normal hasta 1996, entre 1997 y 1998 bajaron y desde 1999 hasta la actualidad es evidente que la temperatura se ha venido incrementando progresivamente</p> <p>En los últimos 10 años, las temperaturas por las mañanas y por las noches son bajas (han disminuido) y al mediodía son altas (han aumentado)</p> <p>Cuando hay sol ahora es más caliente y el frío es mayor en las tardes, noches y mañanas. Los rayos de sol se reflejan con mayor intensidad</p> <p>Cultivos que se desarrollan en las zonas más bajas y con clima más cálido, se cultivan ahora en Frías, como el palto, limón y naranja</p> <p>En Frías hay insectos y plagas propias de la parte baja, como zancudos, tupe, arreyatado (plaga del algodón) y mosca de la fruta</p>	<p>El volumen total de lluvias ha disminuido, "antes llovía más que ahora, había relámpagos y truenos"</p> <p>Hasta el 2002, las Lluvias se mantuvieron en su nivel regular, con excepción de los años 1997 y 1998, en que las lluvias repuntaron en el marco del FEN. Después de este último evento, las Lluvias han sido más variables y en los dos últimos años hay sequías</p> <p>Las Lluvias en la zona vienen desde fines de diciembre y terminan en abril o mayo. Hay una mayor variabilidad de las Lluvias (intermitencia y lluvias fuera de tiempo)</p> <p>Poca agua para el riego de pastos y consumo humano. Se ha paralizado el funcionamiento de la central hidroeléctrica</p>	<p>Baja radiación que propicia plagas como la roya, en el maíz</p> <p>La humedad ha variado en los últimos 10 años, antes el clima era más húmedo, ahora se ha vuelto seco. Después de incrementarse entre 1997 y 1998, ha sido menos intensa los últimos años. El 2002 se dejó sentir a través de una menor intensidad en la niebla</p> <p>Los terrenos de cultivo se secan rápidamente. Hay menos brote de plantas y mayor pérdida en cultivos, las semillas de los pastos naturales mueren, menor producción, calidad baja en frutales, baja producción y productividad de animales</p>	<p>Antes las estaciones eran bien marcadas, a partir del año 2000 hay un desequilibrio entre cada año, es muy notorio, ya que se suceden años secos y lluviosos en la parte alta mientras que en la parte baja la sequía se prolonga año tras año. Antes el periodo lluvioso estaba demarcado claramente de diciembre a abril, ahora es muy variado, entre estaciones. Pueden caer lluvias en cualquier estación o temporada. Algunos árboles han adelantado su florecimiento</p>

Fuente: Soluciones Prácticas-ITDG, 2005

### 10.2.2. Percepciones de los participantes del taller sobre las manifestaciones locales del cambio climático en Chulucanas

Cambios en el clima			Alteraciones en la variabilidad climática
Temperatura	Lluvias	Humedad	
<p>Incremento general de la temperatura. Las estaciones son más marcadas, en verano hace más calor y en invierno más frío que antes. Debido a la alta temperatura, hay un predominio del cultivo de arroz y un adelanto de la floración del mango, sin embargo, el calentamiento excesivo en verano no permite la fructificación del mango</p> <p>Aumentaron las plagas (gorgojo negro del cocotero, hormigas, ratas, plagas en el maíz, algodón), provocando un mayor uso de insecticidas</p> <p>Incendios forestales provocados que consumen grandes extensiones de bosque</p>	<p>Más Lluvias, mayor regeneración del bosque seco, más pasto y mayor producción de ganado</p> <p>Incremento en la floración y apicultura, introducción y adaptación de razas mejoradas de caprinos y ovinos. Incremento de la industria quesera artesanal.</p> <p>Buenos años para la agricultura, aumento del recurso agua, menor tala de árboles</p>	<p>Más humedad, incremento de enfermedades en cultivos y ganadería, incremento de paludismo, dengue y enfermedades bronquiales</p> <p>Mayor uso de plaguicidas, incremento de costos de producción</p> <p>Conservación de pastos por más tiempo en el campo</p>	<p>Mayor variación de año en año y en las estaciones</p> <p>Temperaturas extremas han variado (mínimas y máximas) en todas las épocas del año</p>





## 11. GLOSARIO

**Adaptación:** ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. Referida al cambio climático, es la respuesta ante estímulos climáticos proyectados o reales y a sus efectos, ya sea para mitigar sus daños como para aprovechar sus aspectos beneficiosos. En nuestro contexto de trabajo, se refiere fundamentalmente a la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones más pobres.

**Agrobiodiversidad:** variedad de animales, plantas y microorganismos usados directa o indirectamente para la alimentación o la agricultura. Comprende la diversidad de recursos genéticos y especies utilizadas como alimento, combustible, forraje, fibras y productos farmacéuticos.

**Alerta temprana:** instrumento de prevención de conflictos basado en la aplicación sistemática de procedimientos estandarizados de recogida, análisis y procesamiento de datos relativos a situaciones potencialmente violentas, destinado a alertar a los centros de decisión política para la adopción a tiempo de medidas con las que evitar el estallido del conflicto, o bien su extensión e intensificación.

**Amenaza:** probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el hombre, que puede ocasionar graves daños a una localidad o territorio. Se pueden clasificar en tres categorías: naturales, antrópicas o tecnológicas. Si bien, muchas instituciones emplean el término como sinónimo de peligro, para algunas, como el Indeci (Instituto de defensa civil), no son equivalentes pues una amenaza es un peligro inminente.

**Análisis de riesgo:** proceso mediante el cual se logra conocer el nivel de riesgo al cual se encuentran expuestas poblaciones y ecosistemas, en función de la vulnerabilidad y las amenazas en la zona y a las capacidades formadas en la población. Este análisis involucra una estimación sobre las posibles pérdidas ante un evento determinado, para luego hacer un análisis de los posibles efectos del mismo, a todo nivel. En el análisis actual sobre los riesgos existe un factor más que es de gran importancia para comprender los orígenes del riesgo: las capacidades o fortalezas.

**Biodiversidad:** cantidad y abundancia relativa de diferentes familias (diversidad genética), especies y ecosistemas (comunidades) en una zona determinada.

**Calentamiento global:** forma en que la temperatura de la Tierra se incrementa, en parte debido a la emisión de gases asociada con la actividad humana. Este fenómeno ha sido observado en las últimas décadas, en las que se ha incrementado de manera acelerada.

**Cambio climático:** para el IPCC (2007) se llama así a la variación estadística significativa en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un periodo prolongado. Se puede deber a procesos naturales internos, a cambios del forzamiento externo o a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. En cambio, en el primer artículo de la CMCC se lo define como un 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 observada durante periodos comparables. Es decir, mientras la CMCC distingue entre cambio climático, causado por la actividad humana, y variabilidad climática, generada por causas naturales, las definiciones más recientes de cambio climático engloban ambos procesos. En el marco de nuestro trabajo, hemos seguido principalmente la orientación de la CMCC.

**Cambio global:** según el IDEAM (2007), es el resultado de la alteración de los ciclos naturales de materia (carbono, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre, agua) y energía. Entre sus principales manifestaciones se destacan: los cambios en la dinámica de estos ciclos, los cambios en la composición de la química de la atmósfera, la contaminación de la hidrósfera, la lluvia ácida y la eutrofización, el deterioro de la capa de ozono, el calentamiento global, el cambio climático, el incremento del nivel del mar y los cambios en la cobertura de la superficie terrestre.

**Capacidades:** conjunto de recursos con que cuenta la sociedad para prevenir o mitigar los riesgos de desastres o para responder a situaciones de emergencia.

**Capacidad de adaptación:** capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas.

**Clima:** en sentido estricto, se suele definir el clima como 'estado medio del tiempo' o, más rigurosamente, como una descripción estadística del mismo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades pertinentes durante periodos que pueden ir de meses a miles o millones de años. El periodo normal es de 30 años según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Las cantidades aludidas son casi siempre variables de la superficie (por ejemplo, temperatura, precipitación o viento), aunque en un sentido más amplio el clima es una descripción (incluso una descripción estadística) del estado del sistema climático.

**Cosmovisión:** visión integrada y holística que una sociedad maneja para explicarse el origen y sentido, histórico y actual, de su mundo. Se basa en las percepciones personales pero se construye con la socialización (en un espacio compartido). En la medida en que las tecnologías estén insertas como elementos importantes en la cosmovisión local, tenderán a la innovación y no a la obsolescencia.

**Deforestación:** reducción o remoción de cobertura forestal por corte o quema para propósitos agrícolas, de colonización o urbanización y uso de la madera para construcción y como combustible.

**Desarrollo sostenible:** desarrollo que cubre las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender a sus propias necesidades.

**Desastre:** daño causado por un evento destructor que actúa sobre determinadas condiciones de vulnerabilidad, que genera un estado de crisis y alteraciones en la cotidianidad de las familias, las escuelas y de la sociedad en su conjunto determinadas por la existencia de condiciones de riesgo previas.

**Desertificación:** degradación de las tierras y de la vegetación, la erosión de los suelos y la pérdida de la capa superficial del suelo y de las tierras fértiles en las áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, causada principalmente por las actividades humanas y por las variaciones del clima. La sequía puede desencadenar o agravar la desertificación.

**Ecosistema:** sistema de organismos vivos que interactúan y su entorno físico. Los límites de lo que se puede denominar ecosistema son un poco arbitrarios y dependen del enfoque del interés o del estudio. Por lo tanto, un ecosistema puede variar de unas escalas espaciales muy pequeñas hasta, en último término, todo el planeta.

**Efecto invernadero:** efecto por el cual los gases de la atmósfera absorben la radiación infrarroja emitida por los mismos gases en la superficie de la Tierra, cuidando que la temperatura del planeta se mantenga en 30 °C ya que a una temperatura diferente la vida de muchos organismos (incluyendo a los seres humanos) sería imposible. Estos gases forman una capa que permite que la radiación ingrese a la atmósfera pero no dejan que escape de nuevo al espacio, manteniendo el equilibrio en la temperatura.

**Emisiones:** en el contexto del cambio climático, se entiende por emisiones la liberación de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, en una zona y un periodo de tiempo específicos.

**Emisiones antropogénicas:** emisiones de gases de efecto invernadero, de precursores de gases de efecto invernadero y aerosoles asociados con actividades humanas. Entre estas actividades se incluyen el uso de combustibles fósiles para la producción de energía, la deforestación y los cambios en el uso de las tierras que tienen como resultado un incremento neto de las emisiones.

**Energías renovables:** fuentes de energía intrínsecamente renovables, como la energía solar, la energía hidráulica, el viento y la biomasa.

**Erosión:** proceso de retiro y transporte de suelo y roca por obra de fenómenos meteorológicos, desgaste de masa, y la acción de cursos de agua, glaciares, olas, vientos, y aguas subterráneas.

**Escenario climático:** representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basada en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construye para ser utilizada de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirve a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos.

**Escenario:** descripción plausible y simplificada de cambios futuros, basada en un conjunto coherente e internamente consistente de hipótesis. Los escenarios pueden derivar de proyecciones pero a menudo están basados en información adicional de otras fuentes.

**Externalidades:** subproductos de actividades que afectan al bienestar de la población o dañan el medio ambiente, cuando esos impactos no se reflejan en los precios de mercado. Los costos (o beneficios) asociados con externalidades no comprenden sistemas normalizados de contabilidad de costos.

**Forzamiento radioactivo:** cambio en la irradiación neta vertical (expresada en  $Wm^{-2}$ ) o en la tropopausa debido a un cambio interno o a un cambio en el forzamiento externo del sistema climático (por ejemplo, un cambio en la concentración de dióxido de carbono o la potencia del Sol). Normalmente el forzamiento radioactivo se calcula después de permitir que las temperaturas estratosféricas se reajusten al equilibrio radioactivo, pero manteniendo fijas todas las propiedades troposféricas en sus valores sin perturbaciones.

**Gases de efecto invernadero (GEI):** gases integrantes de la atmósfera, de origen natural o antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua ( $H_2O$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), óxido nitroso ( $N_2O$ ), metano ( $CH_4$ ), y ozono ( $O_3$ ) son los principales GEI en la atmósfera terrestre. Además, existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el protocolo de Montreal. Además del  $CO_2$ ,  $N_2O$ , y  $CH_4$ , el protocolo de Kyoto aborda otros gases de efecto invernadero como el hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). Cada gas tiene un periodo diferente de persistencia en la atmósfera, y generalmente este es de varios años, de modo que los intentos por reducir las emisiones excesivas se podrían visibilizar en un control del calentamiento global solamente después de muchos años.

**Gestión del riesgo:** es el proceso planificado, concertado, participativo e integral de reducción de las condiciones de riesgo de desastres de una comunidad, una región o un país. Implica la complementariedad de capacidades y recursos locales, regionales y nacionales y está íntimamente ligada a la búsqueda del desarrollo sostenible.

**Glaciar:** masa de hielo que fluye hacia abajo (por deformación interna y deslizamiento de la base) limitada por la topografía que la rodea (por ejemplo, las laderas de un valle o picos alrededor); la topografía de la base rocosa es la principal influencia sobre la dinámica y la pendiente de superficie de un glaciar. Un glaciar se mantiene por la acumulación de nieve en altitudes altas, y se equilibra por la fusión de nieve en altitudes bajas o la descarga en el mar.

**Granizo:** precipitación de partículas irregulares de hielo. Si las temperaturas de las capas de aire inferiores son lo suficientemente calientes, se derriten los granos de hielo, antes de llegar a la tierra y caen como grandes gotas de agua. Cuanto más frío es el aire, tanto más peligro de granizo existe.

**Helada:** fenómeno que aparece regularmente, con el cual hay que contar sobre todo en invierno. A medida que la altura sobre el nivel del mar aumenta, baja la temperatura promedio y aumenta el peligro de helada, y sobre los 4 000 m la temperatura puede bajar a menos de  $0\text{ }^{\circ}C$  en cualquier época del año.

**Huacos:** flujos de lodo que arrastran los materiales que encuentran a su paso, muy frecuentes al ocurrir lluvias persistentes debido a la configuración del relieve del territorio y las acciones de mal manejo del territorio, como la deforestación.

**Impactos climáticos:** consecuencias del *cambio climático* en *sistemas humanos* y naturales. Dependiendo de la *adaptación*, se puede distinguir entre impactos potenciales e impactos residuales. Los potenciales son los impactos que pueden suceder dado un cambio proyectado en el clima, sin tener en cuenta la adaptación; los residuales son los impactos del cambio climático que pueden ocurrir después de la adaptación.

**Incertidumbre:** expresión del nivel de desconocimiento de un valor (como el estado futuro del sistema climático). La incertidumbre puede ser resultado de una falta de información o de desacuerdos sobre lo que se conoce o puede conocerse. Puede tener muchos orígenes, desde errores cuantificables en los datos, hasta conceptos o terminologías definidos ambiguamente, o proyecciones inciertas de conductas humanas. La incertidumbre se puede representar con valores cuantitativos (como una gama de valores calculados por varias simulaciones) o de forma cualitativa (como el juicio expresado por un equipo de expertos).

**Medios de vida:** los medios de vida o de subsistencia consisten en las capacidades, bienes, recursos, oportunidades y actividades que se requieren para poder vivir. La variedad y cantidad de capitales que posee una persona, un hogar o un grupo social determina qué tan estables son. Los medios de vida permiten tener un ingreso o acceder a recursos para satisfacer necesidades. Algunos medios de vida son, por ejemplo: la agricultura, la ganadería, la recolección o extracción de recursos naturales, el turismo, el comercio, etc. Comprenden cinco tipos de capital: capital humano, capital social, capital natural, capital físico y capital financiero.

**Microclima:** clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra. Es un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un contorno o ámbito reducido. Los factores que lo componen son la topografía, temperatura, humedad, altitud/latitud, luz y cobertura vegetal.

**Mitigación:** intervención antropogénica para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

**Mortalidad:** nivel de ocurrencia de muertes dentro de una población y dentro de un periodo de tiempo específico; los cálculos para determinar la mortalidad tienen en cuenta los niveles de muertes relacionados con las gamas de edades, y pueden ofrecer medidas sobre esperanza de vida y el alcance de muertes prematuras.

**Organización:** los sistemas de organización son aquellos que permiten a las tecnologías desarrollarse y ser funcionales, ya que expresan el nivel de cohesión de las sociedades y el modo en que se interrelacionan con su entorno.

**Peligro:** algunas instituciones llaman peligro a lo que otras definen como amenaza. El Indeci define el peligro como la “probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología”. La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) emplea los términos peligro y amenaza como equivalentes, definiéndolos como un evento físico, potencialmente perjudicial, fenómeno y/o actividad humana que puede causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. Los

peligros o amenazas pueden ser: naturales, cuando tienen su origen en la dinámica propia de la Tierra; socio naturales, fenómenos de la naturaleza en los que la acción humana interviene en su ocurrencia o intensidad; antrópicos, atribuibles a la acción humana sobre los elementos de la naturaleza o población.

**Percepción:** imagen mental que un individuo tiene sobre la realidad y que se construye sobre la base de la interpretación de las sensaciones y de la inteligencia, proporcionándole significado y organización. Las imágenes mentales se construyen espontáneamente por la necesidad de reconocer el entorno y darle forma sobre la base de las experiencias pasadas. De allí que la percepción acarree una gran carga afectiva. Descubrir la imagen mental de las personas permite entender el modo en que interpretan la información así como el por qué de sus acciones, de sus estructuras lógicas y de sus decisiones. También permite reconocer el tipo de interrelaciones que establecen entre ellos y con su medio, sus puntos de referencia, sus límites espaciales y sus itinerarios.

**Población:** grupo de individuos de la misma especie que habitan un mismo espacio en un mismo tiempo, definidos de forma arbitraria y que es mucho más probable que se junten entre sí que con individuos de otro grupo.

**Pobreza:** privación aguda de bienestar. Ser pobre es tener hambre, no tener casa ni vestido, estar enfermo y no recibir atención, ser analfabeto y no ir a la escuela. También es ser especialmente vulnerable a acontecimientos adversos que escapan del control de los pobres. Estos, muchas veces son tratados duramente por las instituciones del Estado y la sociedad y carecen de representación y de poder en ellas.

**Prevención:** conjunto de actividades y medidas diseñadas para proporcionar protección permanente contra los efectos de un desastre. Incluye entre otras, medidas de ingeniería (construcciones sismorresistentes, protección ribereña, etc.) y de legislación (uso adecuado de tierras, del agua, sobre ordenamiento urbano y otras).

**Proyección climática:** proyección de la respuesta del sistema climático a escenarios de emisiones o concentraciones de gases de efecto invernadero y aerosoles, o a escenarios de forzamiento radioactivo, basándose a menudo en simulaciones climáticas. Las proyecciones climáticas se diferencian de las predicciones climáticas para enfatizar que las primeras dependen del escenario de forzamientos radioactivos, emisiones, concentraciones y radiaciones utilizado, que se basa en hipótesis sobre, por ejemplo, diferentes pautas de desarrollo socioeconómico y tecnológico que se pueden realizar o no y, por lo tanto, están sujetas a una gran incertidumbre.

**Radiación infrarroja:** radiación emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Es conocida también como radiación terrestre o de onda larga. La radiación infrarroja tiene una gama de longitudes de onda (espectro) que es más larga que la longitud de onda del color rojo en la parte visible del espectro. El espectro de la radiación infrarroja es diferente al de la radiación solar o de onda corta debido a la diferencia de temperatura entre el Sol y el sistema Tierra-atmósfera.

**Resiliencia:** está asociada al nivel de asimilación o capacidad de recuperación y adaptación que puede tener una unidad social o un sistema frente al impacto de una amenaza. Está determinada por el nivel en

que la sociedad es capaz de organizarse para aprender de los desastres pasados a fin de protegerse mejor en el futuro. Gunderson y Holling (2001, en Carpenter *et al.*, 2001) la definen como la capacidad de un sistema a estar sometido a un disturbio y mantener sus funciones y controles.

**Riesgo:** probabilidad de pérdidas y perjuicios sociales, psíquicos, económicos o ambientales como consecuencia de la combinación entre una determinada amenaza y las condiciones de vulnerabilidad. La vulnerabilidad es directamente proporcional al riesgo mientras que la capacidad es inversamente proporcional, disminuye el riesgo.

**Sensibilidad:** grado con el cual un sistema es afectado, adversa o benéficamente, por relaciones incentivadas por el clima. Estas relaciones abarcan todos los elementos del cambio climático, incluyendo las características climáticas promedio, la variabilidad climática, y la frecuencia y la magnitud de los eventos extremos. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en el rendimiento del cultivo como respuesta a los cambios de temperatura promedio, a sus rangos o a su variabilidad) o indirecto (por ejemplo, los daños causados por el incremento de la frecuencia de inundaciones costeras debido al incremento del nivel del mar).

**Sequía:** situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona durante un periodo de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el periodo normal de precipitaciones para una región determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas.

**Simulación climática:** representación numérica del sistema climático basada en las propiedades físicas, químicas y biológicas de sus componentes, sus interacciones y sus procesos de respuesta, lo que incluye todas o algunas de sus propiedades conocidas. El sistema climático se puede representar por simulaciones de diferente complejidad. Esto significa que, para cualquier componente o combinación de componentes, se puede identificar una jerarquía de simulaciones, que varían en aspectos como el número de dimensiones espaciales, el punto en que los procesos físicos, químicos o biológicos se representan de forma explícita, o el nivel al que se aplican las parametrizaciones empíricas. Junto con las simulaciones generales de circulación atmosférica/oceánica de los hielos marinos (AOGCM) se obtiene una representación completa del sistema climático. Existe una evolución hacia simulaciones más complejas con química y biología activas. Las simulaciones climáticas se aplican, como herramienta de investigación, para estudiar y simular el clima, pero también por motivos operativos, incluidas las previsiones climáticas mensuales, estacionales e interanuales.

**Sistemas agroforestales:** se llama así a todos los sistemas y prácticas de uso de la tierra, donde árboles o arbustos perennes leñosos son deliberadamente sembrados en la misma unidad de manejo de la tierra con cultivos agrícolas y/o animales, tanto en mezcla espacial o en secuencia temporal; presentando interacciones ecológicas y económicas significativas entre los componentes leñosos y no leñosos.

**Sistemas de organización:** son aquellos que permiten a las tecnologías desarrollarse y ser funcionales ya que expresan el nivel de cohesión de las sociedades y el modo en que se interrelacionan con su entorno.

**Técnica:** conjunto de procedimientos que relacionan al hombre con recursos de diverso tipo, para obtener productos y servicios. Está asociada a destrezas, procedimientos y habilidades.



**Tecnología apropiada:** sistema de conocimientos, técnicas y prácticas pertinentes para la producción de bienes y servicios que son capaces de incorporar a las especificidades ambientales (espacios naturales) y a las culturas en las que se implementan. Por lo tanto, permite al ser humano convertirse en parte de la solución a sus problemas, de acuerdo con los recursos y niveles de desarrollo de cada localidad y que puede ser compartida.

**Tecnología tradicional:** es una tecnología basada en una prolongada experiencia empírica y en un íntimo conocimiento físico y biótico del entorno de una comunidad o cultura. Es una tecnología transmitida oralmente que ha sido practicada por miles de años en los diferentes ámbitos ecológicos y geográficos del mundo, por diferentes culturas en todos los continentes y cuyas prácticas están en continua experimentación y modificación.

**Variabilidad climática:** se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. Se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa), aunque en el marco del presente trabajo empleamos el término fundamentalmente para referirnos a la variabilidad interna.

**Vulnerabilidad:** conjunto de condiciones ambientales, sociales, económicas, políticas y educativas que hacen que una comunidad esté más o menos expuesta a un desastre, sea por las condiciones inseguras existentes o por su capacidad para responder o recuperarse ante tales desastres. A menos vulnerabilidad, menos desastres.

Los términos presentados en el glosario han sido elaborados a partir de las definiciones operativas de la Convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (CMCC), la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación (CNULD), los informes del Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC), *Sólo tenemos un planeta* de Mark Smith, entre otros. Para una lista de las referencias completas, véase la bibliografía del primer libro de la colección Cambio climático y pobreza, Adaptación al cambio climático.



# RESPUESTAS PRÁCTICAS

Respuestas Prácticas es un servicio especializado en temas como energías renovables, agroindustria, prevención de desastres, tecnologías apropiadas, etc., dirigido a microempresarios, productores, investigadores, ONG y personas que trabajan en desarrollo en general. A través de su Centro de Información, ofrece gratuitamente:

- Servicio de consultas técnicas, que cuenta con especialistas capacitados para resolver tus consultas
- Suscripción a noticias diarias y alertas bibliográficas vía Internet
- Biblioteca especializada con más de 8 mil libros y más de 100 revistas dedicadas a temas de energía, desarrollo, agricultura, entre otros



Envíanos un correo-e a la siguiente dirección:  
[info@solucionespracticas.org.pe](mailto:info@solucionespracticas.org.pe) o llámanos al:  
(51-1) 444-7055, 242-9714, 447-5127



# CUENCAS Y CULTIVOS

[WWW.SOLUCIONESPRACTICAS.ORG.PE/PUBLICACIONES.PHP](http://WWW.SOLUCIONESPRACTICAS.ORG.PE/PUBLICACIONES.PHP)

Solicite más información  
sobre nuestras publicaciones en:

Soluciones Prácticas-ITDG  
Av. Jorge Chávez 275 Miraflores, Lima 18 Perú / Casilla 18-0620  
Telfs.: (511) 447-5127 446-7324 444-7055 / Fax: (511) 446-6621  
Correo-e: [info@solucionespracticas.org.pe](mailto:info@solucionespracticas.org.pe) / [eperalta@solucionespracticas.org.pe](mailto:eperalta@solucionespracticas.org.pe)

