
Proyecto Binacional Catamayo - Chira



CUENCA BINACIONAL CATAMAYO-CHIRA

Caracterización Hídrica y Adecuación
entre la Oferta y la Demanda
Caracterización Territorial
y Documentación Básica

**Loja – Piura
2005**

**CONSORCIO
ATA – UNP -UNL**

Asores Técnicos Asociados S.A. Universidad Nacional de Piura Universidad Nacional de Loja

Índice

Caracterización Hídrica y Adecuación entre la Oferta y la Demanda Caracterización Territorial y Documentación Básica

INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	11
OBJETIVOS	11
PRIMERA PARTE: BREVE DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA	13
CAPÍTULO I	15
DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA	15
1.1 Ubicación y extensión	15
1.2 Orografía	19
1.3 Hidrografía	20
1.4 Clima	21
1.5 Hidrogeología	22
1.6 Uso del suelo y cobertura vegetal	22
1.7 Población	22
1.8 Áreas y usuarios de riego	24
1.9 Actividades, usos y demandas	27
1.10 División político – administrativa	28
1.11 Las zonas de influencia de la cuenca Catamayo-Chira	29
1.11.1 La zona de La Bocana	30
1.11.2 San Lorenzo- Tambogrande y Medio y Bajo Piura	30
1.11.3 El Parque Nacional Podocarpus	30
1.11.4 El Parque Nacional Cerros de Amotape	31
1.11.5 Corredor en las áreas de recepción	32
1.12 División hidrográfica	34
1.12.1 La subcuenca del río Catamayo	34
1.12.2 La subcuenca del río Alamor	35
1.12.3 La subcuenca del río Macará	35

1.12.4	La subcuenca del río Quiroz	35
1.12.5	La subcuenca del río Chipillico	36
1.12.6	El sistema del río Chira	36
SEGUNDA PARTE: CARACTERIZACIÓN HÍDRICA DE LA CUENCA		37
CAPÍTULO II		39
DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN		39
2.1	Información hidrometeorológica	39
2.1.1	Densidad de la red	39
2.1.2	Toma de la información: La red hidrometeorológica en la Cuenca	39
2.1.3	Procesamiento de la información hidrometeorológica	39
2.1.4	Acceso a la información hidrometeorológica	40
2.1.5	Calidad de la información hidrometeorológica	40
2.2	Clima de la Cuenca	40
2.3	Caudal ecológico	40
2.4	Situaciones extremas	40
2.5	Salinidad y drenaje	41
2.6	Hidrogeología: problemática de las aguas subterráneas	41
2.7	Calidad del agua	43
2.8	Usos y demandas	43
2.9	Infraestructura hidráulica	43
2.10	Aguas superficiales	44
CAPÍTULO III		47
ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA		47
3.1	Gestión del recurso hídrico	47
3.2	Operación de los sistemas	49
3.3	Mantenimiento de la infraestructura	50
3.4	Estudios	51
3.5	Información	51
CAPÍTULO IV		53
CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA		53
4.1	El ámbito de la Cuenca	53
4.2	Los factores meteorológicos, fuente de aguas superficiales	55
4.3	La cantidad, calidad y oportunidad de las aguas superficiales	57
4.3.1	Cantidad	57
4.3.2	Calidad	61
4.3.3	Oportunidad	65
4.4	La disponibilidad de aguas subterráneas y grado de confianza de su calidad	67
4.4.1	Las aguas subterráneas	67
4.5	Las condiciones adversas en el uso de las aguas	67
4.5.1	La salinidad	67

4.5.2	El drenaje	68
4.5.3	La erosión y sedimentación	68
4.6	Las situaciones extremas de los recursos hídricos	68
4.6.1	Inundaciones	68
4.6.2	Las sequías	69
4.6.3	Erosión y sedimentos	71
4.7	La infraestructura hidráulica de almacenamiento, conducción y distribución del recurso	75
4.7.1	La infraestructura de riego	75
4.7.2	La infraestructura para uso poblacional	79
4.7.3	La infraestructura para otros usos	81
4.8	Los usos de los diferentes sectores y las demandas para la atención de cada uso	81
4.8.1	Uso poblacional	81
4.8.2	Uso agropecuario	82
4.8.3	Uso industrial	85
4.8.4	Uso minero	85
4.8.5	Uso piscícola	85
4.8.6	Uso recreacional	85
4.8.7	Uso ecológico	85
4.8.8	Uso para ampliación de la frontera agrícola	85
CAPÍTULO V		87
LINEAMIENTOS GENERALES DE ACTUACIÓN		87
5.1	Mejorar la organización y capacitación de los usuarios	87
5.2	Elaborar y/o complementar los estudios necesarios para caracterizar la Cuenca y solucionar los problemas identificados	88
5.3	Mejorar y automatizar las redes hidrometeorológicas, piezométricas y de control de calidad de aguas	89
5.4	Ejecutar las obras requeridas para mejorar la infraestructura de conducción y distribución del agua	90
CAPÍTULO VI		91
RECOMENDACIONES		91
6.1	Redes hidrometeorológicas	91
6.2	Caudales ecológicos	91
6.3	Situaciones extremas	91
6.4	Hidrología	91
6.5	Hidrogeología	92
6.6	Salinidad y drenaje	92
6.7	Calidad del agua	92
6.8	Infraestructura hidráulica	92

6.9	Climatología	93
6.10	Usos y demandas	93
TERCERA PARTE: CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL DE LA CUENCA		95
CAPÍTULO VII		97
CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO DE LA CUENCA		97
7.1	Principales problemas y conflictos ambientales	97
7.1.1	Deforestación y mal uso de los recursos naturales	97
7.1.2	Erosión y degradación de suelos	98
7.1.3	Conflictos de uso del suelo	99
7.1.4	La pérdida de la biodiversidad	99
7.1.5	Contaminación del agua, suelo y aire	101
7.2	Potencialidades y limitaciones del uso y manejo de los recursos naturales de la Cuenca	103
7.2.1	Potencialidades	103
7.2.2	Limitaciones	103
CAPÍTULO VIII		114
LINEAMIENTOS GENERALES DE ACTUACIÓN		114
8.1	Directrices estratégicas de carácter general	114
8.2	Directrices estratégicas de carácter específico	117
8.3	Planificación por unidades ambientales y sus usos	120
8.4	Planificación por unidades ambientales y sus usos por subcuencas	126
CAPÍTULO IX		139
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		139
Conclusiones		139
Recomendaciones		140

ÍNDICE DE MAPAS, CUADROS Y GRÁFICOS

Mapa 1: Mapa Base de la cuenca Catamayo-Chira	16
Mapa 2: Mapa de subcuencas	18
Mapa 3: Esquema hidráulico de la Cuenca	54
Mapa 4: Mapa de planificación por unidades ambientales y usos, subcuenca Alamor	127
Mapa 5: Mapa de planificación por unidades ambientales y usos, subcuenca Catamayo	129
Mapa 6: Mapa de planificación por unidades ambientales y usos, subcuenca Macará	131
Mapa 7: Mapa de planificación por unidades ambientales y usos, subcuenca Quiroz	133
Mapa 8: Mapa de planificación por unidades ambientales y usos, subcuenca Chipillico	135
Mapa 9: Mapa de planificación por unidades ambientales y usos, sistema Chira	137
Cuadro 1: Subcuencas de la cuenca binacional Catamayo-Chira	20
Cuadro 2: Población proyectada en la cuenca Catamayo-Chira	24
Cuadro 3: Resumen de la proyección de la población en la cuenca Catamayo-Chira	24
Cuadro 4: Usuarios, áreas totales bajo riego en la cuenca Catamayo-Chira	25
Cuadro 5: Resumen de usuarios y áreas a nivel de cuenca Catamayo-Chira	26
Cuadro 6: Consolidado de demandas hídricas anuales por usos y subcuencas en la cuenca Catamayo-Chira	27
Cuadro 7: División político administrativa	29
Cuadro 8: Tipos climáticos de la cuenca Catamayo-Chira	55
Cuadro 9: Precipitaciones medias mensuales en mm de la cuenca Catamayo-Chira	56
Cuadro 10: Aporte promedio de los diferentes ríos de la cuenca	57
Cuadro 11: Producción promedio de los ríos de la cuenca	60
Cuadro 12: Tendencia de caudales anuales	61
Cuadro 13: Balance hidrológico del reservorio de Poechos	63
Cuadro 14: Condición de sequías por subcuencas	70
Cuadro 15: Distribución de cultivos en la cuenca Catamayo-Chira. Parte baja de las subcuencas	83
Cuadro 16: Problemas de manejo de suelos	108
Cuadro 17: Problemas de manejo de la cobertura vegetal y uso de suelos	109
Cuadro 18: Problemas de desarrollo y aprovechamiento adecuado de los suelos	110
Cuadro 19. Problemas de contaminación ambiental	111
Cuadro 20: Problemas de infraestructura básica	112
Cuadro 21: Problemas educativos y de salud	113
Cuadro 22: Unidades ambientales	118
Cuadro 23: Planificación por unidades ambientales y sus usos	125
Cuadro 24: Unidades ambientales/usos de la subcuenca Alamor	126
Cuadro 25: Unidades ambientales/usos de la subcuenca Catamayo	128
Cuadro 26: Unidades ambientales/usos de la subcuenca Macará	130
Cuadro 27: Unidades ambientales/usos de la subcuenca Quiroz	132
Cuadro 28: Unidades ambientales/usos de la subcuenca Chipillico	134
Cuadro 29: Unidades ambientales/usos del sistema Chira	136

Gráfico 1: Usuarios, áreas totales, áreas bajo riego en la cuenca Catamayo-Chira	25
Gráfico 2: Usuarios, áreas totales, áreas bajo riego incluyendo el área de influencia	26
Gráfico 3: Resumen de usuarios y áreas de la cuenca Catamayo-Chira	26
Gráfico 4: Consolidado de demandas hídricas de la cuenca Catamayo-Chira por subcuencas	27
Gráfico 5: Demandas en la cuenca Catamayo-Chira	28
Gráfico 6: Variación mensual de la temperatura en tres estaciones representativas de la cuenca	57
Gráfico 7: Masas de los ríos de la cuenca Catamayo-Chira	59
Gráfico 8: Rendimiento de las subcuencas de la cuenca Catamayo-Chira	59
Gráfico 9: Balance Hidrológico del reservorio de Poechos	64
Gráfico 10: Promedios móviles de 5 años del río Alamor	66
Gráfico 11: Caudales medios mensuales en 4 ríos de la cuenca	66
Gráfico 12: Erosión sector del Ecuador	71
Gráfico 13: Erosión sector Perú	71
Gráfico 14: Distribución del área cultivada de la cuenca Catamayo-Chira	83

Introducción

El tratamiento de la cuenca binacional Catamayo-Chira, surge a partir de la suscripción, en el año 1971, del «Convenio para el Aprovechamiento de las Cuencas Hidrográficas Binacionales Puyango - Tumbes y Catamayo Chira por parte del Ecuador y del Perú».

El 26 de octubre de 1998, en la ciudad de Brasilia, los gobiernos del Ecuador y Perú, suscribieron, entre otros instrumentos bilaterales, el Acuerdo Amplio Ecuatoriano - Peruano de Integración Fronteriza, Desarrollo y Vecindad, que contempla el Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza Ecuador - Perú, así como sus mecanismos de financiamiento.

El Plan Binacional articula con diversos organismos internacionales y los gobiernos del Ecuador y Perú recursos que permitan ejecutar proyectos agrupados en cuatro programas, que contribuyen a elevar el nivel de vida de la población del norte del Perú y del sur del Ecuador. El Programa «A», corresponde a los programas binacionales, en cuyo contexto se ubica como prioritaria la ejecución del Proyecto Binacional de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca Catamayo Chira.

La Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) comprometió su apoyo para el desarrollo de la región fronteriza con éste y otros proyectos, por lo que en enero del año 2000 una Misión Técnica integrada por miembros del Ministerio de Medio Ambiente de España y la AECI, en coordinación con el Plan Binacional, Capítulos Ecuador - Perú, inicia el trabajo de identificación y formulación del proyecto.

En noviembre del año 2000 los gobiernos del Ecuador, Perú y España suscribieron el documento inicial del Proyecto, con lo cual se formalizó el compromiso de intervención por las partes.

En el mes de marzo de 2001 se constituyó la Unidad de Gestión del Proyecto iniciándose con ello la fase preoperativa del Proyecto, la misma que tenía como finalidad fundamental levantar la información de línea base y, a partir del documento inicial suscrito por los gobiernos del Ecuador, Perú y España en el mes de noviembre del año 2000, formular el Documento del Proyecto.

El 23 de enero de 2002 en Lima y el 19 de febrero del mismo año en Quito, los Gobiernos del Ecuador y Perú a través del Plan Binacional y las Embajadas de España en Quito y Lima suscribieron el Documento de Proyecto, lo cual marcó el inicio de la fase operativa.

En este escenario el Proyecto se propone en el medio y largo plazo lograr el ordenamiento, manejo y desarrollo binacional de la cuenca Catamayo-Chira que permita un mejor uso de los recursos y posibilite el desarrollo sostenible en su ámbito geográfico, proponiéndose también el desarrollo de actividades orientadas a la formación educativa de la población, congruente con la vocación productiva.

Los países encargaron la responsabilidad de la ejecución del proyecto, control y evaluación de los estudios, proyectos y otras actuaciones a la Unidad de Gestión de la Cuenca Catamayo Chira, UNIGECC.

En este contexto se inscriben los estudios de Caracterización Territorial y Caracterización Hídrica que la UNIGECC encargó al Consorcio Asesores Técnicos Asociados - Universidad Nacional de Piura y Universidad Nacional de Loja (ATA-UNP-UNL), cuyos productos se presentan a todas las instituciones y profesionales vinculados, con la seguridad de que constituyen importantes instrumentos para el conocimiento integral de la zona, toma de decisiones y herramientas útiles a ser consideradas en la formulación del Plan de Ordenamiento de la cuenca binacional Catamayo-Chira.

Esta experiencia que la UNIGECC pone a su servicio, constituye un legado importante que bien puede ser inducido hacia otras cuencas binacionales compartidas entre Ecuador y Perú, y de esta forma concienciar a los diferentes actores institucionales e individuales hacia una gerencia adecuada de cuencas hídricas.

Asimismo, es importante resaltar el apoyo brindado por las diferentes instituciones locales, regionales y nacionales, tanto del Ecuador como del Perú, al haber proporcionado su experiencia e información disponible y que fue muy útil en la concreción de los productos señalados.

En los estudios se presentan los siguientes documentos:

Caracterización Hídrica:

Diez estudios básicos:

1. Monitoreo de la red de estaciones meteorológicas y sistema de información de alerta temprana,
2. Climático,
3. Hidrológico,
4. Hidrogeológico,
5. Calidad de aguas,
6. Caudales ecológicos,
7. Evaluación de la infraestructura hidráulica,
8. Usos y demandas de agua,
9. Salinidad y drenaje,
10. Situaciones extremas,
11. Informe de la identificación de la problemática y propuestas de soluciones de mejoras,
- 20 Mapas temáticos de los diferentes estudios, Un Resumen Ejecutivo de la caracterización hídrica.

Caracterización Territorial:

1. Delimitación de la Cuenca y las subcuencas,
2. Topografía,
3. División político - administrativa,
4. Geología
5. Geomorfología,
6. Riesgos naturales,
7. Clima,
8. Clasificación taxonómica de los suelos,
9. Uso potencial de los suelos,
10. Ecología,
11. Cobertura vegetal y uso actual de los suelos,
12. Conflictos de uso de los suelos,
13. Inventario de focos contaminantes,
14. Infraestructura,
15. Zonificación agroecológica.

ANTECEDENTES

Ecuador y Perú acordaron el uso conjunto y armónico de los recursos de la cuenca Catamayo-Chira. Para trabajar coordinadamente el estudio y la utilización racional de sus aguas suscribieron el Convenio del 27 de septiembre de 1971, uno de cuyos objetivos es el aprovechamiento de la cuenca Catamayo-Chira mediante la ejecución de los respectivos proyectos nacionales en la magnitud y prioridad que a esa fecha estuvieran programados (se convalidó el Proyecto Especial Chira-Piura del Perú).

Tras el acuerdo del 26 de octubre de 1998, Ecuador y Perú suscribieron, entre otros instrumentos bilaterales, el Acuerdo Amplio Ecuatoriano Peruano de Integración Fronteriza, Desarrollo y Vecindad, que en su Título V, Capítulo I, contempla el Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza Ecuador - Perú.

En enero del año 2000, una Misión Técnica convocada por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), en coordinación con los Capítulos del Plan Binacional, inició el trabajo de reconocimiento del área, identificación y formulación del Proyecto, cuyo producto es el documento suscrito entre los Gobiernos de España, Ecuador y Perú, previéndose ejecutar en sesenta meses.

En este contexto se constituye el Proyecto Binacional de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca Catamayo-Chira, como un programa de singular interés para Ecuador y Perú debido a su carácter binacional.

El Proyecto tiene como propósito fundamental lograr la Gestión Integral de la Cuenca Hidrográfica Catamayo-Chira, incluyendo medidas complementarias para la superación de problemas de disfuncionalidad existentes, consecuencia directa o indirecta del modelo actual de ocupación del territorio. Adicionalmente se propone el desarrollo de actividades orientadas a la promoción del desarrollo socioeconómico que incluye la promoción de la producción y la formación educativa de la población (congruente con la vocación productiva de cada lugar) en el marco de la Gestión Integral de la Cuenca.

En mayo de 2002 el Proyecto Catamayo-Chira previo concurso, seleccionó y contrató el Estudio de Caracterización Territorial y Caracterización Hídrica y Adecuación entre la Oferta y la Demanda al Consorcio ATA - UNP - UNL cuyos resultados se resumen en el presente documento.

OBJETIVOS

El objetivo central del estudio es apoyar las decisiones de políticas de los Estados del Ecuador y Perú referidas a la gestión ambiental de la cuenca Catamayo - Chira, mediante estrategias de acción políticas, institucionales, legales y normativas, educativas, culturales y técnicas, que posibiliten el logro del desarrollo sostenible e integral de la Cuenca.

Los objetivos específicos son:

- Caracterizar los recursos hídricos y recursos naturales físicos, biológicos y antrópicos de la cuenca binacional con detalle equivalente a una escala de representación cartográfica 1:250 000.
- Contrastar, comparar, actualizar, depurar, validar y enlazar la información disponible en las diferentes instituciones de ambos países.

- Elaborar la documentación básica necesaria para el conocimiento cualitativo y cuantitativo del ciclo del agua y los recursos naturales en la Cuenca.
- Conocer el estado actual y manejo de las infraestructuras existentes, identificando sus deficiencias y proponiendo actuaciones específicas para su mejoramiento.
- Estructurar la correspondiente base de datos relacional, perfectamente integrada al Sistema de Información Geográfica que permita generar la correspondiente cartografía temática.
- Integrar la base de datos relacional y demás componentes del Sistema de Información Geográfica en las dos sedes de la UNIGECC.
- Proponer estudios específicos, proyectos y actuaciones que permitan:
 - a) Un mejor y racional aprovechamiento de los recursos hídricos.
 - b) La adecuación entre la oferta y la demanda que garantice el suministro hídrico.
 - c) Mejorar las condiciones físico - químicas y microbiológicas del agua de acuerdo con las exigencias de calidad para cada tipo de uso.
 - d) Proponer medidas de mitigación de los impactos sobre el medio natural, la economía y el desarrollo de la Cuenca.
- La caracterización hídrica y territorial se realizó y analizó para la cuenca total y para cada una de las subcuencas Catamayo, Macará, Alamor, Quiroz, Chipillico y sistema Chira.

PRIMERA PARTE



Breve descripción de la Cuenca

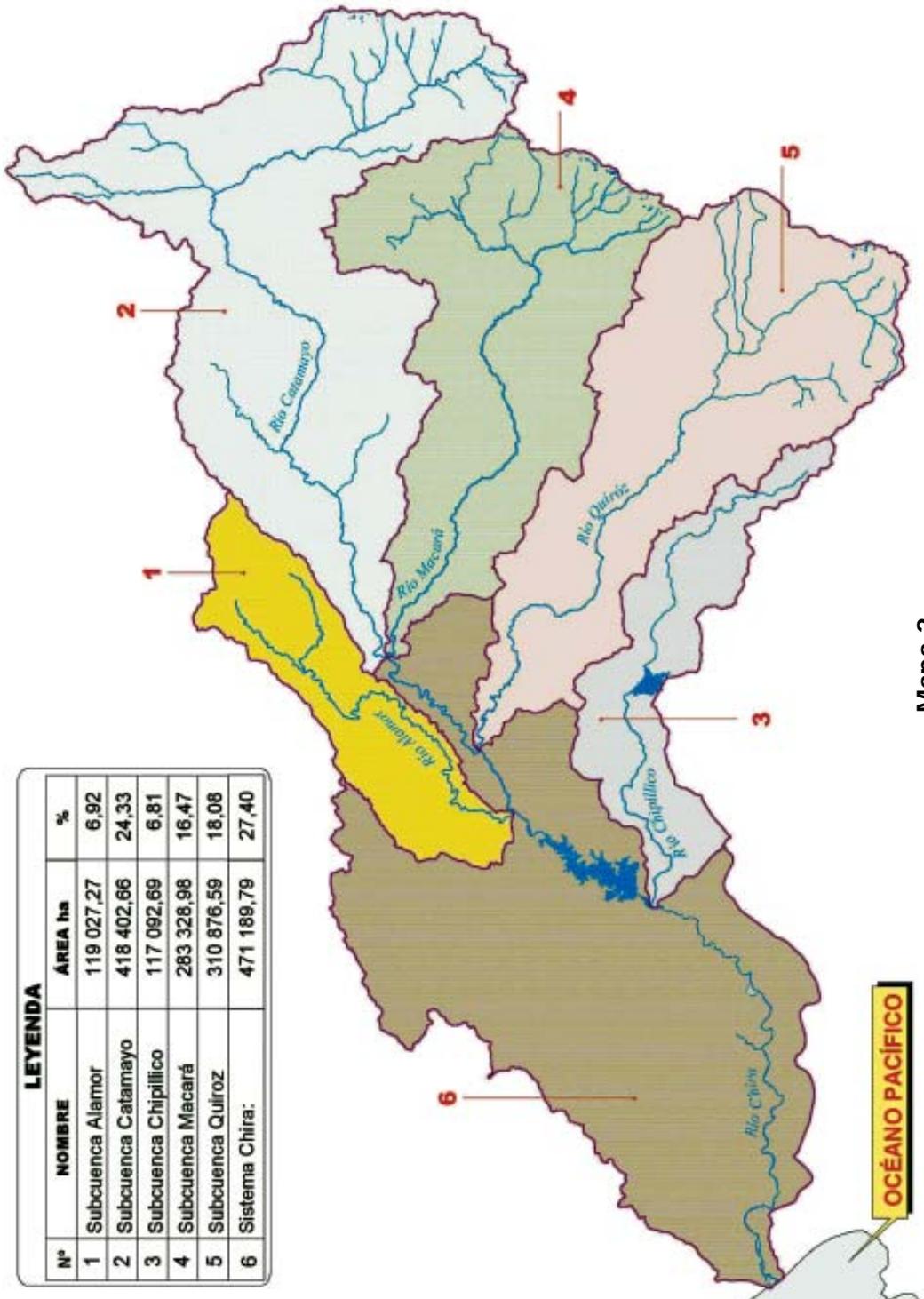
DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

1.1. Ubicación y extensión

La cuenca hidrográfica binacional Catamayo-Chira, ocupa una superficie de 17 199,18 km², de los cuales 7 212,37 km² están en territorio ecuatoriano, los que corresponden aproximadamente al 66,82% de la superficie de la provincia de Loja y en él se encuentran los cantones de Célica, Pindal, Macará, Sozoranga, Calvas, Espíndola, Gonzanamá, Quilanga, y parte de los territorios de los cantones de Loja, Catamayo, Paltas, Olmedo, Puyango y Zapotillo. En territorio peruano, la Cuenca, ocupa una superficie de 9 986,81 km² del departamento de Piura, en la que se encuentra la provincia de Sullana y parte de las provincias de Ayabaca, Huancabamba, Morropón, Paita, Talara y Piura.

La cuenca se sitúa entre las coordenadas 03°30´ a 05°08´ latitud sur y 79°- 10´ a 81° 11´ de longitud oeste. El rango altitudinal va desde el nivel del mar en la desembocadura del río Chira en el Océano Pacífico y la cota 3,700 m s.n.m. Limita por el norte con la cuenca Puyango - Tumbes (departamento de Tumbes en Perú y las provincias de El Oro y Loja en Ecuador), por el este con la provincia Zamora - Chinchipe de Ecuador, por el sur con las provincias de Piura y Huancabamba en Perú (cuencas del mismo nombre) y por el oeste con el Océano Pacífico.

Mapa 1
Mapa Base de la cuenca Catamayo Chira



Mapa 2
Mapa de Subcuencas

1.2. Orografía

El territorio de la Cuenca Catamayo-Chira, forma parte del volcanismo ecuatoriano-peruano antiguo que se desprende del Nudo del Azuay (Ecuador) y está atravesado por la fusión de las cordilleras andinas occidental y oriental que, al sur de los 3°40' S, pierden su individualidad en territorio ecuatoriano y disminuyen ostensiblemente de altitud y en el extremo nororiental del Perú, cuando la cordillera occidental empieza de nuevo a delinearse estructuralmente, se presenta bajo la forma de un relieve de características muy irregulares que se desprende del contrafuerte Las Lagunillas, que origina los sistemas hidrográficos de los ríos Quiroz y Chipillico, afluentes del río Catamayo-Chira. En este sector, la cordillera de los Andes, desordenadamente fusionada como enorme red con desiguales apéndices, extiende hacia el oeste sus contrafuertes, estribaciones, nudos y portetes para convertir al sector oriental y medio superior de la Cuenca en un relieve volcánico muy irregular. Este relieve, a partir del eje central de la cordillera de los Andes, disminuye de altitud hacia el occidente hasta el nivel del mar, dando lugar a la formación de largos brazos secundarios de cordillera, mesetas de piamonte, colinas y micro colinas.

Las llanuras son raras y de escasa extensión en la parte oriental y central de la región, (se destacan los valles de la ciudad de Catamayo y El Ingenio, en la Provincia de Loja), pero hacia el sector bajo y occidental de las cuencas (cantones Zapotillo y Macará, en el Ecuador y gran parte de las provincias de Ayabaca, Sullana, del departamento de Piura, en el Perú), cuando el relieve ha descendido por debajo de los 500 m s.n.m., asoman las penillanuras de considerable extensión, con biomasa y cubierta vegetal muy diferenciados.

En consecuencia, como producto de varios factores climáticos y de un relieve relativamente alto situado a corta distancia del océano, el gradiente pluviométrico tiene un valor aproximado de 70 mm, por cada 100 m de ascenso altitudinal. Esta distribución del régimen de lluvia, ligado a otros elementos como el relieve y la latitud geográfica, permiten el predominio del bosque seco en el sector occidental bajo de la Cuenca y trampas de neblina y bosques nublados en las cejas de montaña de las cordilleras más altas.

Dentro de la Cuenca destacan los siguientes nudos (elevaciones transversales) y contrafuertes:

- **GUAGRAHUMA-ACACANA:** hito fronterizo de los cantones Loja y Saraguro (Ecuador), da origen a la cordillera de Chilla y Tahuín que se extiende hacia la provincia de El Oro y hacia la «Cordillera Larga» que penetra en el sector N-NO del territorio de la Provincia Loja. Esta cordillera transversal mantiene su orientación E-O y su altitud por encima de los 2 500 metros hasta Cécica y desde aquí inicia un lento descenso con dirección NE-SO. Así llega al cantón Zapotillo (Ecuador) conformando la cordillera baja Cabeza de Toro (800 metros de altitud), traspasa el río Chira y sin perder continuidad, termina a través de los «Cerros de Amotape» en el Perú. En la desembocadura del río conforma dos farallones bajos que delimitan el cauce hídrico.
- **CAJANUMA:** situado a ocho kilómetros al Sur de la ciudad de Loja, envuelve al valle de Cuxibamba, asiento de la ciudad de Loja, por las estribaciones del Villonaco y Chuquiribamba, para luego unirse al Nudo de Guagrahuma por los contrafuertes de Santiago, la cordillera del cerro Santa Bárbara y el cerro Fierrohurco (3 798 m s.n.m.). Hacia el sector oriental, penetra en la provincia de Zamora Chinchipe por el territorio del Parque Nacional Podocarpus hasta los ríos Jamboe y Bombuscaro.
- **SABANILLA:** al igual que el nudo de Guagrahuma - Acacana, detenta las mayores altitudes de la región, algunas de las cuales casi bordean los 4 000 m s.n.m. De este nudo, con rumbo NO, se desprende la cordillera de Santa Rosa, que más adelante gira hacia el SO, pasa cerca de Macará y conforma en territorio peruano un relieve de bajas cordilleras, donde destaca el cerro

San Lorenzo, a cuyo pie se ha construido la represa del mismo nombre. Con dirección oriental los ramales se dirigen hacia Zumba y el río Mayo, en los cantones Palanda y Chinchipe, de Ecuador, y hacia el S y SE los brazos de cordillera se unen al contrafuerte de Lagunillas, en el norte del Perú.

- **CONTRAFUERTE DE LAGUNILLAS:** representa, dentro de la orografía peruana, el inicio más septentrional de la cordillera Occidental de los Andes. En el territorio de la Cuenca abarca, a partir del eje central de dirección N-S con altitudes mayores a los 3 400 metros, el intrincado relieve de cordilleras secundarias de corta longitud que conforman la irregular orografía de Espindola, El Toldo, Samanguilla, Lanchipamba, Ayabaca, Sicchez, Pacaipampa y la meseta de Pircas (3 160 m s.n.m.) y Arenales (3 094 m s.n.m.). De este contrafuerte nacen los ríos Quiroz y Chipillico, y los pequeños afluentes de la margen izquierda del río Calvas-Macará.

Los tres nudos de la Cuenca en zona ecuatoriana (Loja) y el contrafuerte de Lagunillas en zona peruana (Piura), conforman en la línea de cumbre más elevada las divisoras de agua que separan las vertientes que se dirigen al Océano Pacífico y al río Amazonas (Atlántico), y en las laderas internas paisajes muy similares, con igual morfología, cubierta vegetal y entorno agrario.

Es curioso constatar que esta morfología regional replica picachos a distancias considerables, como es el caso del Chungayo, ubicado en la ladera meridional externa de la Cuenca, a más de 5° de latitud sur, frente a Santa Catalina de Mossa en el camino hacia Santiago de Chalaco y Pacaipampa, que presenta un ángulo visual muy similar al cerro de La Ahuaca de Cariamanga (4° 19' S).

1.3. Hidrografía

La cuenca del Catamayo Chira, está constituida por seis subcuencas:

Cuadro 1
Subcuencas de la cuenca binacional Catamayo-Chira

SUBCUENCA	ÁREA (km ²)	%
Quiroz	3 108,766	18,08
Chira	4 711,898	27,40
Chipillico	1 170,927	6,81
Alamor	1 190,273	9,92
Macará	2 833,290	16,46
Catamayo	4 184,027	24,33
Total	17 199,181	100,00

La red hidrográfica tiene características dendríticas lo que muestra un buen drenaje, su curso principal es el río Catamayo Chira, cuya longitud total desde sus nacientes hasta su desembocadura en el Océano Pacífico es de 315 km de los cuales 196 km están en territorio ecuatoriano y 119 km en territorio peruano.

El río Catamayo - Chira en zona ecuatoriana, tiene sus orígenes en la unión de dos ríos, uno fluye de sureste a noroeste y en diferentes tramos toma las denominaciones de río Palmira, Piscobamba, Solanda, Chinguilamaca y El Arenal. Otro que fluye de norte a sur, es el río Guayabal que hasta unirse con El Arenal recorre 45 km. Así constituido el río Catamayo-Chira, recorre aguas abajo

recibiendo la contribución de pequeños ríos hasta su encuentro con el río Macará denominado aguas arriba río Calvas, a su vez originado por la unión de los ríos Chiriyacu, que recorre de noreste a suroeste y Espíndola, que recorre en dirección de sur hacia norte.

A partir de la unión de los ríos Catamayo y Macará, el curso principal de la Cuenca toma la denominación de Chira. Aguas abajo recibe las contribuciones de los ríos Quiroz, Alamor, Chipillico y de otras pequeñas quebradas que se activan en épocas lluviosas.

1.4. Clima

En la cuenca Catamayo Chira, se han identificado seis tipos de clima:

- Cálido, que comprende el 44,57% de la superficie total de la Cuenca a altitudes menores de 1 000 m s.n.m.
- Semicálido, que comprende el 23,55% de la superficie total de la Cuenca a rangos altitudinales de 1 000 a 1 700 m s.n.m.
- Templado cálido, que comprende el 20,40% de la superficie total de la Cuenca a rangos altitudinales de 1 700 a 2 300 m s.n.m.
- Templado frío, que comprende el 7,28% de la superficie total de la Cuenca a rangos altitudinales de 2 300 a 3 000 m s.n.m.
- Semifrío, que comprende el 3,54% de la superficie total de la Cuenca a rangos altitudinales entre 3 000 y 3 500 m s.n.m.
- Frío moderado, que comprende el 0,66% de la superficie total de la Cuenca a altitudes mayores de 3 500 m s.n.m.

Las temperaturas varían desde relativamente altas en la Cuenca baja del orden de 24° C hasta temperaturas del entorno de 7° C en las partes altas de la Cuenca, sobre altitudes superiores a 3 200 m s.n.m., siendo del orden de 20° C en la cuenca media.

Las precipitaciones en la Cuenca presentan marcadas variaciones en el espacio y en el tiempo.

En la cuenca baja los períodos lluviosos son cortos y escasos, a excepción de los años El Niño, llueve de enero a abril con una media anual de 10 a 80 mm.

En la zona media de la cuenca media el período de lluvias es diciembre a mayo con precipitaciones medias anuales de 500 a 1 000 mm.

En la cuenca alta, las lluvias ocurren de octubre a mayo con medias anuales superiores a 1 000 mm. En este mismo espacio hay zonas de excepción como son las partes altas de los cantones de Quilanga y Gonzanamá donde llueve todo el año en forma regularmente distribuida, llegando a medias anuales de 1 000 a 2 000 mm.

La variación temporal de la evaporación es pequeña pero su variación espacial es grande, oscilando desde 6,0 en la cuenca baja hasta 3,0 mm/día en la cuenca alta.

1.5. Hidrogeología

Se estima que hay un potencial considerable de agua subterránea pero la información básica disponible no es suficiente para una caracterización definitiva. El recurso se explota en algunas subcuencas para uso agropecuario, doméstico e industrial en forma no racional ni planificada. La parte baja es donde se supone y se constata que el recurso está en mayor cantidad y donde más se explota actualmente con pozos excavados superficiales y pozos profundos. No existe mantenimiento de los pozos ni de los equipos de los pozos. La conductividad eléctrica de las aguas freáticas superficiales es de alrededor de 5 mmhos/cm a 25 °C y en lugares muy localizados, en la parte baja de la Cuenca, estos valores son por encima de 20 mmhos/cm a 25 °C.

1.6. Uso del suelo y cobertura vegetal

Hay variadas características en el uso actual del suelo. Se han establecido los siguientes: cultivos, pastizales, bosques, vegetación arbustiva, páramo y otros.

Predomina el tipo bosque con 698 602,12 ha (40,62% de la Cuenca). A continuación los pastos con 501 639,1 ha (29,17%). Luego la vegetación arbustiva con 232 277,54 ha (13,51%). Los cultivos con 177 731,35 ha (10,33%). El páramo andino con 25 740,44 ha (1,50%) y finalmente hay áreas dedicadas a otros usos (áreas erosionadas o en proceso de erosión, áreas urbanas, agua natural e islas) con 83 927,06 ha (4,88%).

1.7. Población

Los cuadros 1 y 2 presentan la población por subcuencas. En el lado ecuatoriano la población es de 200,5 mil habitantes y en el lado peruano es de 477,5 mil habitantes, totalizando 678 mil habitantes en la Cuenca. A estos se agregan 230,1 mil habitantes ubicados en el área de influencia ya que también usan el agua de la Cuenca, totalizando una población de 908,1 mil habitantes para el 2001. Se incluye la tendencia de la población de cada país para los próximos 25 años.



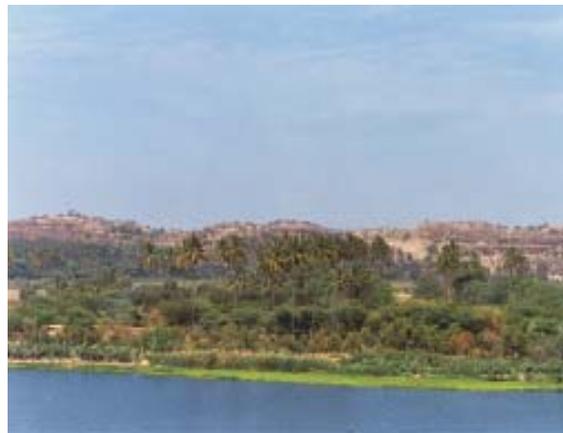
Río Catamayo, Loja - Ecuador



Río Chira, Piura - Perú



Valle de Solanda, Loja - Ecuador



Valle del Chira, Sullana - Perú



Estación Agrometeorológica de Cariamanga - Ecuador



Bombeo de agua, Lancones - Perú

Cuadro 2
Población proyectada en la cuenca Catamayo-Chira (miles de habitantes)

Sistema / Cuenca / Subcuenca	2001	2006	2011	2016	2021	2026
Macará	50,2	47,4	44,6	41,8	39,1	36,5
Catamayo	126,3	127,8	129,4	131,0	132,7	134,3
Alamor	24,0	24,0	23,9	23,8	23,6	23,4
Subtotal Ecuador	200,5	199,2	197,9	196,6	195,4	194,2
Chira	355,8	378,2	401,0	423,6	446,4	469,1
Quíroz	85,6	87,5	89,1	90,7	92,2	93,8
Macará (Perú)	23,5	24,0	24,4	24,8	25,3	25,7
Chipillico	12,6	12,6	12,7	12,7	12,8	12,8
Sub total Cuenca	477,5	502,3	527,2	551,8	576,7	601,4
Área de Influencia	230,1	627,3	678,6	729,8	781,1	832,2
Subtotal Perú	707,6	1 129,6	1 205,8	1 281,6	1 357,8	1 433,6
TOTAL Cuenca	908,1	1 328,8	1 403,7	1 478,2	1 553,2	1 627,8
%	100,0	146,3	154,6	162,8	171,1	179,3

Cuadro 3
Resumen de la proyección de la población en la cuenca Catamayo-Chira

	2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	908,1	100,0	1 328,8	100,0	1 403,7	100,0	1 478,2	100,0	1 553,2	100,0	1 627,8	100,0
Ecuador	200,5	22,1	199,2	15,0	197,9	14,1	196,6	13,3	195,4	12,6	194,2	11,9
Perú	707,6	77,9	1 129,6	85,0	1 205,8	85,9	1 281,6	86,7	1 357,8	87,4	1 433,6	88,1

1.8. Áreas y usuarios de riego

En los cuadros 4 y 5 y los gráficos 1, 2 y 3 se presentan los usuarios, las áreas agrícolas bajo riego y las áreas agrícolas totales de la Cuenca, que se resumen en lo siguiente:

Los usuarios agrícolas de la Cuenca son 35 222, de los cuales 10 833 pertenecen al Ecuador y 24 389 al Perú. Incluyendo los usuarios del área de influencia (toda del Perú), el total de usuarios son 67 299, de los cuales 16,1% están en el Ecuador y 83,9% en el Perú.

Las áreas agrícolas totales en la Cuenca son 72 038,94 ha de las cuales 20 520,72 ha son del Ecuador y 51 518,22 ha son del Perú. Incluyendo el área de influencia (toda del Perú), las áreas agrícolas totales son 170 074,62 ha, de las cuales el 12,1% pertenece al Ecuador y el 87,9% al Perú.

Las áreas agrícolas bajo riego de la Cuenca son 64 900,35 ha de las cuales 18 814,53 ha pertenecen al Ecuador y 46 085,82 ha al Perú. Incluyendo el área de influencia (toda del Perú), las áreas bajo riego totales son 141 592,47 ha de las cuales el 13,3% pertenece al Ecuador y 86,7% al Perú.

Cuadro 4
Usuarios, áreas totales y áreas bajo riego en la cuenca Catamayo-Chira
al año 2001 (ha)

Cuenca/ Sistema/ Subcuenca	Usuarios	Área Total	Área Bajo Riego
Macará	3 371	6 722,48	5 430,68
Catamayo	6 955	12 296,44	11 927,97
Alamor	507	1 501,8	1 455,88
Subtotal Ecuador	10 833	20 520,72	18 814,53
Chira	16 144	34 761,15	32 401,32
Chipillico	2 058	9 743,77	6 927,33
Quiroz	2 212	2 441,43	2 262,14
Macará (Perú)	3 975	4 571,87	4 495,03
Subtotal de la Cuenca en Perú	24 389	51 518,22	46 085,82
Total Cuenca Catamayo Chira	35 222	72 038,94	64 900,35
Área de Influencia en Perú	32 077	98 035,68	76 692,12
Subtotal Perú, Cuenca más área de influencia	56 466	149 553,9	122 777,94
Total General, cuenca Catamayo Chira más área de influencia	67 299	170 074,62	141 592,47

Gráfico 1:
Usuarios, áreas totales, áreas bajo riego en la cuenca Catamayo-Chira
al año 2001 (ha)

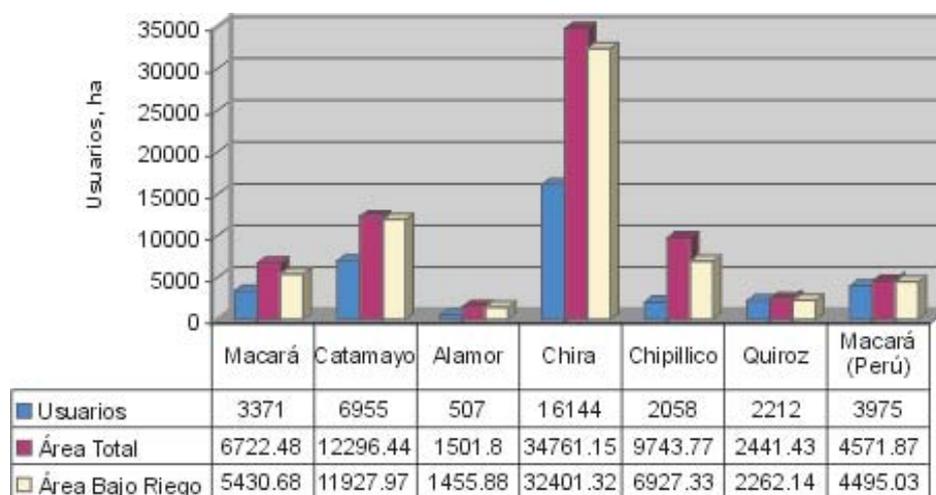
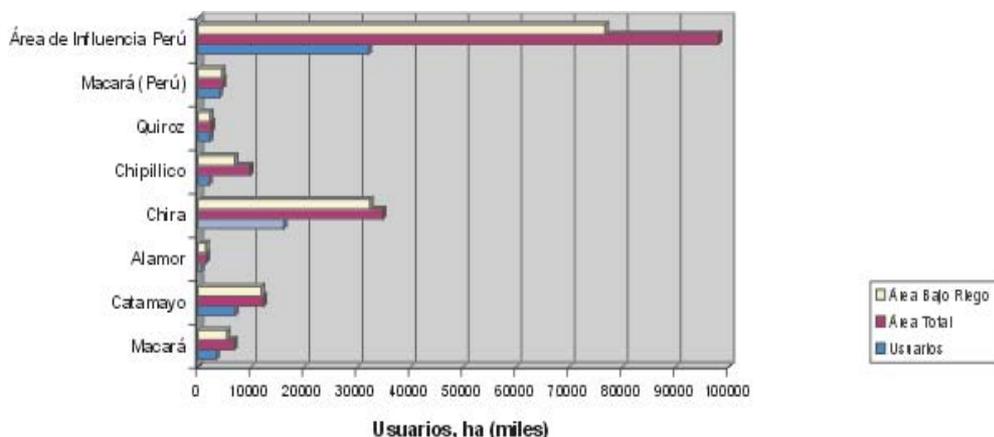


Gráfico 2
Usuarios, áreas totales y áreas bajo riego incluyendo el área de influencia

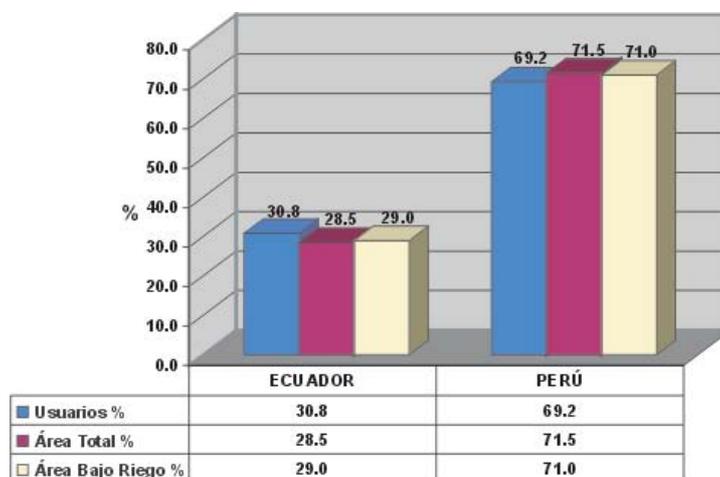


	Macará	Catamayo	Alamor	Chira	Chipillico	Quiroz	Macará (Perú)	Área de Influencia Perú
Área Bajo Riego	5430.68	11927.97	1455.68	32401.32	6927.33	2262.14	4495.03	76692.12
Área Total	6722.48	12296.44	1501.8	34761.15	9743.77	2441.43	4571.87	98035.68
Usuarios	3371	6955	507	16144	2058	2212	3975	32077

Cuadro 5
Resumen de usuarios y áreas a nivel de cuenca Catamayo-Chira

	Usuarios		Área Total		Área Bajo Riego	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
ECUADOR	10 833	30,8	20 520,72	28,5	18 814,53	29,0
PERÚ	24 389	69,2	51 518,22	71,5	46 085,82	71,0
Total General	35 222	100,0	72 038,94	100,0	64 900,35	100,0

Gráfico 3
Resumen de usuarios y áreas de cuencas Catamayo-Chira



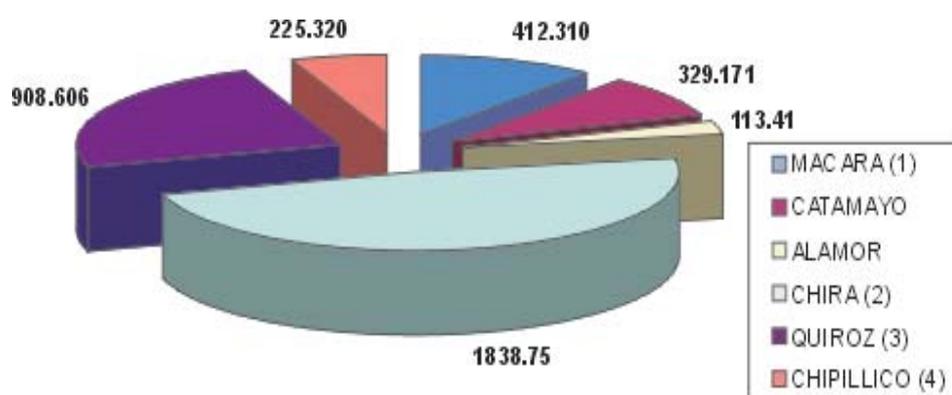
1.9. Actividades, usos y demandas

Las principales actividades y usos son: poblacional, agropecuario, industrial, minero, piscícola, recreacional, ecológico y se presentan en los cuadros 5 y 6, y los gráficos 4 y 5 para el año 2001 por subcuencas. En el 2001 los principales usos y demandas son: agropecuario con el 94,04%, ecológico con el 3,54% y poblacional con el 1,89% y suman el 99,47% de la demanda hídrica total.

Cuadro 6
Consolidado de demandas hídricas anuales por usos y subcuencas en la cuenca
Catamayo -Chira. Año 2001 (en millones de m³)

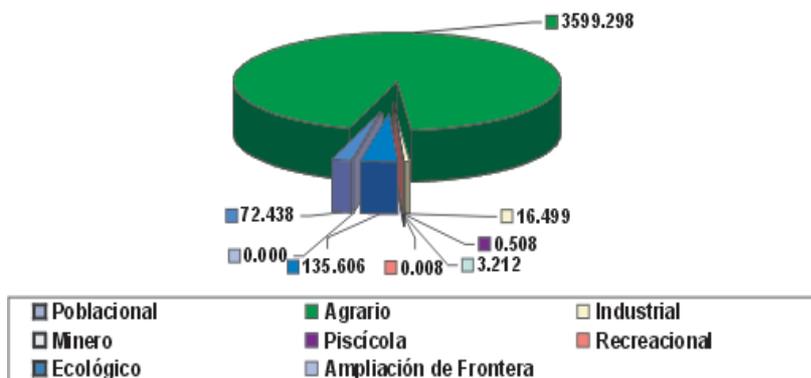
ACTIVIDAD / USO	MACARA (1)	CATAMAYO	ALAMOR	CHIRA (2)	QUIROZ (3)	CHIPILLICO (4)	TOTAL	%
Poblacional	5,222	8,030	1,496	40,150	16,870	0,670	72,438	1,89
Agropecuario	403,934	318,984	111,896	1 648,097	891,736	224,650	3 599,297	94,04
Industrial	0,000	1,649	0,010	14,840	0,000	0,000	16,499	0,43
Minero	3,154	0,000	0,000	0,058	0,000	0,000	3,212	0,08
Piscicultura	0,000	0,508	0,000	0,000	0,000	0,000	0,508	0,01
Recreacional	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,008	0,00
Ecológico	0,000	0,000	0,000	135,605	0,000	0,000	135,605	3,54
TOTAL	412.310	329.171	113,41	1 838,75	908,606	225.320	3 827,567	100,0
%	10,77	8,60	2,96	48,04	23,74	5,89	100,000	

Gráfico 4
Consolidados de demandas hídricas de la cuenca Catamayo-Chira
año 2001 por subcuencas



- (1) La subcuenca Macará incluye demanda hídrica agropecuaria de la margen derecha (Ecuador 308,850) y margen izquierda (Perú 95,085 millones de m³)
- (2) El sistema Chira incluye demanda hídrica agropecuaria de las Juntas de Usuarios Chira (menos Cieneguillo), JU Medio y Bajo Piura y JU Sechura.
- (3) La subcuenca Quiroz incluye demanda hídrica agropecuaria de JU San Lorenzo más la demanda de las partes altas.
- (4) La subcuenca Chipillico incluye demanda hídrica agropecuaria de JU San Lorenzo más la demanda de las partes altas.

Gráfico 5
Demandas en la cuenca Catamayo Chira año 2001



1.10. División político administrativa

La división político-administrativa en ambas repúblicas es diferente, para este estudio se ha efectuado la siguiente homologación: Departamento (Perú) = Provincia (Ecuador); Provincia (Perú) = Cantón (Ecuador) y Distrito (Perú) = Parroquia (Ecuador), tomando como referencia la información de los institutos de estadísticas y censos.

Con este criterio se procedió a establecer la división política administrativa de la cuenca Catamayo-Chira y los resultados se presentan en el cuadro adjunto.

Un análisis de esta información indica que existen: 2 grandes departamentos/provincias: Piura con 998 700 ha que alcanzan el 58,07% de la Cuenca y Loja con 721 200 ha que representan el 41,93% de la misma), 21 provincias/cantones: Calvas, Catamayo, Celica, Espíndola, Gonzanamá, Loja, Macará, Olmedo, Paltas, Pindal, Puyango, Quilanga, Sozoranga y Zapotillo (Ecuador); Ayabaca, Huancabamba, Morropón, Paita, Piura, Sullana y Talara (Perú).

Los Cantones/Provincias más significativos en cuanto a superficie son Ayabaca con el 27,46%, Sullana con el 23,43%, Loja con el 6,8% y Calvas con el 4,9%, que en conjunto alcanzan más del 62%, el porcentaje restante se distribuye entre las otras 17 provincias/cantones con predominio en el sector ecuatoriano.

En cuanto a la superficie que alcanzan los distritos/parroquias en las cuencas, ésta es muy fraccionada, va desde las 200 ha (Bellavista/Perú) hasta 196 600 ha (Lancones/Perú) con un promedio de 17 700 ha de superficie por parroquia

Cuadro 7
División político administrativa

DEPARTAMENTO/ PROVINCIA	CANTON/ PROVINCIA	Área	%
LOJA	Calvas	84 333,55	4,90
	Catamayo	49 628,64	2,89
	Celica	51 760,69	3,01
	Espíndola	52 365,15	3,04
	Gonzanamá	69 933,80	4,07
	Loja	116 936,36	6,80
	Macará	58 516,02	3,40
	Olmedo	1 608,27	0,09
	Paltas	82 274,77	4,78
	Pindal	13 762,85	0,80
	Puyando	11 057,34	0,64
	Quilanga	23 915,22	1,39
	Sozoranga	40 006,61	2,33
	Zapotillo	65 137,69	3,79
	Sub Total	721 236,96	41,93
PIURA	Ayabaca	472 314,23	27,46
	Huancabamba	3 582,80	0,21
	Morropón	1 343,80	0,08
	Paita	40 759,11	2,37
	Piura	50 071,78	2,91
	Sullana	402 976,71	23,43
	Talara	27 632,28	1,61
		Sub Total	998 680,72
TOTAL		1 719 917,68	100,00

1.11. Las zonas de influencia de la cuenca Catamayo-Chira

Debido a que en la cuenca del río Catamayo-Chira, existen importantes interdependencias, se han caracterizado y delimitado de manera muy general las siguientes áreas: i) Zona La Bocana, ii) San Lorenzo-Tambogrande y Medio y Bajo Piura, iii) El parque Cerros de Amotape en la parte peruana, iv) El Parque Nacional Podocarpus y v) Corredor en las áreas de recepción, en la parte ecuatoriana que se encuentran indicados en el gráfico adjunto.

Las condiciones generales que caracterizan a estas áreas de influencia se refieren a:

- i) Aquellas que se ubican en las partes bajas (Perú) tienen aprovechamientos hídricos que desarrollan actividades productivas agropecuarias, con manejos especiales conocidos como Valles y Distritos de Riego.
- ii) Las que se ubican en las partes altas tienen que ver con la protección de los recursos naturales como es el caso del Parque Nacional Podocarpus y mantenimiento de las recargas acuíferas de la cuenca y subcuencas de este sistema hidrográfico.

1.11.1 Zona de La Bocana

La Bocana es la zona especial que se ubica en el Océano Pacífico, al norte del puerto de Paita, formando un pequeño delta, que según los estudios de Línea de Base tenía vegetación de manglares antes de los fenómenos de El Niño (FEN). Hasta hace poco había interés de algunos empresarios («Minera Paita») de extraer oro aluvial en esta zona.

Estudios realizados en estos trabajos, señalan que la zona de La Bocana y otras aledañas presentan las condiciones necesarias para constituirse en un lugar apropiado para aves migratorias neárticas, por poseer una importante diversidad de recursos hidrobiológicos que son el alimento principal de las aves migratorias de hábitos acuáticos.

Además se destacan otras zonas aledañas que tienen atractivos paisajísticos como las playas del litoral y el valle adyacente con los tradicionales «molinos de viento», que tienen como fondo, aunque un tanto lejano, los Cerros de Amotape.

Lo antes expuesto, conlleva la necesidad de caracterizar y delimitar esta zona, como parte de la integralidad de la Cuenca y ser un ecosistema especial (estuario), como área de migración de aves, hábitat de algunas especies típicas, zona de pesca artesanal y sitio de potencialidad turística, por lo que se deben realizar estudios posteriores de detalle y programas de monitoreo en esta zona.

Con esta finalidad se ha delimitado preliminarmente la zona, empleando información satelital actualizada. Se estima que tiene una área de influencia de 3 129 ha.

1.11.2 San Lorenzo-Tambogrande Medio y Bajo Piura

El reservorio San Lorenzo, alimentado por aguas del río Chipillico y con aportes parciales del río Quiroz, atiende a través del canal Yuscay y los canales del Repartidor a zonas agrícolas de la cuenca del río Chira y a la cuenca del río Piura, en una extensión de 62 130,37 ha.

Por otro lado, el canal de derivación del río Chira al río Piura, ha posibilitado incorporar a la producción agrícola la zona de Cieneguillo, ubicada en las cuencas de los ríos Chira y Piura, en esta última en una extensión de 4 672 ha, que corresponden a las partes media y baja de la misma.

1.11.3 El Parque Nacional Podocarpus

El Parque Nacional Podocarpus (PNP), se creó mediante Acuerdo Interministerial de diciembre de 1982. Se sitúa en territorios de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, al sur oriente del Ecuador y abarca actualmente una superficie aproximada de 215 600 ha, incluyendo zonas de amortiguamiento y zonas de usos intensivos, extensivos y de recuperación. Tiene como «...finalidad principal conservar los recursos naturales incluidos en el área y satisfacer las necesidades de recreación al aire libre de la población».

Conforme esta orientación y a través del organismo competente se inició el manejo implementándose los programas administrativos necesarios tanto de protección como de desarrollo del área. Esta acción institucional ha permitido que en el lapso de los dieciocho años de existencia del PNP, su establecimiento en la región se haya afianzado mediante acciones de protección mínima acordes a la capacidad institucional.

Con relación a la cuenca del río Catamayo Chira, el PNP cubre 24 457 ha que representa el 1,4% del área de la misma. El resto de la superficie se localiza en la cuenca del río Zamora- Santiago y representa aproximadamente 191 119 ha.

Existen algunos factores dinámicos que condicionan el manejo actual del PNP, como: i) DEMOGRÁFICOS (Núcleos de población formada por pequeños vecindarios rurales dispersos, con diferente grado de desarrollo urbano y jurisdiccional) y ii) -ECONÓMICOS.

También existen problemas de manejo como la actividad colonizadora que presiona sobre los límites nororiental y suroriental del área protegida, las invasiones de mineros artesanales y los casos de sobreposición en la tenencia del suelo.

Como consecuencia de la actualización del Plan de Manejo, se implementan políticas relacionadas con: i) La intervención directa en el ordenamiento del área de Amortiguamiento del Parque; ii) La promoción la formulación de planes de uso de suelo como dispone la Ley de Desarrollo Agrario; iii) La promoción activa de la participación de los actores involucrados; iv) El establecimiento de un sistema permanente de discusión de conflictos y v) La coordinación de las intervenciones institucionales de OGs y ONGs.

A nivel específico dicho plan actualizado identifica: i) La problemática (entre la cual –se señala deficiente gestión ambiental, degradación en microcuencas, espacios intermedios sin protección ni ordenamiento, ocupación minera ilegal, conflictos de tenencia de la tierra, uso irracional del suelo en el área de amortiguamiento y otros de mayor o igual importancia); ii) Establece un componente que indica el diseño del «cómo debe ser ...» o Situación Objetivo del plan; y, de modo general, el esbozo de las intervenciones que se precisan para alcanzarlo; iii) define un tercer componente que registra el programa de acciones para enfrentar los problemas y producir el cambio de situación; y iv) Concluye con el llamado Programa Normativo en el que se definen por una parte la nueva zonificación de manejo del área protegida y por otra una propuesta de revisión de límites del PNP.

Dentro de este contexto, por encontrarse parcialmente el PNP dentro de la Cuenca (en una superficie de 24 457 ha y por existir acciones interdependientes que se realizan dentro y fuera de la cuenca Catamayo Chira), se ha considerado un área de influencia que cubre un sector del parque que se halla fuera de la Cuenca, justamente en la vertiente aledaña de la subcuenca del río Zamora en la cuenca del río Catamayo Chira.

Esta zona de influencia, se origina en la divisoria topográfica (Cuencas Catamayo Chira y Zamora-Santiago), abarca las áreas de recepción con una superficie de 59 095,72 ha.

1.11.4 El Parque Nacional Cerros de Amotape

Se ubica en las provincias de Tumbes y Contralmirante Villar, del departamento de Tumbes y la Provincia de Sullana, del departamento de Piura. Fue establecido el 22 de julio de 1975 mediante Decreto Supremo N° 0800-75-AG, con el fin de preservar áreas naturales de los bosques secos del noroeste, así como valiosas especies forestales y de fauna silvestre que están amenazadas de extinción en los ámbitos nacional y regional.

El clima predominante puede definirse como una transición entre el desértico de la costa peruana y el tropical sub húmedo del Ecuador.

Las lluvias estacionales ocurren entre diciembre y marzo, con una precipitación anual de 900 mm, algunos años ésta es prácticamente nula, mientras que en otros como aquellos influidos por el FEN, pueden llegar a ser torrenciales; la temperatura promedio es de 24°C, las horas de sol de 6 a 8 y una humedad relativa de 80%. Los promedios anuales de evapotranspiración varían entre 800 y 1 800 mm.

La cordillera de Amotape es una cordillera tropical baja que se extiende en forma paralela a la costa. Algunos sectores en la parte media de la cordillera presentan un relieve más accidentado, las altitudes se encuentran principalmente entre los 200 y 1 400 mm.

Según su «Plan Maestro» (INRENA 2001), se encuentra en la Provincia Biogeográfica del Bosque Seco Ecuatorial y presenta las siguientes zonas de vida: bosque muy seco - Tropical (bms-T), bosque seco - Premontano Tropical (bs-PT), bosque seco - Tropical (bs-T), monte espinoso - Tropical (mte-T), matorral desértico - Premontano Tropical (md-PT). El Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria de La Molina- Perú, CDC - UNALM, presenta las siguientes zonas de vida: bosque muy seco - Tropical (bms-T), bosque seco - Premontano Tropical (bs-PT), monte espinoso - Premontano Tropical (mte-PT), monte espinoso - Tropical (mte-T) y matorral desértico - Premontano Tropical (md-PT). Obsérvese que hay diferencia en la consideración de las zonas de vida, lo cual merece dilucidarse en un estudio posterior.

La fauna está representada por especies propias de los bosques tropicales y de las zonas áridas, algunas endémicas regionalmente. Entre las principales especies se tiene: «cóndor andino», «cóndor de la selva», «venado colorado y cola blanca», «sajino», «oso hormiguero», «tigrillo», «puma» y el «mono coto negro o mono coto de Tumbes».

De los reportes y estudios hechos en la zona se puede citar la presencia de aproximadamente 100 especies de vertebrados, destacando entre ellas especies que se encuentran amenazadas tales como: el «cocodrilo de Tumbes», la «nutria del noroeste», el «gato montés», el «jaguar» y el «tigrillo».

Como resultado de diversos eventos, se elaboró el «Plan Operativo del Parque Nacional Cerros de Amotape», publicado en 1990. Posteriormente, en abril de 1998, se realizó un taller de «Validación de la Estrategia de Conservación y Desarrollo Sostenible de la Reserva de Biosfera del Noroeste y del Plan Maestro del Parque Nacional Cerros de Amotape» y en junio del 2001 se publicaron los documentos oficiales respectivos.

En el Parque Nacional Cerros de Amotape, dentro de los indicadores sociales, se han identificado como usuarios a ganaderos, madereros, extractores de loros, policías, militares, y turistas, con actividades como ganadería extensiva (vacunos), tala de madera (parquet), captura de fauna (loros y pericos), cacería de diversas especies de fauna y turismo ecológico/de aventura; respectivamente y, como indicadores ecológicos, la variación de la fauna silvestre, transformación de hábitat y variación de infracciones al medio ambiente.

Según la «Estrategia de Conservación y Desarrollo Sostenible de la Reserva de Biosfera del Noroeste 2001-2010», en el Parque Nacional Cerros de Amotape, las especies de fauna silvestre en situación vulnerable, según la clasificación de CITES, son: *Leopardus pardalis* «tigrillo», *Myrmecophaga tridactyla* «oso hormiguero», *Panthera onca* «otorongo», *Sarcoramphus papa* «cóndor de la selva», *Vultur gryphus* «cóndor andino», y, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN, el «manacaraco costeño» *Ortalis erythroptera*, está semiamenazada.

El CDC-UNALM (1992), refiere que el manejo de las unidades de conservación es insuficiente, a pesar de que están desarrollando programas de manejo para éstas unidades y sus áreas de influencia.

1.11.5 Corredor en las áreas de recepción

Debido a que en la parte alta de la Cuenca, concretamente en las áreas de recepción, tanto de la parte ecuatoriana como peruana, se realiza una intensa actividad antrópica, focalizada en ambas



Cajanuna, zona alta - Ecuador



Pacaipampa, zona alta - Perú



Valle de Malacatos - Ecuador



Valle del Chira - Perú



*Panorámica del Parque Nacional Podocarpus
Loja - Ecuador*



*Panorámica del Parque Nacional
Cerros de Amotape - Perú*

vertientes con acciones interdependientes, por ejemplo viven en la vertiente del río Catamayo Chira y desarrollan acciones de subsistencia o productivas en las otras vertientes aledañas (como en áreas aledañas al Parque Nacional Podocarpus o en zonas pobladas marginales de la parte alta), se torna necesario incorporar dichas vertientes en las estrategias de protección y conservación de la cobertura vegetal y recursos naturales existentes en las mismas.

Con esta finalidad se ha planteado considerar como área de influencia de la Cuenca del río Catamayo Chira, una franja longitudinal de 5 km de ancho, localizada en parte de las vertientes de las cuencas de los ríos Puyango-Tumbes, Zamora-Santiago, Naranjo-Jubones y Huancabamba-Piura, que abarca una superficie de 225 928,22 ha y que básicamente constituye un corredor y justifica tratamiento integral con enfoques conservacionistas.

1.12. División Hidrográfica

El colector principal de la Cuenca en estudio está conformado por el río Catamayo, llamado así en la parte ecuatoriana y Chira en la parte peruana.

Este colector receptor de las aguas de todo el sistema de drenaje, recibe aguas de seis afluentes de importancia, que originan las siguientes subcuencas principales: i) subcuenca del río Catamayo, ii) subcuenca del río Alamor (de carácter binacional), iii) la subcuenca del río Macará (de carácter binacional), iv) la subcuenca del río Quiroz, v) la subcuenca del río Chipillico y vi) el sistema Chira. Una breve descripción se indica a continuación:

1.12.1 La subcuenca del río Catamayo

El río Catamayo toma este nombre a partir de la unión de dos importantes afluentes: i) el río Guayabal, conformado por los ríos Gualal y el Ari por un lado y por otro el río Trapichillo, que nacen en la parte norte de la Cuenca en la cordillera de Fierrouroco, con altitud máxima de 3 754 m s.n.m., y ii) el río Chinguilamaca, que aguas arriba se llama Piscobamba, conformado de los aportes de los ríos Chota, Vilcabamba, Masanamaca, Palmira que se forma de los aportes de los ríos de la Tuna y otros que nacen en altitudes de 3 673 m s.n.m. y constituyen los orígenes de la cuenca del río Catamayo Chira.

La configuración topográfica accidentada presenta la conformación de un valle de importancia como es el Valle de Catamayo, en el cual se desarrollan importantes actividades agrícolas.

Aguas abajo y después de las poblaciones de Catamayo, en la margen derecha este río principal recibe la aportación de otros importantes ríos como el río Playas, cuyo nacimiento parte de alturas de 2 148 m s.n.m. y dan lugar a esta subcuenca, considerada importante por su extensión y condiciones estratégicas y geográficas. Más abajo y en la misma margen hay aportaciones de importantes quebradas: Quiara, Artones y otras de importancia.

En la margen izquierda desde la parte alta hasta su desembocadura en el río Chira, los afluentes directos principales son: las Quebradas, El Salado, Chinchanga, el río Tangula y la quebrada Matadero.

El río Catamayo termina cuando se une con el río Macará y conforma el río Chira a una altura de 284 m s.n.m.

La subcuenca del río Catamayo abarca una superficie de 418 402,66 ha que representan el 24,33% del área total de la Cuenca del río Catamayo Chira y se ubican íntegramente en la parte ecuatoriana.

1.12.2 La subcuenca del río Alamor

El colector principal de la subcuenca del río Alamor nace a una altura máxima de 2,586 m s.n.m., de donde nacen las quebradas de Landa, Higuerrillas y otras, que dan lugar al río Alamor que, aguas abajo en la margen izquierda, es alimentado de otras quebradas y del río Quillusara. Más abajo confluyen las Quebradas Satiagilat, la Sabanilla Grande, la Garza Huachana, La Manga, Caray, del Algodón, Novillos, Camarones, Cañaverl, Yapatera y Pilares en la margen derecha. Los aportes de la parte media y baja, no son significativos o no existen por el esquema topográfico existente en la zona.

Finalmente el río Alamor desemboca en el río Chira, a una altura de 135 m s.n.m. y realiza aportes hídricos al embalse de Poechos.

La subcuenca del río Alamor comprende un área de 119 027,27 ha, que significa el 6,92% del área de la Cuenca y dentro de la subcuenca se ubica parte del área de influencia del Proyecto de Riego Zapotillo (actualmente en construcción), de singular importancia en la zona sur ecuatoriana.

1.12.3 La subcuenca del río Macará

El río Macará, principal colector de la red de drenaje de la subcuenca del mismo nombre, es un río binacional (ecuatoriano/peruano) que tiene su nacimiento en la Cordillera Oriental de los Andes, alrededor de las Lagunas Negras, a la altura de 3 884 m s.n.m. y está conformado por los ríos Chiriyacu (que aguas abajo se llama río Pindo) y el río Espíndola que recibe los aportes del río Amaluza, alimentado a su vez por el río Sanambay.

Aguas abajo, el río Macará recibe los aportes de las quebradas Sanamaca, Laurel, Pugllo, Angashcola, Linderos, el río Sabiango, las quebradas Jorupe, Mandala, Guatara y Laguar en la margen derecha que corresponde a la parte ecuatoriana, mientras que en la margen izquierda correspondiente a la parte peruana, recibe la alimentación de las quebradas de Cabeza de Vaca, Analques, Guachapelí, Cachaco, Ceibal, La Raya, Carrizal, La Villa y otras.

En la parte alta de esta subcuenca, existen importantes sistemas lacustres: i) en el río Amaluza con las lagunas de Los Huicundos, Arrebatadas, Churiragua, Yacuri y ii) en el río Espíndola con las lagunas Negras y de los Patos.

Abarca una superficie de 283 328,98 ha que representan el 16,47% del área de la cuenca Catamayo Chira.

1.12.4 La subcuenca del río Quiroz

El río Quiroz, principal colector de la subcuenca Quiroz, se origina en el sector de las Lagunas Canovitas y Negras de donde nace el río Llaga que se une con el río Palo Blanco (alimentado por los ríos Shiantac y Chulucanas). Aguas abajo el río Palo Blanco se denomina San Pablo y recibe los aportes de los ríos Aranza, Tomayacu, Ramos y luego se une con el río Tulman y a partir de esta unión el río toma la denominación de Quiroz.

Más abajo, el río Quiroz, tiene afluentes de importancia como las quebradas de Matala, de Agua, Los Molinos, de Perro Ahorcado, Rinconada, Carrizo, El Almendro, Suyo, Huásimo y otras en la margen derecha, mientras que en la margen izquierda están entre otras las siguientes quebradas: Hierbabuena, Jacapa, Carrizo, Zamba, Guir Guir, Cabuyal, La Masas, Higuerrón, La Gaucha, Jaguar

Seco, de Locas/Gallinesitos y otras. El río Quiroz desemboca finalmente en el río Chira y aporta a la alimentación del embalse de Poechos. Es una subcuenca que se encuentra íntegramente en la parte peruana de la Cuenca.

Abarca una superficie de 310 876,59 ha que significan el 18,08% del área total de la Cuenca.

1.12.5 La subcuenca del río Chipillico

El río Chipillico, que origina la subcuenca del mismo nombre, tiene su nacimiento sobre los 3 200 m s.n.m., en la parte alta con el río San Pedro que posteriormente toma el nombre de río Yangas, que es alimentado a su vez por el río Sapollica. El Chipillico aporta significativamente al reservorio de San Lorenzo conjuntamente con la quebrada Cerezal que a su vez es alimentada por las quebradas Guayabo y Pariamarca.

Aguas abajo el río Chipillico es alimentado por las quebradas de Serranos, El Convento, Jaguar de Pavas, de Galiones, de Pichones, del Tamarindo, Zapayal en la margen derecha en tanto en la margen izquierda después del reservorio hay aportes de las quebradas como la Buitrera, La Hamaca, Peña Viva, Carvajal y otras de importancia, llegando al río Chira en la sección de 88 m s.n.m. Cubre una extensión de 117 092,09 ha que alcanzan el 6,81% del área de la Cuenca.

1.12.6 El sistema del río Chira

Para fines del presente estudio se denomina sistema Chira al sistema hidrográfico que a partir de la unión de los ríos Macará y Catamayo toma el nombre de río Chira, punto desde el cual este sistema tiene el carácter de binacional hasta el sitio Lalamor, donde se interna en territorio peruano. Está conformado por todos los afluentes que drenan al río Chira (márgenes izquierda y derecha). El sistema así indicado abarca una superficie de 471 189,79 ha que significa el 27,39% del área de la Cuenca.

Los afluentes principales del río Catamayo-Chira en territorio peruano, aunque de alimentación intermitente y a veces secos, que dan lugar a subcuencas de importancia en extensión, identificadas en la margen derecha en este estudio, son los siguientes: La Solana que es la más grande con 123 197 ha (7,16% del área de la cuenca), La Samán con 88 638 ha (5,15%); La Manuela con 16 717 ha (0,97%), Sangorita con 11.889 ha (0,6%), Quebrada del Billar con 3 277 ha (0,19%) y Monte Limo con 20 767 ha (1,2%).

En la margen izquierda son, en sentido norte/sur desde el río Macará hasta el río Chipillico, las subcuencas de Las Lajas con 4 737 ha (0,3%), Cardo con 1 914 ha, Remolinos con 17 652 ha (0,10%), La Noria con 1 584 ha, Masa con 14 417 ha (0,8%) y otras de menor importancia como las subcuencas de los ríos Camarones, del Gallo, Algarrobillito, Huasimal, Peñitas, Perdidos, del Jaguar, Cerro Negro, Pilares, Montecillo.

En esta misma margen, desde el tramo del río Chipillico hasta la desembocadura del río Catamayo-Chira en el Océano Pacífico, se identificaron las siguientes microcuencas: Letera con 4 811 ha (0,27%), Cieneguillo con 9 635 ha (0,56%), La Soledad con 2 854 ha y otras de menor importancia.

Dentro de este sistema se consideran también todas las áreas interfluviales, es decir aquellas que por su topografía y pendiente drenan directamente al río Chira independiente de sus sistemas hidrográficos grandes o pequeños, que abarcan 14 404 ha.

También se incluyen algunas áreas de drenaje de las microcuencas cuyos nombres no ha sido posible identificar, que suman 39 733 ha.

SEGUNDA PARTE



Caracterización hídrica de la Cuenca

Descripción de la situación

En el presente capítulo se describe la situación y problemas existentes de acuerdo a como se presenta en los diferentes estudios básicos de caracterización hídrica.

2.1. Información hidrometeorológica

2.1.1 Densidad de la red

En territorio ecuatoriano la densidad de estaciones meteorológicas es de una por cada 280 km² y en el Perú de una por cada 734 km². La Organización Mundial de Meteorología (OMM) considera como área de influencia de las estaciones meteorológicas un círculo de radio de 12 kilómetros para las que se encuentran entre los 0 m s.n.m y los 1 200 m s.n.m y radio de 10 kilómetros para las que se encuentran entre los 1 200 m s.n.m y 3 400 m s.n.m, por lo que se concluye que en territorio ecuatoriano la densidad sería aceptable de no ser por su inadecuada distribución, en tanto que en el Perú es insuficiente.

La densidad de estaciones hidrométricas en el lado de Ecuador es de 300 km²/estación. La densidad real en función de las que operan medianamente sería de 1 000 km²/estación. La densidad mínima establecida por la OMM para los territorios similares a la zona alta de la Cuenca 140 a 300 km²/estación, por lo que sería adecuado si todas funcionaran en forma correcta. Si funcionaran todas las estaciones la densidad aún se consideraría baja debido al carácter montañoso e irregular de la Cuenca que presenta una serie de subcuencas pequeñas, muchas de ellas efímeras y de tramos con pocas condiciones hidráulicas para las mediciones. La densidad en la parte peruana de la Cuenca cubre tales requerimientos.

2.1.2 Toma de la información: La red hidrometeorológica en la Cuenca

Se evaluaron las condiciones operativas de 32 estaciones meteorológicas y 25 hidrométricas en el Ecuador y 12 meteorológicas y 5 hidrométricas en el Perú, encontrando que la red está constituida por instrumental obsoleto, la densidad no es uniforme, hay necesidad de reparar instrumentos, de reubicar ciertas estaciones y de rehabilitar otras.

De 32 estaciones meteorológicas en el Ecuador y 12 en el Perú, 25 y 6 respectivamente necesitan alguna mejora. De 25 estaciones hidrométricas en el Ecuador, 19 requieren mejora y las 5 estaciones del Perú están en buen estado de operación.

2.1.3 Procesamiento de la información hidrometeorológica

Existe deficiencia en el procesamiento de la información recolectada para hacerla entendible y usable por el público en general, por lo laborioso que es pasar la información de una forma a otra. El elemento crucial es la persona que hace el cambio.

2.1.4 Acceso a la información hidrometeorológica

Una limitación en el acceso es el costo que le asignan a la información hidrometeorológica, las instituciones INAMHI en Ecuador y SENAMHI en el Perú, encargadas de recolectarla y procesarla.

2.1.5 Calidad de la información hidrometeorológica

Debido al elevado número de elementos y factores para la recolección de la información hidrometeorológica, como son: ubicación de las estaciones, instrumentos muy diversos, condiciones climáticas, nivel educacional del observador, métodos de transmisión, modos de registro que pueden ser en papel, cintas, diskettes, láminas y otras formas, es muy fácil que un determinado dato pierda precisión. Los datos procesados durante la realización de este estudio han sido ajustados y corregidos.

2.2. Clima de la Cuenca

a) Dificultad de pronósticos

Si se considera que los factores que generan el clima son latitud, longitud y radiación solar, interacción océano-atmósfera, relieve, circulación general de la atmósfera, circulación local de la atmósfera y la cobertura vegetal, se puede comprender por qué es muy difícil hacer pronósticos.

b) Variabilidad

Las variables determinantes en la definición del clima, como son la precipitación, temperaturas, humedad relativa, evaporación, vientos, horas de sol, nubosidad, pueden presentar una gran variabilidad, en particular la precipitación que es el factor más importante cuando se trata de evaluar una cuenca en función de su productividad de agua.

2.3. Caudal ecológico

La determinación del caudal ecológico, definido como un caudal mínimo a mantener en un curso de agua para preservar el ecosistema, puede presentar problemas debido a lo novedoso del concepto, la complejidad de los datos requeridos y la posibilidad de implementarlo u otorgarlo en los cauces y que sea mantenido y respetado por los diferentes usuarios.

Hay falta de conciencia acerca de la importancia de este factor en la explotación del recurso hídrico. La historia del uso del agua del río Catamayo-Chira muestra que se han cometido errores que han afectado a la vida de las personas y de especies animales y vegetales.

El concepto de caudal ecológico es relativamente nuevo en este medio por lo que es conveniente difundirlo entre las instituciones relacionadas con el uso y manejo de los recursos naturales, el medio ambiente y la ecología en general, promoviéndolo desde las escuelas y colegios.

2.4. Situaciones extremas

Además, el FEN se han analizado las inundaciones y sequías que son los eventos extremos hidrometeorológicos que más afectan negativamente a las actividades humanas.

El FEN tiene consecuencias serias que es necesario prevenir. A raíz de los últimos FEN presentados se tomó conciencia de la magnitud de sus consecuencias negativas, pero las restricciones económicas y presupuestarias impiden una preparación efectiva para mitigar sus daños y consecuencias. En el

sector agrícola, los sistemas de drenaje deben estar operativos para facilitar la evacuación e impedir la elevación del nivel freático en las partes bajas.

Pese a que en la Cuenca no existe una historia de inundaciones, es conveniente considerar la ocurrencia de descargas máximas e introducir el concepto de riesgo en todo proyecto o diseño de las obras hidráulicas.

La sequía es un evento más complejo porque: a) existen varias formas de sequía, b) es difícil cuantificar los daños que causa, c) no existe información sistemática acerca de la ocurrencia de sequías que sirvan como base para hacer evaluaciones reales de sus efectos, d) los efectos de la sequía no siempre son obvios y muchas veces se ignoran, hasta que el daño es tan grave que ya es muy tarde para tomar precauciones. Afortunadamente en la parte peruana de la Cuenca, sobretodo en las partes bajas, la sequía hidrológica se atenúa con los reservorios de San Lorenzo, que lleva funcionando 50 años y el de Poechos que tiene 27 años de funcionamiento.

2.5. Salinidad y drenaje

- a) Alto nivel freático en la parte baja de la Cuenca cercana a la desembocadura del río Chira en el Océano Pacífico. Esta situación se acentúa con el FEN y la instalación no planificada del cultivo de arroz en las partes altas.
- b) Significativo descenso de la salinidad de las aguas freáticas entre dos eventos FEN, el de 1983 y 1998, con el consiguiente lavado de sales hacia el mar o las partes bajas de la Cuenca.
- c) Mal uso y manejo del agua, con incremento desmedido del cultivo de arroz, módulos de riego no reales para los diferentes cultivos, baja eficiencia de riego, sistemas y métodos de riego inadecuados.
- d) Discontinuidad en la toma de información del nivel freático y salinidad de aguas freáticas, en 302 pozos de observación instalados en el sistema Chira, ya que se interrumpió desde el último período de lecturas que fue en 1995-96.
- e) Falta de estudios de salinidad y drenaje en las subcuencas de la parte media y alta de la Cuenca.
- f) Carencia de estudios relacionados con zona de La Bocana.

2.6. Hidrogeología: problemática de las aguas subterráneas

- a) El principal problema es la insuficiente información básica disponible para la caracterización hidrogeológica detallada de reservorios acuíferos subterráneos.
- b) Persisten interrogantes de las condiciones hidrogeológicas de los acuíferos profundos sobre las recargas, el potencial disponible, espesor aprovechable de los acuíferos, características hidrodinámicas, rendimientos explotables, caudales naturales circulantes, calidad del agua, explotación actual, entre otros aspectos.
- c) La gestión del agua subterránea se limita a utilizar el agua en función de las necesidades hídricas, sin considerar las reales disponibilidades en cantidad y calidad apropiada para los fines de cada usuario.
- d) No se respetan los criterios técnicos y legales del uso del agua que exigen que las fuentes artificiales vecinas deben estar ubicadas a una distancia conveniente, en función de sus radios de influencia para evitar los fenómenos de interferencia.
- e) En la parte baja del sistema Chira se identificaron valores altos de la conductividad eléctrica de las aguas freáticas.
- f) En los pozos someros y perforados identificados en las subcuencas no se realizan trabajos de mantenimiento sostenidos en la obra de captación ni en su equipamiento. Algunos pozos perforados en la subcuenca del Quiroz y sistema Chira, destinados para consumo humano se encuentran no operativos.



*Estación climática Especial de Nambacola
Loja - Ecuador*



*Estación meteorológica de Las Lomas
Piura - Perú*



*Acumulación de sales por evaporación
Pueblo Nuevo de Colán, Paita - Perú*



Abanicos aluviales de Yangana - Ecuador



*Estación de bombeo para riego, río Chira
Sullana - Perú*



*Bocatoma y sistema de riego
Quinara Tumianuma, Loja - Ecuador*

2.7. Calidad del agua

- a) No se encontraron estudios sistemáticos, ni investigaciones sobre la calidad del agua.
- b) La información sobre muestreos de la calidad del agua que abarca un periodo de 1978 a 2002, resulta incompleta y no confiable.
- c) Las características físico-químicas de las aguas muestran preocupantes niveles de turbidez y de nutrientes.
- d) La información sobre metales pesados a nivel de Cuenca es relativamente escasa, pero revela la presencia de mercurio, cadmio y plomo por encima de los valores límites que evidencian alta incidencia de focos contaminantes en la cuenca alta.
- e) La agricultura, que es la principal actividad usuaria del agua, no registra información de muestreos sobre pesticidas y fertilizantes para evaluar la presencia o ausencia de los impactos de la contaminación de esta actividad.

2.8. Usos y demandas

- a) Carencia de módulos de consumo y demandas hídricas reales.
- b) Registro poco confiable de consumos y demandas hídricas reales para todos los tipos de usos de agua.
- c) Otorgamiento de derechos de uso y de aprovechamiento de los recursos hídricos superan las ofertas hídricas.
- d) Excesivas pérdidas de agua en los sistemas de suministro.
- e) Desactualización de los registros oficiales de usos de agua.
- f) Falta de uniformidad de criterios para otorgar derechos de uso y aprovechamiento de aguas.
- g) Bajas tarifas de agua.
- h) Información dispersa sobre manejo y gestión del recurso hídrico en la Cuenca.
- i) Carencia de normas legales integrales que incentiven el mejor uso del agua en ambos países.

2.9. Infraestructura hidráulica

- a) Por falta de financiamiento aún no se concluyen obras importantes en las subcuencas. Se encuentran inconclusas las obras de la tercera etapa del Proyecto Especial Chira Piura, el canal Cachaco - La Tina, el proyecto Zapotillo y obras de los diferentes sistemas de riego en el lado ecuatoriano, que son de vital importancia para el mejor uso del agua en la agricultura principalmente.
- b) Para atender los demás usos, después del uso agrícola, falta construir en una buena proporción la infraestructura requerida en las subcuencas. Para atender el uso poblacional, son necesarias las redes de suministro y las plantas de tratamiento.
- c) Los mayores daños en obras fueron por el impacto de los FEN. Por ejemplo el canal Tablazo en San Lorenzo de la subcuenca Chipillico, los canales norte y sur del sistema Chira y la presa derivadora Sullana, recién construidos, fueron afectados por dicho fenómeno.
- d) Existen problemas de sedimentación en la mayoría de las estructuras, pero el más grave es el caso del reservorio Poechos que ha perdido el 44,46% de su capacidad útil.
- e) Los canales de las subcuencas Macará, Catamayo y Alamor están ubicados en ladera con fuerte filtración en el material base.

2.10. Aguas superficiales

- a) En la parte baja de la cuenca Catamayo-Chira las aguas superficiales reguladas se encuentran relativamente en abundancia, lo que se ha constituido en un problema debido a que los usuarios tienden a derrochar el recurso.
- b) La abundancia y el consecutivo derroche del agua ha tenido graves consecuencias, sobre todo en la salinización de los suelos y abandono de cultivos tradicionales, como por ejemplo el algodón, que ya no produce en suelos afectados por alto nivel freático y/o salinidad.
- c) El almacenamiento del agua en el reservorio Poechos y en la presa derivadora Sullana ha provocado la destrucción de muchas formas de vida y ha roto el equilibrio ecológico, que se traduce en el deterioro de la calidad de vida de los pobladores. La proliferación de plagas y enfermedades mortifica a los habitantes de los lugares cercanos. El caso más grave es la ciudad de Sullana que soporta gran cantidad de zancudos de la presa de Sullana.
- d) Otro problema es el proceso acelerado de sedimentación que está sufriendo el reservorio de Poechos que reduce su vida útil. Esto es debido a la alta concentración de sólidos transportados por los diferentes ríos de la Cuenca.



Reservorio de Poechos, Piura - Perú



*Planta de tratamiento de agua potable
Celica - Ecuador*



Canal Yuscay, subcuenca Chipilico - Perú



Canal de riego Zapotillo, Loja - Ecuador



Zona La Bocana, Paita - Perú



Parque Nacional Podocarpus, Loja - Ecuador

Análisis de la problemática

La problemática hídrica descrita en los 10 estudios básicos se ha consolidado y analizado en 5 grandes grupos que tienen relación con:

- 1) La **gestión** de los recursos.
- 2) La **operación** de los sistemas.
- 3) El **mantenimiento** de la infraestructura.
- 4) Los **estudios** realizados o por realizar.
- 5) La **información** de diferente índole de la Cuenca.

Así mismo dentro de cada gran grupo se ha analizado los problemas atendiendo al carácter de los mismos, habiendo identificado problemas de carácter: a) técnico, b) institucional, c) financiero, d) social, e) ambiental, f) económico, g) legal y h) político.

3.1. Gestión del recurso hídrico

a. Problemas de carácter técnico

- 1) No se implementan, ni se cumplen adecuadamente el Plan de Gestión de la Oferta de Agua en el Sistema Chira Piura ni el Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja - Ecuador. Asimismo, no todas las organizaciones de usuarios tienen reglamentos de organización y funciones. Solo hay manuales de operación y mantenimiento para presas y algunos canales mayores.
- 2) Los diferentes estudios generalmente están concentrados en el sistema Chira. Las otras subcuencas no tienen muchos estudios.
- 3) La densidad de las redes hidrometeorológica e hidrométrica es insuficiente, los instrumentos de las estaciones son incompletos y obsoletos. No hay redes de control de calidad de agua.
- 4) La infraestructura de riego para medición y distribución es insuficiente. La distribución de agua por lo general se deja en manos de gente no preparada técnicamente.

b. Problemas de carácter institucional

- 1) Se otorgan concesiones, derechos o usos de agua por encima de la oferta hídrica y no hay uniformidad de criterios para su otorgamiento. Usuarios del sector agrícola están desorganizados. Hay carencia o escasez de implementación de las organizaciones. Falta de autoridad para aplicar la normatividad legal. Por lo general hay ausencia de sanciones para infractores de los diferentes usos. Hay notoria falta de capacitación en usuarios, dirigentes y autoridades.
- 2) Los diferentes estudios generalmente están concentrados en el sistema Chira. No hay estudios de la Bocana y de la intrusión marina.
- 3) No hay redes de control de calidad de agua en toda la Cuenca, las instituciones u organizaciones no han dado prioridad e importancia a este aspecto del recurso hídrico.

c. Problemas de carácter financiero

- 1) No se implementa, ni se cumple el plan hidrológico a cargo de algunas instituciones, como el Plan de Gestión de la Oferta de Agua del Proyecto Especial Chira Piura o el Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja, por parte de PREDESUR u otra institución encargada de ejecutarlo. Falta implementación de las organizaciones de usuarios, porque sus recursos son escasos.
- 2) Las limitaciones financieras han impedido el desarrollo de Estudios en todas las subcuencas.
- 3) La falta de financiamiento ha tenido efectos diversos. La densidad de redes hidrometeorológicas e hidrométricas es insuficiente. No se continúan mediciones en las redes del nivel freático. No hay redes para control de la calidad de agua. Instrumentos de las estaciones son incompletos y obsoletos.
- 4) El Estado, tanto ecuatoriano como peruano, atienden parcialmente los costos de operación y mantenimiento de algunos sistemas de riego. La infraestructura de riego para medición es insuficiente. La tercera etapa del Proyecto Chira Piura no se culmina por falta de recursos. El canal Cachaco-La Tina no tiene financiamiento para revestirlo.

d. Problemas de carácter social

- 1) Falta de integración y organización de los usuarios de diferentes usos cuya participación es casi nula. Falta de conciencia de los usuarios en el uso del agua que ocasiona conflictos. No hay cultura en la población para manejar y respetar el caudal ecológico. Es notoria la falta de capacitación en usuarios, dirigentes y autoridades. Hay abandono progresivo de cultivos tradicionales.

e. Problemas de carácter ambiental

- 1) Los vertidos de aguas servidas de los centros poblados van directamente a los cauces sin previo tratamiento.

f. Problemas de carácter económico

- 1) Se establecen tarifas de agua no reales. La cobranza es tardía y hay alta morosidad. La tarifa no cubre costos de operación y mantenimiento, actividades a las que se les asigna presupuestos insuficientes.
- 2) Falta de medios económicos e interés en las instituciones para la realización de estudios de La Bocana y de la intrusión marina.

g. Problemas de carácter legal

- 1) No se implementa, ni se cumple el plan hidrológico de las instituciones (PECHP, PHILO). Falta de autoridad para aplicar la normatividad legal.

h. Problemas de carácter político

- 1) No hay intercambio fluido de información de toda índole entre los dos países.

3.2. Operación de los sistemas

a. Problemas de carácter técnico

- 1) Hay deficiente planificación hidrológica con módulos irreales, empíricos y distorsionados por los usuarios. Desperdicio del agua por altas descargas para facilitar el riego por bombeo en la parte baja. Personal de estaciones no entrenadas y mal remuneradas. Falta de responsabilidad de usuarios.
- 2) Métodos de riego no adecuados. Distribución empírica. Excesivas pérdidas de agua en los sistemas de suministro. Alta densidad de pozos para explotación de agua subterránea en la cuenca baja.
- 3) Agua superficial se derrocha por falta de estructuras, registro y control.
- 4) Presencia de agua en lugares no adecuados y en forma inoportuna. Alarmante sedimentación en el reservorio de Poechos.

b. Problemas de carácter institucional

- 1) La normatividad legal no se cumple. No hay seguimiento a los Planes de Cultivo y Riego. Se desarrollan áreas agrícolas no autorizadas en canal Daniel Escobar y canal Quiroz. Personal de estaciones no entrenadas y mal remuneradas. Falta de responsabilidad. Ausencia de sanciones para usuarios infractores.
- 2) Carencia de módulos y demandas hídricas reales de los cultivos. No se coordina entre los dos países la ocurrencia de situaciones extremas. El agua subterránea se explota en función de la necesidad y no de la disponibilidad.

c. Problemas de carácter financiero

- 1) No hay financiamiento para concluir los canales revestidos (norte y sur) de la Tercera Etapa del Proyecto Especial Chira Piura que permitirán en el futuro regar por gravedad, lo que origina alto desperdicio de agua con las descargas altas del río Chira para regar por bombeo en las zonas bajas del sistema.

d. Problemas de carácter social

- 1) Personas no preparadas tienen a su cargo la operación de los sistemas.
- 2) El agua subterránea se explota en función de la necesidad y no de la disponibilidad. Canales Daniel Escobar y Quiroz sufren hurto de agua.
- 3) El personal a cargo de las estaciones está mal remunerado y casi abandonado a su suerte. La información se reporta a destiempo.
- 4) Existe desconectividad de la biodiversidad en cauce del río, lo cual ha reducido y hasta ha hecho desaparecer parte de la flora y fauna que explotaban y de la que se mantenían las poblaciones aledañas al río.

e. Problemas de carácter ambiental

- 1) No hay medidas para controlar los vertidos de aguas residuales a los cauces en toda la Cuenca.
- 2) Hay deficiencia de agua superficial en algunas subcuencas. Existen numerosas quebradas naturales. Alto nivel freático en parte baja de la Cuenca con riesgo permanente de resalinización.
- 3) No se realiza el control, registro y evaluación del nivel freático y salinidad del agua freática en la parte baja.

- 4) Presencia de agua en lugares inadecuados y en forma inoportuna. El almacenamiento en reservorios ha provocado la destrucción de muchas formaciones de vida y ha roto el equilibrio ecológico. Existe desconectividad de biodiversidad.

f. Problemas de carácter económico

- 1) Falta de medios económicos para la explotación de aguas subterráneas en un contexto de abundancia de aguas superficiales.
- 2) Las instituciones (principalmente las Municipalidades) dan poca importancia y no realizan mantenimiento de las fuentes de captación de agua subterránea.

3.3. Mantenimiento de la infraestructura

a. Problemas de carácter técnico

- 1) Poco personal entrenado para el mantenimiento de los instrumentos, poca instrucción, falta de responsabilidad en el manejo de las estaciones.
- 2) Existe fenómeno de subpresión en el canal Daniel Escobar. Canales del sector privado de la cuenca Catamayo, Alamor y Macará están revestidos en forma parcial. Hay deficiencias en las obras de riego.
- 3) No se toma en cuenta o no hay información para diseñar mejor las obras de riego.
- 4) Infraestructura de riego y drenaje de densidad insuficiente. Las obras de riego tienen de 25 a 50 años de funcionamiento.
- 5) Predominancia de cultivos de alto consumo de agua.

b. Problemas de carácter institucional

- 1) No se tienen implementadas las unidades de operación y mantenimiento en las diferentes organizaciones de usuarios.
- 2) No hay mantenimiento de las fuentes de captación de agua subterránea.

c. Problemas de carácter financiero

- 1) Las limitaciones financieras dan como resultado un insuficiente personal entrenado para el mantenimiento de los instrumentos de las estaciones hidrometeorológicas, poca instrucción y bajo salario de las personas encargadas, lo que origina la falta de responsabilidad en obtener la información que será la base para planificar los recursos de la Cuenca.
- 2) Algunos pozos de uso doméstico se encuentran colapsados por falta de financiamiento para el debido mantenimiento. Una vez colapsados se abandonan y dejan de funcionar y prestar los servicios para los que fueron construidos.
- 3) Infraestructura de riego y drenaje de densidad insuficiente. Al no haber financiamiento no se tiene una red de condiciones aceptables, en consecuencia la eficiencia continúa muy baja y los suelos se siguen deteriorando. Algunos canales del sector público y privado de la cuenca Catamayo no están revestidos debido a que el financiamiento requerido no está disponible para la ejecución de obras.

d. Problemas de carácter social

- 1) Escasez de personal entrenado para el mantenimiento de los instrumentos, poca instrucción, bajo salario, falta de responsabilidad. Además de ser un problema de carácter financiero también es un problema de carácter social ya que se prefiere dar este trabajo a personal de la zona donde se ubica la estación y asimismo abaratar costos, sacrificando en parte la calidad y veracidad e la información.

e. Problemas de carácter ambiental

- 1) Existe problema de sedimentación en diferentes estructuras, la más grave es Poechos con 44,46% de sedimentos acumulados.
- 2) Obras del sistema Chira fueron afectadas por el fenómeno El Niño de 1998. Canal Quiroz sufre deslizamientos, sedimentación. Deslizamiento en el canal Yuscay y rotura de la mampostería de piedra. Canal Miguel Checa no revestido por características físicas desfavorables de suelo. Destrucción de algunos tramos del canal Macará por crecidas del río. Otros canales se destruyen por cruces con quebradas. Canal Guápalas afectado por deslizamientos del cerro.

f. Problemas de carácter económico

- 1) No se realiza mantenimiento adecuado de la infraestructura de riego.

3.4. Estudios**a. Problemas de carácter técnico**

- 1) Las organizaciones de usuarios dedican muy poco o casi ningún recurso para elaborar estudios indispensables para manejar el recurso hídrico.
- 2) No se consideraron los riesgos para situaciones extremas cuando se diseñaron las obras. No se hicieron estudios antes de construir las obras. No se ha estudiado las sequías y es difícil cuantificar los daños que causa.
- 3) Falta de uniformidad en la densidad de estaciones hidrometeorológicas e hidrométricas. Determinar el caudal ecológico depende de varios factores difíciles de medir y calcular.
- 4) Varias obras adolecen de fallas técnicas por no considerar muchas situaciones de riesgo al momento de diseñarlas.

b. Problemas de carácter institucional

- 1) Las instituciones u organizaciones de cada sector o actividad no se han preocupado por determinar los volúmenes de uso del recurso que son necesarios para realizar los estudios de usos y demandas, por lo que los cálculos se tienen que hacer en forma estimada o asumir algunos parámetros por cada sector o actividad, que sean aproximados a la realidad.

3.5. Información**a. Problemas de carácter técnico**

- 1) Falta capacitación de usuarios, dirigentes y autoridades. Laborioso trabajo para pasar información de una forma a otra. Dudoso procesamiento de la información y calidad no garantizada de la misma. No existen procedimientos metodológicos uniformes estandarizados de uso común para evaluar calidad de aguas. No hay información suficiente sobre recargas de los afluentes de los ríos de la Cuenca. Transmisión de datos por diversos métodos hace perder confiabilidad en la información. No hay evaluaciones periódicas programadas de Calidad de Agua.
- 2) No hay información de calidad de aguas de la Zona Deltaica (La Bocana). Las inundaciones no tienen un historial registrado.
- 3) Muestras incompletos y poco confiables de calidad de aguas. Toma de información no confiable por las personas, medios y transmisión de datos por métodos distintos. Información de diferentes parámetros discontinuada y sin actualizar. Se interrumpió la toma de información

de napa freática y conductividad eléctrica. Insuficiente información de descargas de pozos de aguas subterráneas. Implementación no uniforme de las estaciones. No hay monitoreo del control de calidad de aguas. No existe información de muestreos sobre pesticidas y sobre metales peligrosos.

b. Problemas de carácter institucional

- 1) Falta de control de la información de cada uno de los recursos de la Cuenca. Registros oficiales de usos de agua desactualizados. No hay un banco de datos de toda la información en entidades accesibles. Los registros de usuarios no son confiables. Acceso a la información limitada. Muchos trámites burocráticos. No hay publicación periódica de la información. Dificultad para conseguir información.
- 2) Transmisión de datos por diversos métodos porque las instituciones no han estandarizado ni implementado un sistema uniforme que otorgue confiabilidad a la información. No existe información sistemática de la ocurrencia de sequía porque las instituciones encargadas de obtener esta información, registrarla y difundirla no lo hacen. Discontinuidad en la toma de información de napa freática y conductividad eléctrica debido a que el Proyecto Especial Chira Piura decidió no continuar con las lecturas, registros y procesamiento de esta información desde 1996. Insuficiente información de descargas de los ríos porque las instituciones encargadas de obtenerla no la han considerado de valor e importancia.

c. Problemas de carácter financiero

- 1) No se conoce la rentabilidad del agua por cada uso, dando lugar a que una unidad de volumen se utilice sin tener en cuenta la productividad y consecuentemente la rentabilidad que se pueda obtener. No se tienen comparativos entre las diversas actividades, por ejemplo para uso poblacional versus uso agropecuario. Dentro de la misma actividad no se tiene comparativos entre diversos cultivos, por ejemplo arroz versus frutales. En consecuencia, la incorrecta utilización del agua trae problemas para el pago de la tarifa y crea problemas financieros para la gestión en general de la Cuenca. Los altos costos de la información hidrometeorológica en entidades públicas como el INAMHI y SENAMHI, desalienta la obtención de la información, el análisis y el estudio continuo del recurso de la Cuenca, por parte de cualquier entidad no lucrativa.

d. Problemas de carácter social

- 1) Falta de capacitación de los usuarios, dirigentes y autoridades. La población no ha recibido capacitación para un buen uso del agua.

e. Problemas de carácter ambiental

- 1) Las poblaciones con las aguas residuales y usuarios agrícolas con pesticidas contaminan las aguas de los cauces.
- 2) Existen evidencias de alta incidencia de focos contaminantes de metales pesados en la parte alta de la cuenca Catamayo-Chira. Existen preocupantes valores de turbidez y nutrientes que pueden ser limitantes para diferentes usos en un futuro inmediato. Los efectos de la sequía no siempre son obvios.

f. Problemas de carácter económico

- 1) Insuficiente información de descargas, que además de ser un problema de carácter institucional también lo es de carácter económico dado el costo de obtener y registrar dicha información.

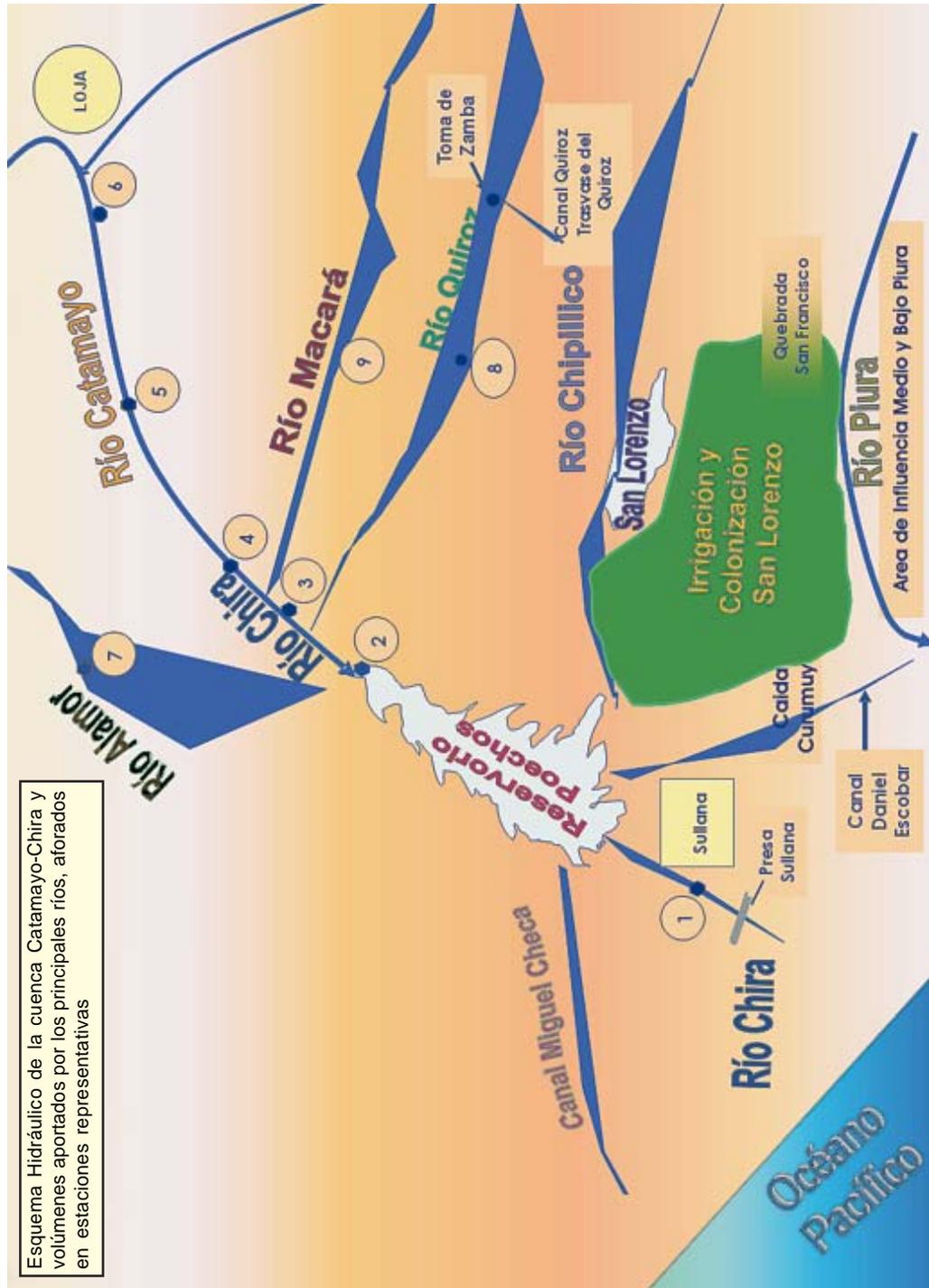
Caracterización del recurso hídrico en la Cuenca

Los estudios de la caracterización del recurso hídrico, permiten conocer los siguientes aspectos y componentes de la Cuenca:

4.1 El ámbito de la Cuenca

En el Capítulo I se describen los principales aspectos de la Cuenca. En el mapa 1 se presenta la ubicación de la Cuenca, en el mapa 2 se presentan la división en subcuencas y en el mapa 3 se presenta el esquema hidráulico donde se muestran los ríos y los aportes anuales de agua a la Cuenca.

Mapa 3
Esquema Hidráulico de la Cuenca



4.2 Los factores meteorológicos, fuente de aguas superficiales.

Las variables más importantes para la disponibilidad del recurso hídrico son las precipitaciones. El Cuadro N° 6 muestra las precipitaciones medias mensuales de la Cuenca el período 1969-1998.

La variabilidad mensual de las temperaturas en tres estaciones de las subcuencas Catamayo (Vilcabamba), Alamor (Célica) y Quiroz (Ayavaca) se muestra en el Gráfico 6.

La caracterización del clima en el Estudio Climático también incluye el análisis de humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar, evaporación y el cálculo del balance hidrológico mediante el método de Thornthwaite.

Se han identificado seis tipos de clima (Cuadro N° 8): Cálido a altitudes menores de 1 000 m s.n.m, con el 44,57% de la superficie total de la Cuenca. Semicálido a altitudes de 1 000 a 1 700 m s.n.m, con el 23,55%. Templado cálido a altitudes de 1 700 a 2 300 m s.n.m. con el 20,40%. Templado frío a altitudes de 2 300 a 3 000 m s.n.m, con el 7,28%. Semifrío a altitudes entre 3 000 y 3 500 m s.n.m. con el 3,54%. Frío moderado, a más de 3 500 m s.n.m con el 0,66%.

El análisis climático posibilita un mapa temático de climas

Cuadro 8
Tipos climáticos de la cuenca Catamayo Chira,
según la clasificación de W. Thornthwaite

TIPO DE CLIMA	COBERTURA	RANGO ALTITUDINAL (m s.n.m)	SUPERF. (km ²)	SUP. (%)
CÁLIDO	Esperanza, Mallares, Lancones, Zapotillo, Pindal, Las Lomas, Tumbes, Suyo, Palmas, Sausal de Culucán, Macará, Sablango, Catamayo, Las Canoas, El Huayco	Menor de 1 000	7 655,67	44,57
SEMICÁLIDO	Nazaino, Sapillica, Montero, Sicchez, Ciruelo, Amaluzo, Vizancio, Sozoranga, Suquilanda, Sacapalca, Las Cochas, Malacatos, Vilcabamba	1 000 - 1 700	4 050,41	23,55
TEMPLADO CÁLIDO	Palo Blanco, Lagunas, Pacaipampa, Jimbura, Quilanga, Quinara, Cariamanga, Colalsaca, Mambazo, Changalmina, Bellavista, El Cisne, Catacocha, Lauro Guerrero	1 700 - 2 300	3 058,63	20,40
TEMPLADO FRÍO	Los Alisos, Minas, Seise, Ayabaca, Yangana, Pacaipampa, Gualel, Chuquiribamba	2 300 - 3 000	1 256,10	7,28
SEMIFRÍO	Arrendamiento, Las Pircas, Talaneo	3 000 - 3 500	608,85	3,54
FRÍO MODERADO	Las cumbres más altas de la Cuenca	Mayor de 3 500	113,51	0,66
SUPERFICIE TOTAL			17 199,18	100,0

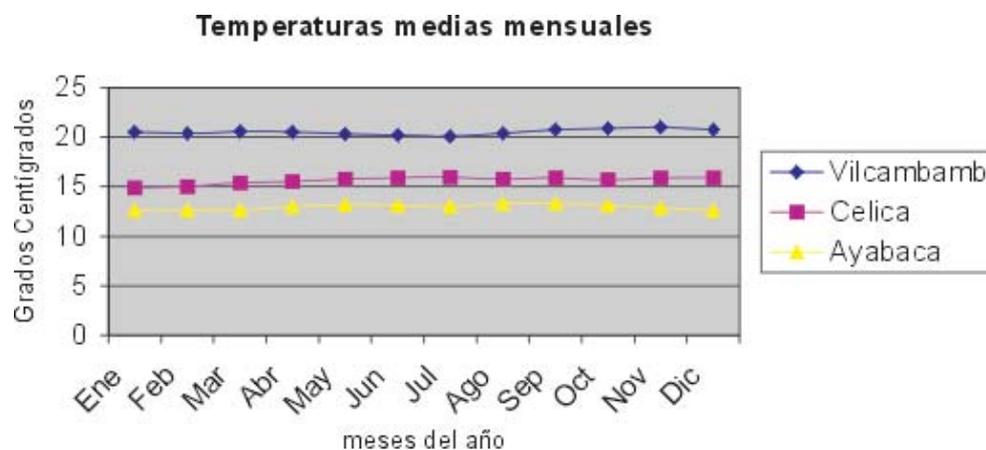
Cuadro 9
Precipitaciones Medias Mensuales en mm de la Cuenca
Catamayo-Chira (período 1969-1998)

N°	ESTACIÓN	Altitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	C.V
1	ALAMOR	1300	170,8	255,6	335,4	228,0	102,6	27,3	4,5	4,8	8,7	20,9	16,0	66,4	1241,0	1,118
2	Alamor en Saucillo	290	61,2	151,2	277,4	126,9	14,4	2,3	0,0	0,1	0,5	2,9	5,5	12,1	654,6	1,606
3	AMALUZA	1720	113,7	166,0	190,2	133,5	60,7	11,6	7,5	7,5	19,2	51,5	67,8	77,4	906,5	0,833
4	Ayabaca	2700	187,2	242,8	282,9	227,4	96,0	24,5	7,9	12,3	26,3	51,0	0,35	105,9	1314,5	0,908
5	Cajanuma*	2380	122,2	150,8	186,5	123,0	68,8	66,6	56,4	57,1	45,3	83,8	78,0	109,2	1147,8	0,452
6	CARIAMANGA	1960	128,9	216,4	295,8	206,5	80,6	23,2	8,2	9,9	27,0	76,8	56,2	87,4	1211,1	0,923
7	CATACOCHA	1840	116,3	197,0	215,8	131,4	41	9,1	2,7	6,3	12,8	30,8	28,2	70,8	865,3	1,048
8	CELICA	2010	188,8,1	272,1	327,0	159,9	52,9	11,0	2,1	4,9	11,9	20,1	24,0	72,9	1147,5	1,187
9	CHILACO	90	11,7	36,7	101,0	26,1	2,5	0,9	0,2	0,2	0,3	1,1	1,5	2,1	184,4	1,918
10	COLAISACA	2520	122,8	212,2	243,4	177,8	77,5	23,3	5,2	12,1	16,7	47,0	33,4	662,5	1032,1	0,966
11	EL CISNE	2340	190,7	259,7	300,7	162,0	79,9	23,0	14,8	21,7	30,1	80,7	100,9	156,6	1420,7	0,813
12	EL LUCERO	1200	130,2	196,0	234,6	154,5	82,6	20,0	7,5	6,4	19,4	65,8	66,3	103,4	1087,0	0,836
13	GONZANAMA	2060	123,8	167,7	207,0	165,0	66,0	22,0	19,0	13,7	36,8	76,7	73,5	96,9	1067,9	0,726
14	JIMBURA	2150	147,7	246,8	299,7	164,1	59,1	21,0	13,5	11,1	25,4	62,4	80,5	109,9	1241,3	0,915
15	La Esperanza**	12,0	4,8	8,1	15,0	6,6	1,1	0,5	0,8	0,2	0,2	0,5	0,5	0,6	38,5	1,426
16	La Toma-Catamayo	2030	39,0	61,8	78,1	53,5	20,7	6,7	2,0	6,5	13,1	40,0	25,5	31,6	378,5	0,759
17	MACARA	460	67,3	137,9	327,6	103,8	22,6	5,9	0,3	0,7	1,4	8,7	2,5	5,2	683,9	1,701
18	MALACATOS	1500	72,4	90,7	123,6	91,6	34,6	14,0	10,3	11,9	28,6	68,8	55,0	66,4	668,0	0,654
19	MALLARES	45	7,8	24,3	33,8	17,7	1,7	0,3	0,3	0,3	0,3	1,2	1,1	1,5	90,3	1,52
20	Paraje Grande	555	49,2	107,9	155,2	110,0	23,6	6,4	1,3	1,4	1,7	5,0	4,1	14,0	480,0	1,347
21	Pte. Internacional	408	39,8	131,4	203,9	87,6	15,5	3,2	0,2	1,0	0,8	4,9	1,3	11,1	500,7	1,577
22	QUINARA	1540	105,8	129,8	157,8	125,5	57,8	15,9	5,0	16,3	25,7	85,5	67,6	97,8	890,5	0,687
23	SABIANGO	740	112,6	222,4	261,1	173,1	34,5	22,3	12,2	0,9	26,8	15,7	16,2	28,4	935,8	1,190
24	Sausal de Culucán	980	31,1	53,1	66,4	50,4	17,4	5,9	1,1	3,1	6,0	15,2	12,2	17,9	280,0	0,940
25	SOZORANGA	1520	120,2	184,7	234,1	191,8	50,0	17,1	3,4	4,0	11,8	24,9	22,6	67,5	932,1	1,073
26	VILCABAMBA	1560	97,6	126,3	156,2	117,0	48,8	20,0	11,5	12,2	29,7	78,9	78,9	97,0	874,2	0,663
27	YANGANA	1860	161,7	210,9	226,7	185,8	112,8	80,3	69,4	54,9	59,2	111,3	103,0	125,2	1501,1	0,469
28	ZAPOTILLO	120	32,8	126,0	241,5	68,1	12,5	1,4	0,2	0,1	1,0	1,7	1,3	4,6	491,1	1,804
	PROMEDIO	1324,6	98,4	156,7	206,4	127,5	47,6	17,3	9,6	10,0	17,4	40,5	38,2	60,8	830,6	0,929
	MAX	2700	190,7	272,1	335,4	228,0	112,8	80,3	69,4	57,1	59,2	111,3	103,0	156,6	1501,1	1,919
	MIN	12	4,8	8,1	15,0	6,6	1,1	0,3	0,0	0,2	0,5	0,5	0,6	1,5	37,8	0,452
	C.V		0,576	0,478	0,436	0,478	0,672	1,046	1,68	1,412	0,88	0,828	0,88	0,74	0,488	0,374



- Estaciones usadas en la confección de Isoyeta, debido a que presentan un mismo período de registro (1969-1998)
- * Estación ubicada en la cuenca superior del río Zamora, a pocos metros de la divisoria de aguas con la cuenca Catamayo Chira.
 - ** Estación ubicada en la margen izquierda del río Catamayo Chira, a pocos metros del límite SO de la Cuenca. Período de registro: 1972-1998. Estación ubicada en la cuenca superior del río Zamora, a pocos metros de la divisoria de aguas con la cuenca Catamayo Chira
 No se ha incluido los datos de la estación «Lauro Guerrero» porque se consideran sobredimensionados por errores de lectura.

Gráfico 6
Variación mensual de la temperatura en 3 estaciones representativas de la cuenca Catamayo Chira



4.3 La cantidad, calidad y oportunidad de las aguas superficiales

4.3.1 Cantidad

La producción de agua superficial en la Cuenca

En la Cuenca se ha determinado la producción superficial del agua en el sistema Chira y en las subcuencas Quiroz, Alamor, Macará y Catamayo. En la subcuenca Chipillico no se pudo hacer esta determinación debido a que la estación Lagartera dejó de funcionar en 1980.

Los aportes anuales en volumen promedio de un periodo de más de 27 años, en las subcuencas y estaciones representativas son los siguientes:

Cuadro 10
Aporte promedio de los diferentes ríos de la Cuenca

SISTEMA / SUBCUENCA	ESTACIÓN	VOLUMEN PROMEDIO (millones de m ³)			PERÍODO
		ANUAL	MENSUAL*		
CHIRA	El Ciruelo	3 703,2	841,8	Marzo	1975-2002-28 años
	Ardilla	4 418,2	1 142,1	Marzo	1976-2002-27 años
	Puente Suliana	3 285,9	929,7	Marzo	1972-2002-31 años
CHIPILICO		S/I	S/I		S/I
QUIROZ	Paraje Grande	477,2	115,1	Abril	1973-2002-30 años
ALAMOR	Alamor en Saucillo	218,0	59,5	Marzo	1964-1999-31 años
MACARÁ	Puente Internacional	1 280,3	291,7	Marzo	1973-2001-29 años
Catamayo	Puente Boquerón	657,0	87,6	Marzo	1964-1994-31 años
	Santa Rosa	980,0	130,4	Marzo	1964-1994-31 años
	Puente Vicin	1 087,8	144,7	Marzo	1964-1994-31 años

* Es el mes de más altos aportes

Nota: Con respecto a la Estación Vicin, la información se obtuvo del Estudio de Factibilidad y Diseño Definitivo del Proyecto de Riego Zapotillo- PREDESUR-INPROCONSULT.

Del cuadro anterior se deduce que el máximo volumen de agua que se puede almacenar en Poechos son los aportes aforados en la estación Ardilla que ascienden a 4 418,2 millones de m³. Cabe resaltar que en el mes de marzo se producen aportes de 1 142,1 millones de m³, que no son almacenados en su totalidad, ya que estadísticamente el reservorio solo almacena un promedio de 537,8 millones de m³ en ese mes. Esto demuestra que solo en el mes de marzo hay un volumen promedio anual de 604,3 millones de m³ que no puede almacenarse y va rumbo al mar recargando el nivel freático de las áreas aledañas al cauce del río Chira, aguas abajo del reservorio de Poechos.

En cuanto al almacenamiento en el reservorio San Lorenzo se estima que de lo aforado en Paraje Grande, una cantidad similar se deriva a la subcuenca Chipillico para almacenarse en el reservorio de San Lorenzo. Los mayores aportes de 115,1 millones de m³ se dan en el mes de abril lo que representa un caudal promedio de 44,4 m³/s. La capacidad del canal de derivación Quiroz es de 60 m³/s y la capacidad del reservorio es de 256,8 millones de m³, lo que demuestra que hay capacidad de conducción, mas no capacidad de almacenamiento, ya que en los meses previos, el reservorio debe estar en un 60% de su capacidad, porque son los meses de almacenamiento y desarrollo de la campaña agrícola. En consecuencia, gran parte de los aportes de abril que no pueden almacenarse en San Lorenzo, no se derivan hacia el Chipillico y van hacia el río Chira, para almacenarse en el reservorio de Poechos y luego al mar.

El promedio de producción de agua determinado en 27 años de registros es de 4 418 millones de m³ anuales, con un máximo de 17 648 millones de m³ en 1998 y un mínimo de 1 245 millones de m³ anuales en 1978, tomando como referencia la entrada al reservorio de Poechos.

La disponibilidad de los recursos hídricos es fundamental para planificar su uso racional y eficiente. Se ha diferenciado la disponibilidad de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas.

Disponibilidad de aguas superficiales

En el estudio hidrológico se cuantificaron caudales mensuales, masas anuales, se determinaron promedios móviles, distribución mensual, tendencias de los caudales anuales, distribución de frecuencias, balance hidrológico y registros del agua almacenada en el reservorio de Poechos.

a. Los caudales de los cursos de agua

Se analizaron las series históricas de caudales mensuales de las estaciones: Puente Sullana y Poechos en el sistema Chira, Paraje Grande en la subcuenca Quiroz, Saucillo en la subcuenca Alamor, Puente Internacional en la subcuenca Macará y Vicin en la subcuenca Catamayo.

b. Las masas anuales

El Gráfico 7 muestra las masas anuales en seis estaciones representativas de la Cuenca, el gráfico 8 muestra el rendimiento de cada una de esas cuencas y el mapa 4 muestra el esquema hidráulico de la cuenca Catamayo Chira.

Gráfico 7
Masas de los ríos de la cuenca Catamayo Chira

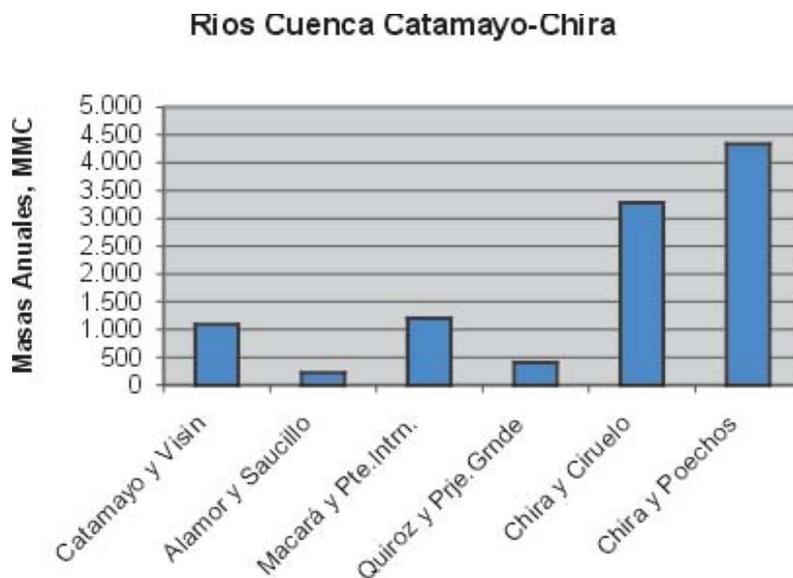
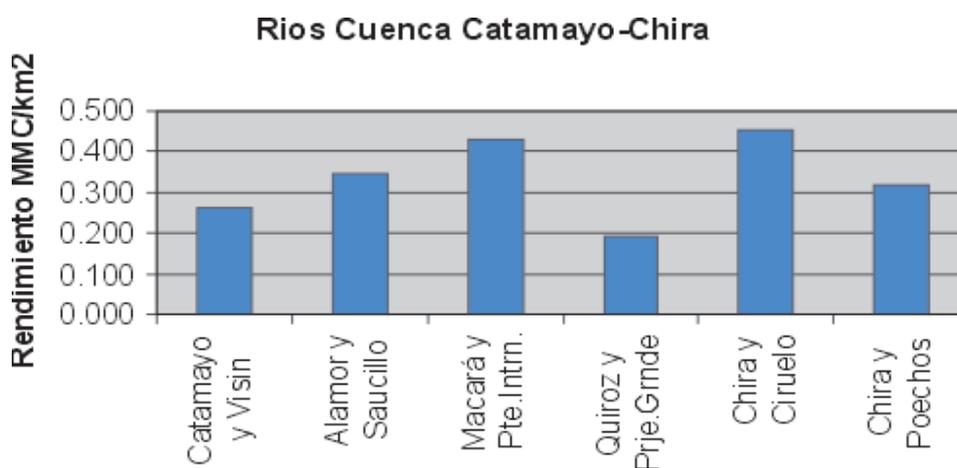


Gráfico 8
Rendimiento de las sub-cuenas de la cuenca Catamayo Chira



Comentario sobre las masas anuales

La producción promedio de los ríos de la Cuenca, de una serie histórica mayor a los 27 años se detalla como sigue:

**Cuadro 11
Producción promedio de los ríos de la Cuenca**

RÍO	CUENCA	ESTACIÓN	MASA (MMC)
Catamayo	Catamayo	Puente Vicín	1 087,8
Alamor	Alamor	Saucillo	218,0
Macará	Macará	Puente Internacional	1 280,3
Quiroz	Quiroz	Paraje Grande	477,2
Chira	Sistema Chira	El Ciruelo	3 703,2
Chira	Sistema Chira	Ardilla	4 418,2
Chira	Sistema Chira	Puente Sullana	3 285,9
Chira	Sistema Chira	Salida Poechos	4 335,5

Los aforos en Puente Vicín representan los excedentes luego de satisfacer casi toda la demanda de la subcuenca Catamayo, desde las partes altas hasta muy cerca de la confluencia con el río Macará. La estación al momento está colapsada y se encontraba ubicada aproximadamente a 12 km de la confluencia del río Macará con el Catamayo.

Los aforos en Saucillo representan los excedentes luego de satisfacer parte de la demanda de la subcuenca Alamor en la parte alta. La estación se encuentra aproximadamente a 50 km de la entrega del río Alamor al río Chira.

Los aforos en Puente Internacional representan los excedentes luego de un recorrido de 85 km del río Macará y de satisfacer la demanda de la parte alta de la subcuenca. La estación se encuentra a 38 km de la confluencia con el río Catamayo, tramo en el que la demanda disminuye significativamente.

Los aforos en Paraje Grande representan los excedentes luego de un recorrido de 94 km del río Quiroz y de satisfacer la demanda del 73,5% del área total, en la parte alta de la subcuenca. La estación se encuentra a 71 km de la desembocadura al río Chira. Se estima que una cantidad similar a la registrada en esta estación, se deriva hacia la subcuenca Chipillico desde la toma de Zamba, para atender la demanda de la colonización San Lorenzo.

Los aforos en El Ciruelo representan la suma de los caudales de los ríos Catamayo y Macará, que van hacia el reservorio Poechos. La estación se encuentra a 2 km de la unión de ambos ríos.

Los aforos en Ardilla representan la suma de los caudales de los ríos Catamayo, Macará, Quiroz y Alamor y el agua producida en un tramo de aproximadamente 50 km del mismo río Chira entre El Ciruelo y Ardilla y que van hacia el reservorio Poechos. La estación se encuentra a la entrada del reservorio de Poechos.

Los aforos de la salida de Poechos son la suma de los caudales derivados por el canal Miguel Checa en la margen derecha, el canal Daniel Escobar en la margen izquierda y el aliviadero de compuertas de la presa de Poechos, estos últimos también se registran en la estación Puente Sullana.

En el Gráfico 7 se aprecia que, las masas anuales en el Chira a la altura de El Ciruelo y de Poechos, son las más grandes. En el Gráfico 8 se ve que, a excepción de la cuenca del río Quiroz en Paraje Grande, el rendimiento de las subcuencas de los otros ríos en los puntos indicados, son bastante parecidos.

c. Tendencia de los caudales anuales

Los caudales anuales pueden seguir una tendencia a aumentar o a disminuir en el tiempo de acuerdo a cambios climáticos de carácter regional.

Los ríos Alamor, Catamayo y Chira tienen la tendencia que se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro 12
Tendencia de caudales anuales

Río	Estación	Período	Pendiente de la línea de tendencia
Alamor	Saucillo	1964-1994	0,023
Catamayo	Puente Boquerón	1964-1989	0,009
Chira	El Ciruelo	1976-2000	2,951

Las pendientes son positivas lo que quiere decir que en el período analizado, existe una tendencia de los caudales a subir con el tiempo. El caso más visible es del río Chira mientras que del río Catamayo la pendiente es casi insignificante.

d. Distribución de frecuencias

Para conocer la distribución de las frecuencias de las descargas medias anuales, se hicieron los análisis correspondientes, observándose que la distribución de probabilidades no se ajusta a ninguna distribución teórica conocida. Lo encontrado sugiere una distribución exponencial, pero se requiere un análisis completo para definir el tipo de curva de mejor ajuste.

e. Almacenamiento en reservorio Poechos

El reservorio de Poechos almacena volúmenes suficientes en épocas de avenidas. En el caso de bajas masas anuales de los ríos, el reservorio abastece con mayor cantidad de agua de la recibida, para atender los requerimientos de los usuarios de los valles del medio y bajo Chira y de la parte media y baja del valle de Piura. En el cuadro 8 se presenta el comportamiento del almacenamiento registrado durante la operación del reservorio de Poechos y en el Gráfico 9 se visualiza el balance hidrológico del reservorio.

4.3.2 Calidad

En la evaluación exhaustiva de la información existente, se encontró que la cantidad y calidad de la misma no permite hacer una apreciación ni cuantitativa ni cualitativa del grado de deterioro de la calidad de aguas de la Cuenca. Sin embargo, se encontró que las características físico-químicas de las aguas muestran preocupantes valores altos de turbidez, se nota presencia de metales pesados como mercurio, cadmio y plomo en la parte alta, presencia de vertidos de aguas residuales de las poblaciones hacia los cauces y se señala también que a



*Confluencia de los ríos
Macará y Catamayo.
Frontera Ecuador - Perú*



Río Piscobamba



Río Alamor - Ecuador



Río Quiroz, Ayabaca - Perú



*Microcuenca de Ambasal
afluente del río Macará, Ayabaca - Perú*

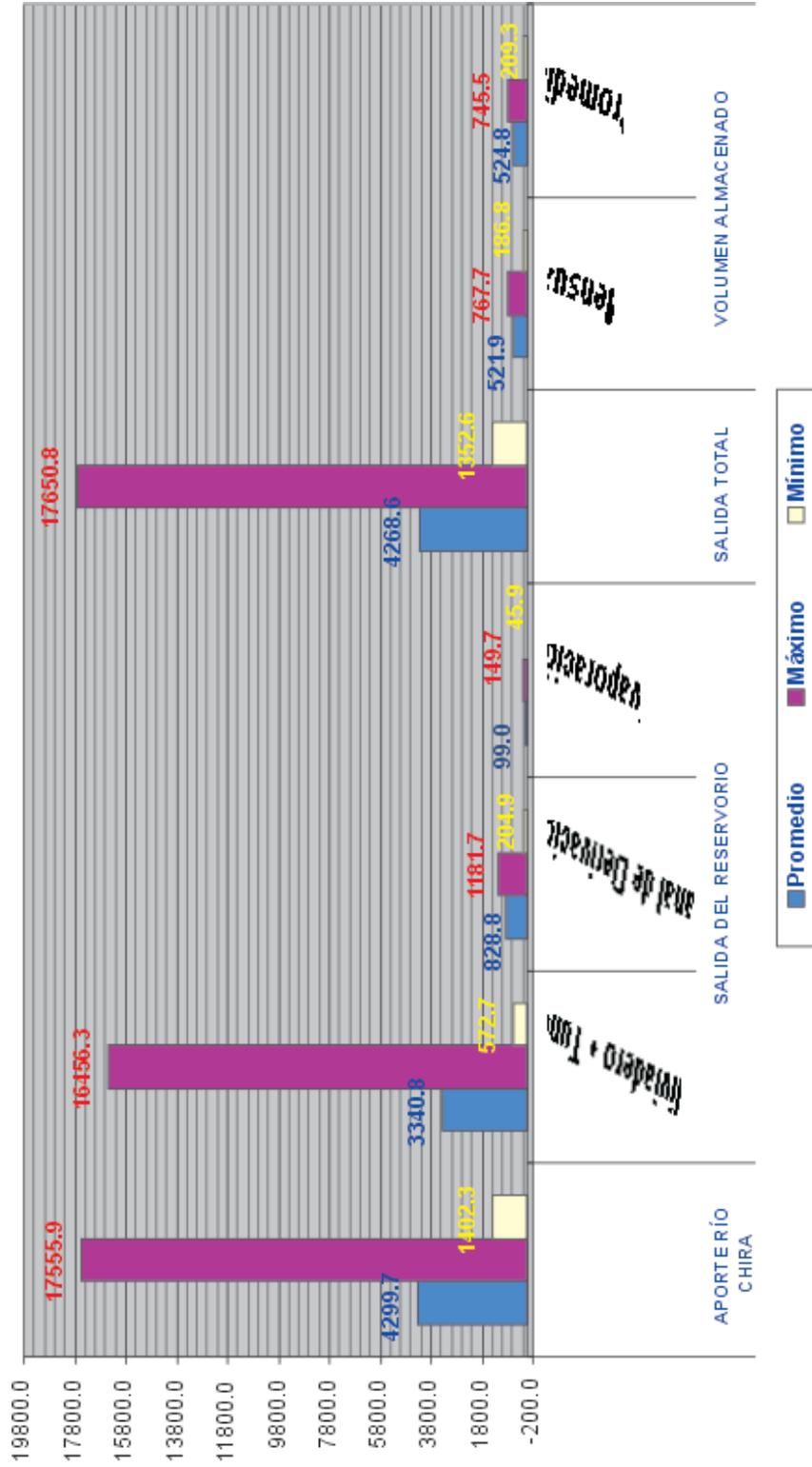
Cuadro 13
Balance hidrológico del reservorio de Poechos (millones de m³)

AÑO	APORTE RÍO CHIRA	SALIDA DEL RESERVORIO			SALIDA TOTAL	VOLUMEN ALMACENADO	
		Aliviadero + Túnel	Canal de Derivación	Evaporación		Mensual	Promedio
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1976	5 323,2	3 957,5	204,9	90,8	4 253,2	361,0	450,0
1977	3 472,4	2 891,4	470,6	116,1	3 478,1	621,2	620,7
1978	1 490,0	740,1	506,2	106,3	1 352,6	445,3	456,8
1979	1 623,9	717,9	701,4	149,7	1 569,0	611,1	615,7
1980	1 800,4	770,6	870,3	137,5	1 778,4	602,8	604,7
1981	1 901,5	1 215,4	903,8	79,5	2 198,7	430,8	406,0
1982	1 642,0	649,2	674,1	48,9	1 372,2	186,8	209,3
1983	15 932,1	15 261,0	454,4	103,2	15 818,6	736,1	745,5
1984	6 618,5	6 071,3	730,9	144,6	6 946,8	767,7	740,3
1985	1 752,6	1 023,9	745,3	127,2	1 896,4	695,8	683,8
1986	1 980,6	885,4	950,7	144,0	1 980,1	707,4	707,5
1987	3 677,4	2 590,8	1 181,7	110,7	3 883,2	710,1	692,9
1988	1 402,3	674,5	839,2	62,2	1 575,9	290,7	276,2
1989	4 070,1	2 798,4	978,7	116,8	3 893,9	694,0	708,7
1990	1 780,0	914,9	837,7	70,6	1 823,2	392,8	389,2
1991	1 979,2	860,1	887,3	119,5	1 866,9	584,8	594,1
1992	4 993,4	3 985,7	910,2	83,7	4 979,6	608,4	609,5
1993	5 250,6	4 008,7	897,6	122,5	5 028,8	545,8	564,3
1994	4 751,0	3 801,0	1 060,5	92,7	4 954,2	576,4	559,5
1995	1 494,1	936,3	658,4	45,9	1 640,6	238,1	225,9
1996	1 631,1	572,7	901,1	75,3	1 549,1	424,0	430,8
1997	2 239,9	1 037,4	993,5	69,2	2 100,1	395,3	406,9
1998	17 555,9	16 456,3	1 105,0	89,5	17 650,8	555,3	547,4
1999	7 017,4	5 741,1	1 143,9	82,8	6 967,8	489,0	493,1
2000	6 113,6	4 957,8	1 112,8	86,9	6 157,5	377,4	382,1
Promedio	4 299,7	3 340,8	828,8	99,0	4 268,6	521,9	524,8
Máximo	17 555,9	16 456,3	1 181,7	149,7	17 650,8	767,7	745,5
Mínimo	1 402,3	572,7	204,9	45,9	1 352,6	186,8	209,3

(1) Aforado en estación Ardilla. (2) Aforados en Puente Sullana y Canal Miguel Checa. (3) Aforados a la salida del canal Daniel Escobar. (4) Calculada por fórmulas. (5) Suma de salidas del reservorio. (6) Estado inicial promedio de almacenamiento el primer día de cada mes. (7) Volumen almacenado promedio al final de cada mes.

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura.

Gráfico 9
Balance Hidrológico del reservorio de Poechos (millones de m³) del año 1976 al 2000



pesar de la intensidad de la actividad agrícola, no se ha hecho ninguna evaluación de la contaminación producida por fertilizantes y pesticidas.

En cuanto a calidad del agua, en la zona ecuatoriana se ha encontrado que existen tres zonas críticas contaminadas, éstas son:

Zona 1.- Ubicada en el cauce inicial del río Catamayo en las desembocaduras de los ríos Vilcabamba y Malacatos. Presenta contaminación evidente ya que al recorrer estos sectores es notoria la presencia de malos olores generados por efluentes domésticos descargados directamente en el río. En Vilcabamba se realiza un tratamiento de las aguas servidas mediante lagunas de oxidación que únicamente funcionan cuando existe energía eléctrica.

Zona2.- Se ubica en la desembocadura del río Guayabal, las aguas son totalmente negras y putrefactas producto de las descargas directas de la industria azucarera presente en el valle de Catamayo.

Zona 3.- Se ubica en los límites políticos de los cantones Céllica, Sozoranga y Macará, aguas abajo del puente Santa Rosa. Aquí existen vertederos generados por la minería artesanal del sector; ya que al realizar el lavado del metal utilizan sustancias químicas (como el mercurio) las cuales son arrojadas directamente al río. Esto se evidenció en las visitas de campo realizadas por el personal del Consorcio ATA - UNP – UNL en el año 2002.

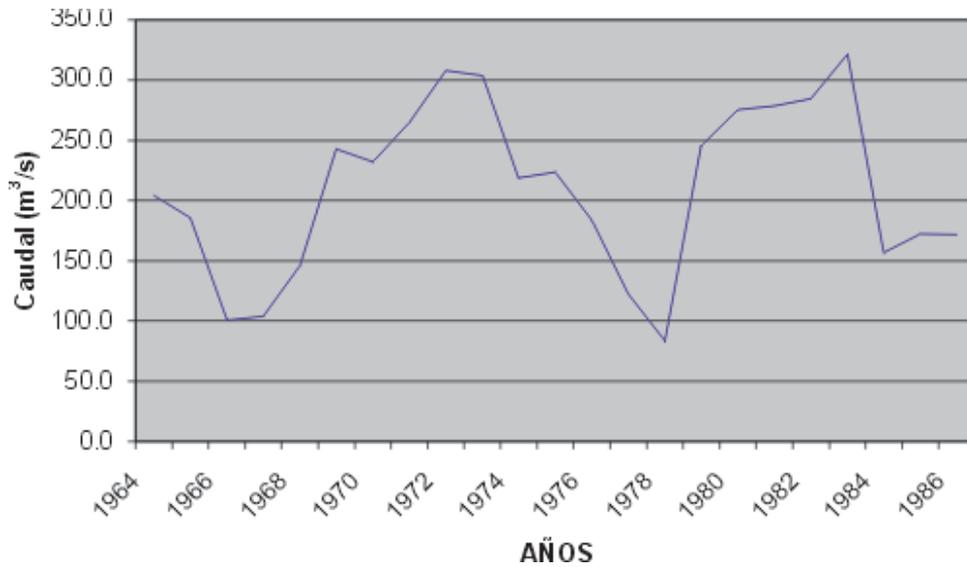
En el lado peruano la zona comprendida aguas abajo de Poechos hasta el mar, también recibe vertidos de aguas servidas de los pueblos asentados a ambas márgenes, incluyendo la más crítica que es la ciudad de Sullana.

4.3.3 Oportunidad

4.3.3.a Promedios móviles

El Gráfico 10 muestra la curva de promedios móviles de 5 años del río Alamor en Saucillo. Se observa lo que podría ser un ciclo de aproximadamente 10 años entre dos picos y dos bajas. Similar comportamiento se observa en los demás ríos de la Cuenca y se presentan en el estudio hidrológico.

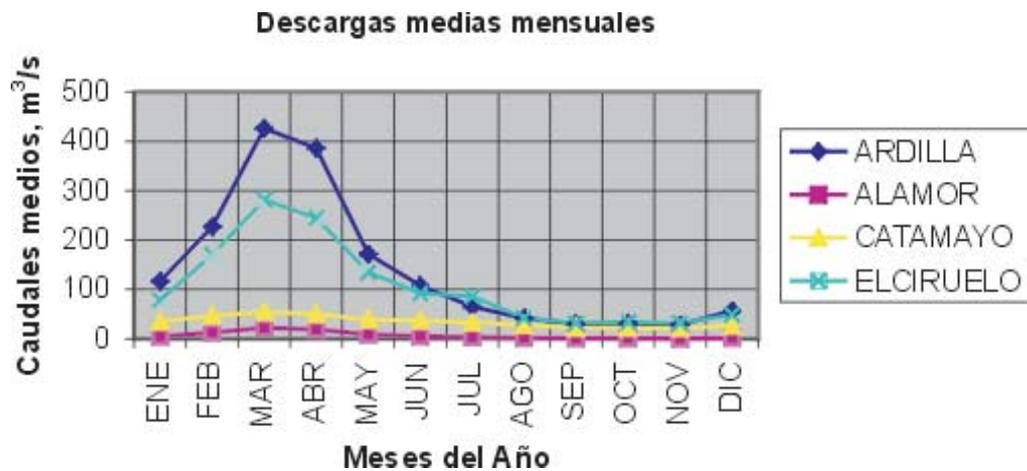
Gráfico 10
Promedios móviles de 5 años del río Alamor



4.3.3.b Distribución mensual

El Gráfico 11 muestra la distribución mensual de las descargas en cuatro estaciones de la Cuenca. Se ve que están concentradas durante los meses de febrero a mayo, sobretudo en las estaciones Ciruelo y Ardilla y en menor grado en las estaciones Alamor y Catamayo.

Gráfico 11
Caudales medios mensuales en cuatro ríos de la Cuenca



4.4 La disponibilidad de aguas subterráneas y grado de confianza de su calidad

4.4.1 Las aguas subterráneas

La insuficiente información básica disponible no permitió la caracterización hidrogeológica detallada de reservorios acuíferos subterráneos. Aún se mantienen interrogantes de las condiciones hidrogeológicas de los acuíferos profundos sobre las recargas, el potencial disponible, espesor aprovechable de los acuíferos, características hidrodinámicas, rendimientos explotables, caudales naturales circulantes, calidad del agua y explotación actual, entre otros aspectos. Se utiliza el agua subterránea en función de las necesidades hídricas, sin considerar las reales disponibilidades en cantidad y calidad apropiada para los fines de cada usuario.

Se determinó que en las subcuencas Catamayo, Macará y Alamor se explotan 24 pozos someros y 65 pozos profundos para uso doméstico, con una extracción anual de 2 365 207 m³, mientras que en el sistema Chira y sub cuenca Quiroz, se explotan 347 pozos someros, 35 pozos profundos y un manantial para usos doméstico, agrario e industrial, con una masa anual de 11 491 707 m³. En la parte baja del sistema Chira se identificó altos valores de conductividad eléctrica de las aguas freáticas. Si se compara la recarga que reciben los acuíferos con la magnitud de la explotación actual, se establece que es factible incrementar su explotación en las subcuencas evaluadas, hasta el límite de las reservas reguladoras, para no producir un desequilibrio entre las entradas y las salidas.

Los acuíferos más importantes por su extensión y espesor, se encuentran ubicados en los valles cuaternarios del sistema Chira y subcuenca Catamayo. En estos acuíferos existe una napa predominante libre con niveles de agua muy superficiales en el Chira y poco profundos en Catamayo. Por sus características hidrodinámicas, estos acuíferos se clasifican como acuíferos regulares a buenos y en forma muy local como acuíferos muy buenos.

En el acuífero explorado Catamayo las aguas son mayormente dulces y en el aluvial Chira hay una alta probabilidad que las aguas del acuífero profundo sean muy mineralizadas, según estudios de prospección geofísica realizados con anterioridad. Las investigaciones de la napa freática superficial, caracterizan a las aguas sub superficiales como muy salinas, con conductividad eléctrica más frecuente entre 1 000 a 5 000 milimhos/cm a 25°C y localmente con valores superiores a 20 000 milimhos/cm a 25°C.

En los pozos someros y perforados identificados no se realizan trabajos de mantenimiento sostenidos en la obra de captación ni en su equipamiento. Algunos pozos perforados en la subcuenca del Quiroz y sistema Chira, destinados para consumo humano, se encuentran inoperativos. La caracterización de este recurso se ha concretado en el mapa temático hidrogeológico.

4.5 Las condiciones adversas en el uso de las aguas

Son relevantes los siguientes aspectos:

4.5.1 La salinidad

Es latente el peligro de salinización de los suelos por su alta capilaridad y la alta evaporación que favorecen el ascenso de las aguas freáticas salinas hacia la superficie, lo que ha dado lugar a una salinización intensa de los suelos, al punto de que hay muchas áreas abandonadas en la parte baja del sistema Chira, en la zona cerca a la desembocadura al mar, además de

otros lugares puntuales en la parte media del sistema. Se estima en alrededor de 8 000 ha afectadas de alta conductividad eléctrica, donde los rendimientos bajan sustancialmente.

En cuanto a la salinidad de las aguas freáticas, en el valle del Chira en el periodo de mínima recarga, el área susceptible de salinización severa es de 6% del área total, la cual se reduce al 5% para el periodo de máxima recarga. Entre los dos eventos FEN, 1983 y 1998, hubo un significativo descenso de la salinidad de las aguas freáticas, con el consiguiente lavado de sales hacia el mar o las partes bajas de la Cuenca. Esto se reflejó en el lavado de los suelos que dio como resultado altos rendimientos de los cultivos en 1984.

4.5.2 El drenaje

El alto nivel freático está limitado a la parte baja de la Cuenca en particular en el sistema Chira. Para el régimen de mínima recarga el problema severo de drenaje (nivel freático a menos de 1,0 m de la superficie) representa el 7% del área total del valle del Chira. En periodo de máxima recarga el área afectada aumenta al 18%, acentuándose con el FEN, la instalación del cultivo de arroz en las partes altas, y las altas descargas por el río Chira para atender el riego por bombeo.

Se ha constatado el mal uso y manejo del agua con incremento desmedido del cultivo de arroz que demanda mayor cantidad de agua, módulos de riego no reales para los diferentes cultivos, baja eficiencia de riego, sistemas y métodos de riego inadecuados.

Los sistemas de drenaje proyectados no están concluidos y los que existen están parcialmente destruidos, por lo que la eficiencia de funcionamiento no es aceptable. Las quebradas naturales que se activan en épocas de grandes avenidas causan destrozos de la infraestructura de riego, drenaje y defensas.

Las salidas de drenaje hacia el río tienen problemas con las estructuras de cruce en las defensas, por su poca capacidad de diseño. La salida hacia el mar tiene el inconveniente de cerrarse por la poca pendiente y el transporte de arena con el viento, estancándose las aguas muy cerca al litoral.

4.5.3 La erosión y sedimentación

No se realizan aforos de sedimentos en suspensión ni muestreos sistemáticos de azolves. Este tipo de información es básico si se considera la diversidad geomorfológica de la Cuenca, en particular la morfología de las subcuencas de la zona alta.

4.6 Las situaciones extremas de los recursos hídricos

4.6.1 Inundaciones

Afortunadamente no se registran en la historia, muchos eventos que lamentar. Concretamente, se tienen los siguientes casos por subcuencas.

En el sistema Chira, las más grandes descargas antes del reservorio de Poechos fueron en los años 1943 con 5 340 m³/s, 1953 con 4 200 m³/s y 1972 con 3 710 m³/s, sin posibilidades de regulación o control. Después de Poechos, se produjeron grandes descargas en los años 1983 con 6 995 m³/s, 1992 con 5 911 m³/s y 1998 con 7 301 m³/s. Estas descargas se pudieron regular en la presa de Poechos, no obstante se dieron algunos desembalses en 1978 y en 1992 por la aplicación estricta de las reglas de operación del reservorio de

ENERGOPROJEKT, que por su trascendencia se describen brevemente.

En Abril de 1978 se produjo un desembalse de 700 m³/s, con una cota aproximada de embalse en el reservorio de 101 m s.n.m. El cauce del río estaba completamente colmatado, lo que dio lugar a desbordes e inundaciones desde la ciudad de Sullana hacia aguas abajo, con los consiguientes perjuicios en cultivos y poblaciones.

En Abril de 1992, casi finalizando el período lluvioso, se registró otro desembalse. El reservorio estaba en la cota 100 m s.n.m y en apenas tres días recibió 438 hm³ o sea casi la mitad de su capacidad inicial, llegando a la cota 103,84, cuando solo debe llegar a 103,0. Se evacuó hasta 3 500 m³/s para descargarlo rápido en previsión a que con un día más de lluvia pudiera llegar a la cota 105 m s.n.m y poner en peligro los diques de la represa y el aliviadero de emergencia.

En la subcuenca Chipillico, no se registran grandes descargas que hayan significado inundaciones.

En la subcuenca Quiroz, las descargas más grandes registradas en Paraje Grande son de los años: 1939 con 1 357,4 m³/s, 1940 con 896,13 m³/s, 1941 con 896,10 m³/s, 1956 con 637,45 m³/s y 1955 con 579,37, todas muy por encima del promedio de 36 años (1939 –1974) que fue de 28,85 m³/s. No se debe comparar descargas máximas con promedios anuales

En el siguiente período de 30 años (1973-2002), las descargas más grandes sin considerar los FEN se registran abril de 1994 con 243,0 m³/s, con una media de las máximas de 97,2 m³/s en febrero de 1999 con 332,0 m³/s, con una media de las máximas descargas de 72 m³/s y marzo de 1999 con 269,3 m³/s, con una media de las máximas de 96,8 m³/s.

En la subcuenca Alamor las máximas descargas medias mensuales registradas en Saucillo, se dieron en abril 1965 con 82,70 m³/s, febrero 1973 con 72,60 m³/s y marzo 1993 con 51,80 m³/s, sin que hayan significado inundaciones.

En la subcuenca Macará se registraron altas descargas en la estación Puente Internacional, sin considerar el FEN, en los años 1984 con 360,0 m³/s, 1993 con 420,8 m³/s, 1994 con 392,0 m³/s, 2001 con 405,2 y por encima del promedio de 29 años (1973 – 2001) de 246,5 m³/s.

En la subcuenca Catamayo se registran grandes descargas de medias mensuales en la estación Vicin en marzo de 1995 con 98,80 m³/s, febrero de 1976 con 87,50 m³/s, marzo de 1970 con 86,00 m³/s, marzo de 1981 con 83,70 m³/s y marzo de 1977 con 82,70 m³/s. La media mensual para un período de 31 años (1964-1994) para febrero es 46,67 m³/s y de marzo es 54,02 m³/s.

4.6.2 Las sequías

La sequía es un evento más complejo debido a lo siguiente: a) existen varias formas de sequía: climático, biogeográfico, agrológico e hidrológico, b) es difícil cuantificar los daños que causa, c) no existe información sistemática acerca de la ocurrencia de sequías para hacer evaluaciones reales de sus efectos, d) los efectos de la sequía no siempre son obvios y muchas veces se ignoran, hasta que el daño es tan grave que ya es muy tarde para tomar precauciones. En la Cuenca se da algún tipo de sequía, de acuerdo a lo siguiente:

- En el sistema Chira el tipo climático.
- En la subcuenca Chipillico el tipo climático, biogeográfico e hidrológico
- En la subcuenca Quiroz el tipo climático, biogeográfico, agrológico e hidrológico.
- En las subcuenca Alamor, Macará y Catamayo el tipo agrológico e hidrológico.

Cuadro 14
Condición de sequía por subcuencas

Sub-cuenca	Climático	Biogeográfico	Agrológico	Hidrológico
Sist. Chira				
Chipillico				
Quiroz				
Alamor				
Macara				
Catamayo				

Legenda :
Vulnerable



El comportamiento de la disponibilidad de recursos hídricos superficiales en la Cuenca tiene por objeto detectar las condiciones de escasez que puedan afectar el desarrollo productivo o generar impactos económicos adversos.

Las altas precipitaciones de los períodos de invierno y las reducidas lluvias de los períodos de verano o estiaje permiten concluir que en la Cuenca se producen déficits de carácter estacional, en ocasiones un tanto largos, que no podrían considerarse como sequías, así lo expresan los índices de intensidad de sequía encontrados que son cero en los meses de menor precipitación. La disminución de precipitaciones que se presentan regularmente en la zona baja de la Cuenca se producen también en forma antrópica, por agresión humana sobre los ecosistemas naturales locales, razón por la cual el agua que habitualmente llegaba a estas regiones en cantidades apreciables ha disminuido sustancialmente.

Desde el punto de vista conceptual en la Cuenca se presentan sequías del tipo agrológico, es decir que la disponibilidad hídrica del suelo no satisface la demanda de evapotranspiración de los cultivos de secano. La sociedad acostumbrada a este tipo de eventos busca cómo mantener reservas hídricas básicas. Culturalmente en la cuenca Catamayo Chira la sequía es relativa y se producen estos resultados que en muchos casos terminan en el abandono del campo, con crecimiento de ecosistemas secundarios y empobrecidos de tipo desértico o semi-desértico, o el desarrollo de superficies estériles y/o tóxicas, de carácter salino, alcalino o rocoso.

Prevención y mitigación de la sequía

Una actuación eficaz para reducir los daños producidos sería la previsión de las sequías, que podría lograrse mediante el conocimiento anticipado de las mismas, con el tiempo suficiente para ejecutar actuaciones encaminadas a impedir o paliar los daños que produciría. Este sistema consistiría en la implantación de un Sistema Automático de Información Hidrológica, que podría ser el mismo que se utilizaría para la prevención de las grandes crecidas. En la parte peruana de la Cuenca, sobretudo en las partes bajas, la sequía hidrológica se atenúa con los reservorios de San Lorenzo con 50 años y el de Poechos con 27 años de funcionamiento.

Índices y riesgos de sequía en la zona o área de estudio

Tras el análisis de los índices de varias estaciones ubicadas en la parte alta, media y baja de la Cuenca, se puede notar que en todos los meses existe déficit que en la práctica no es real. Numéricamente la lluvia efectiva es menor que el promedio mensual del período de registro, situación que denota que en las condiciones geográficas locales se presentan períodos secos estacionales de cierta intensidad y duración propios del clima y que por lo tanto no serían considerados como sequías de carácter grave.

4.6.3 Erosión y sedimentos

La erosión en las áreas de la parte alta de la Cuenca, en el lado ecuatoriano, está repartida de la siguiente manera:

- Pluvial (laminar), el 59,5% del área con erosión ligera.
- Antrópica (surcos, cárcavas, otros) el 40,1% del área con erosión severa a muy severa.
- Eólica (suspensión, saltación), el 0,4% del área con erosión muy leve a leve.

En el sistema Chira (Perú), donde se tiene información, el grado de erosión es de la siguiente manera:

- Ligero de 0-10 ton/ha/año, 5,61% del área.
- Moderado de 10-50 ton/ha/año, 21,36% del área.
- Moderado a severo 50-100 ton/ha/año, 11,14% del área.
- Alto de 100-300 ton/ha/año, 18,64% del área.
- Muy alto de 300-800 ton/ha/año, 17,81% del área.
- Extremadamente alto de más de 800 ton/ha/año, 23,44% del área y otros, que representa el 2% del área.

Los gráficos siguientes ilustran esta situación:

Gráfico 12

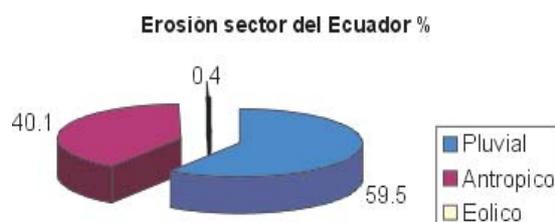


Gráfico 13



Estos problemas están presentes en la Cuenca. Aún no existen estudios de sus causas y soluciones, pero si se conoce el efecto muy negativo que tienen en la vida útil de muchas estructuras hidráulicas en particular en los reservorios. Se sugiere emplear la ecuación universal de pérdida del suelo para hacer estudios iniciales así como la modelación con el HFAM para estudiar efectos de prácticas de manejo de cuencas que prevengan estos problemas.

Existen problemas de sedimentación en la mayoría de las estructuras, pero la de mayor significación es la del reservorio Poechos que ha perdido el 44,46% de su capacidad útil (393,5 MMC de sedimentos) por las crecientes originadas por los FEN de los años 1983 y 1998. Normalmente, de acuerdo a estudios de transporte de sedimentos de la Cuenca al reservorio, el volumen está entre 7 a 8 m³/año, sin embargo en los años aludidos el transporte de sedimentos llegó a un promedio de 76 m³/año. Este fenómeno le ha restando 15 años de vida útil a la presa y se estima que de ocurrir uno o dos fenómenos El Niño similares a los anteriores, gran parte de la agricultura en los valles del Chira y Bajo Piura podría colapsar. Es menos grave en San Lorenzo que empezó a funcionar en 1959 y tiene 62,6 millones de m³ de sedimentos, lo que representa el 24,49% de volumen inicial.

En el «Plan de Manejo de Cuencas del Reservorio Poechos» la sedimentación se enfocó desde dos puntos de vista, en función a la concentración de sólidos en el agua y a los resultados de las muestras granulométricas del lecho del río.

- Río Macará (Puente Internacional). Este río es el que aporta mayor cantidad de sedimentos al reservorio Poechos, con una concentración de 0,3490 gr/L de sólidos totales, y una descarga de 40,6 m³/s aporta 1,224 Tn/día de sedimentos.
- Río Quiroz (Puente Quiroz carretera a La Tina). Con una concentración de 0,2573 gr/L y un caudal de 15,1 m³/s, aporta 336 Tn/día de sedimentos.
- Río Quiroz (Puente Tondopa carretera a Ayabaca). La concentración es mayor que los anteriores; con 0,4980 gr/L, y una descarga de 32 m³/s, aporta 1,377 Tn/día de sedimentos. Parte del agua se deriva para el reservorio San Lorenzo.
- Río Chira (estación Ardilla). El cauce tiene poca pendiente, la concentración es de 0,7222 gr/L y con una descarga de 140,1 m³/s, el aporte es de 8,742 Tn/día de sedimentos.

Granulometría del cauce

Para el cálculo de transporte de sedimentos se empleó la expresión de Meyer-Peter y Muller, y se encontró lo siguiente:

- Río Quiroz (Puente Tondopa); arroja un resultado de 1,993 kg/s de transporte de sólidos totales, el gasto sólido específico es 41,37 kg/s-m lo que indica que se produce una elevada erosión de cauce. Parte de los sedimentos transportados son captados en la toma de Zamba y derivados al reservorio San Lorenzo.
- Río Chira (Encuentros); el gasto sólido total es de 1,523 kg/s, posee una erosión específica de 11,78 kg/s-m, presentándose erosión en el lecho.
- Río Macará (Puente Internacional); tiene un aporte de sólidos de 1,150 kg/s y su gasto específico sólido es de 20 kg/s-m mayor que el producido en la zona de Encuentros, habiendo un abundante desgaste del lecho como producto de la erosión.
- Río Chira (Estación Ardilla); de poca pendiente, con un gasto sólido específico de 1,62 kg/s-m no habiendo erosión en el lecho.
- Río Alamor, con una descarga específica de 0,36 kg/s-m, sin erosión del lecho y gasto sólido total de 8,98 kg/s.

En el caso de las quebradas de la sub cuenca Alamor, que permanecen secas durante gran parte del año y que sólo se activan temporalmente con un régimen torrencial, los resultados están agrupados por márgenes:

- Margen derecha del reservorio; presenta un alto grado de erosión en el cauce, así la quebrada Solana-Venados con 23,97 Kg/s-m, quebrada Cóndor con 11,28 Kg/s-m y quebrada Martínez con 7,39 Kg/s-m.
- Margen izquierda del reservorio; presentan mayor gasto sólido específico y erosión en el lecho las quebradas Huasimal y Pilares, mientras que las quebradas Tutumo y Del Ojo no presentan erosión en el lecho. El gasto sólido total es menor que el producido en las quebradas de la margen derecha.
- Las quebradas de Charán, Suyo y Chirinos, presentan un alto grado de erosión del cauce como consecuencia de la gran pendiente y suelos de textura media.

Sedimentación del reservorio de Poechos

Para determinar la cantidad de sedimentos que se depositan en el embalse de Poechos, el Proyecto Chira-Piura realizó batimetrías anuales desde 1976 al año 2002. Con la última batimetría, realizada en el año 2002 se ha determinado que el volumen de sedimentos depositado es 393,5 MMC y representa el 44,46 % del volumen total de inicio de operación, habiéndose depositado 75,0 MMC y 75,9 MMC de sedimentos en los años del fenómeno El Niño de 1983 y 1998, respectivamente.

El embalse Poechos tiene una colmatación acelerada, con aportes de sedimentos del orden de 14,9 MMC promedio por año. Con los datos determinados mediante batimetría y descontando los años extraordinarios del fenómeno El Niño, se tiene un promedio de 9,44 MMC/año, si a esto se suma el volumen de sedimentos controlados en el puente Sullana que es de 3,88 MMC, resulta que en promedio el río Chira en años normales transporta 13,32 MMC/año.

Teniendo en cuenta que la capacidad actual del reservorio es de 491,5 MMC; se puede deducir que dentro de 50 años, se tendría plenamente colmatado. Sin embargo considerando



*Canal de derivación Daniel Escobar
presa Poechos, Piura - Perú*



*Bocatoma Chipilico, bocatoma y puente.
Subcuenca Chipilico, Piura - Perú*



*Bocatoma sistema de riego
Sanambay - Jimbura, Loja - Ecuador*



Río Alamor, Loja - Ecuador

que el volumen de operación normal del reservorio constituye el 70 % de su capacidad total, es decir 621 MMC, y que de ello existe una colmatación de 393,5 MMC de sedimentos (Batimetría del año 2001), el volumen de operación normal queda reducido a 227,5 MMC que con la tasa media anual de 9,44 MMC/año, quedaría cubierto de sedimentos en 24 años.

Si durante los 24 años calculados se considera la ocurrencia de dos fenómenos El Niño que aporta 75 MMC de sedimentos cada uno, los 227,5 MMC de volumen de operación normal quedarían reducidos a 77,5 MMC los cuales quedarían colmatados en 8 años, haciendo que la vida de operación normal del reservorio se reduzca a 10 años, a partir del 2002.

4.7 La infraestructura hidráulica de almacenamiento, conducción y distribución del recurso

4.7.1 La infraestructura de riego

a. Sistema Chira

a.1 Presa de Poechos

Problemas de erosión en el cuenco disipador de energía del aliviadero de compuertas. Afectación del recubrimiento de concreto de la tubería de la salida de fondo por agentes químicos como cloruros y sulfatos. Sistema de drenaje del dique de la margen izquierda presenta descargas sospechosas. Debe realizarse un estudio de subsuelo y de cimentación de la presa. Restitución de mediciones geodésicas para determinar los desplazamientos de la presa. Sedimentación acelerada del embalse de Poechos. Adoptar una posición seria en relación a la solución a corto plazo de este problema, sin descuidar medidas a largo plazo de mitigación de transporte de sedimentos a nivel de Cuenca.

a.2 Presa Sullana

Problemas de fundación por la naturaleza del material madre (sub suelo compuesto de arenas y material deleznable). Recientemente reconstruida, problemas en la poza disipadora de energía ante caudales significativos. Requiere estudio de comportamiento de la estructura en modelo hidráulico.

a.3 Canal de derivación «Daniel Escobar»

Revestimiento con problemas de agrietamiento por el paso del tiempo. Sedimentación con material fino y grueso. Salida del sistema de drenaje subterráneo con problemas. Equipo hidromecánico, como compuertas de toma, compuertas del regulador km 29+900, aliviaderos, etc., en mal estado.

a.4 Canal «Miguel Checa»

Tiene fallas por el tipo de material del suelo, vegetación de cualquier especie y tamaño que crece en su cauce, desde arbustos hasta árboles, afectando su eficiencia de conducción. El 40% ha perdido la sección regular de diseño, el fondo del canal se encuentra sedimentado por efecto de deslizamiento en sus taludes. Cuando se seca por tiempos prolongados se observa grietas y rajaduras por efecto del material expansivo del suelo base. Algunas obras de arte de concreto presentan desplazamientos, rajaduras y roturas por efecto de presión

de los expansivos que contiene el material madre que sustenta la cimentación. En el FEN de 1998 la mayor parte de las alcantarillas colapsaron por falta de capacidad no contemplada en los cálculos de diseño.

El tramo que va del km 30+880,83 al km 78+920 (denominado Paquete B), atraviesa suelos compuestos de lutita, muchos tramos han perdido su sección regular de diseño por efecto de deslizamiento en sus taludes. La falta de operación de los últimos 8 km de ampliación de canal y el alto contenido de material expansivo de los suelos afecta notablemente al canal durante y después de los períodos lluviosos.

El sifón de la quebrada Samán es vulnerable porque está expuesto a grandes crecientes de hasta 620 m³/s cada diez años y de alto riesgo porque se dejará sin regar hasta 6 000 ha si colapsa el sifón.

En el tramo de 0+000 a 30+880,83 (Paquete A) no tiene reguladores porque se diseñó para operar con flujo de agua permanente con caudales de máximo tirante, sin embargo, en la práctica no opera así y se originan problemas de captación en las tomas.

a.5 Canal Norte

Con el FEN de 1998 el canal ha sufrido daños considerables en la parte ejecutada desde el km 0+000 hasta km 25+300. Actualmente se encuentra en reconstrucción. Los daños consisten en asentamientos y erosiones por el colapso de drenaje de fondo, colmatación de la caja por el desplazamiento del material de los taludes y del camino de servicio. Los mayores daños se han producido donde el canal cruza con drenes y quebradas. Las avenidas que cruzan la quebrada Samán provocaron el colapso del sifón y parte del canal norte. Actualmente se encuentra en reparación.

a.6 Canal Sur

El FEN de 1998 afectó al terraplén, relleno impermeable, revestimiento, relleno común y camino de servicio (afirmado y protección de talud).

El flujo del río Chira modificó el cauce en la zona del sifón Sojo, por lo que con la reconstrucción del sifón se aumentará aproximadamente 400 m en la margen izquierda del río.

El río destruyó también 300 m de dique de protección del canal y dos tomas en km 7+151 (toma SD-3) y km 7+151 (toma SI-2). En algunos tramos de relleno los taludes erosionaron y en los rellenos parciales y cortes el agua de lluvia y de las quebradas pasó por encima del canal. Las aguas torrenciales con mucho sedimento en suspensión, que bajan de las quebradas de la margen izquierda, producen colmatación en las tuberías de las alcantarillas, el agua pasa por encima y destruye el canal.

b. Subcuenca Chipillico

b.1 Bocatoma Chipillico

La sección está sedimentada, el concreto presenta deterioros. El encauzamiento y protección aguas arriba es deficiente. La operación de compuertas se realiza manualmente, es necesario

reparar el equipo electrógeno o suministrar energía a través del sistema interconectado. Las compuertas en mal estado, necesitan reparación completa.

b.2 Canal Chipillico

Canal sedimentado y cubierto por vegetación. Cauce no definido a partir de la quebrada Cerezalillo hasta 2.0 km aguas abajo, cerca del conducto cubierto de la quebrada Cerezal, incluyendo la caída Huachuma. Agrietamiento de sus taludes y obras de arte deterioradas por el paso del tiempo.

b.3 Reservoirio San Lorenzo

La casa de válvulas, la bocatoma del canal Yuscay y las obras conexas recientemente han sido reparadas como parte del Programa de Seguridad de Presas. El equipo hidromecánico fue modernizado con sistemas de comando digitalizados. Se cambiaron las válvulas Howell Bunger por nuevas. El sistema actualmente se encuentra en óptimas condiciones operativas.

b.4 Canal Yuscay

Existen rajaduras y grietas horizontales por efecto de filtraciones cuando el suelo del cerro de la margen izquierda se satura con agua de lluvia o cuando se seca el canal. La berma izquierda está cubierta con vegetación y las raíces afectan el revestimiento del canal. No tiene cuneta en la margen izquierda y gran parte de la sedimentación (material fino y grueso) proviene del cerro San Lorenzo. Las tomas y estructuras, por el tiempo de operación, presentan rajaduras y cavitaciones en el concreto, incluyendo el regulador «El Partidor». Este se encuentra en mal estado, los elementos hidromecánicos presentan desgaste y los mecanismos de izaje son obsoletos y de accionamiento manual.

El aliviadero libre de concreto, por los años de servicio, no se encuentra en buenas condiciones y su superficie presenta desgaste y cavitaciones. Algunas entradas de escurrimiento al canal se encuentran destruidas por lo que es necesaria su reparación.

Las compuertas no tienen mantenimiento adecuado, parte de los elementos hidromecánicos presentan oxidación y han perdido su capa de pintura anticorrosiva. Igual sucede con los elementos estructurales metálicos de seguridad como puentes, barandales, escaleras, etc.

El fondo del canal se encuentra con depósitos de áridos, que van desde arena gruesa hasta grava y en algunos casos piedra (canto rodado) y roca de 10 á 20 cm de diámetro, afectando su eficiencia hidráulica.

b.5 Canal Tablazo

Se encuentra totalmente deteriorado. En los primeros kilómetros hay asentamientos y erosiones producto del colapso del revestimiento de taludes y fondo del canal, colmatación de la sección del canal debido al deslizamiento del material de los cerros aledaños y del camino de servicio.

Hasta el km 35 funciona en condiciones deplorables, sin mantenimiento y sin garantía de atención a la demanda de agua del sector. A partir del km 45 hasta el final ha sido abandonado, por falta de uso se ha colmatado con arena aún cuando la mayor parte del revestimiento de concreto y estructuras de regulación se encuentra en condiciones aceptables. La parte estructural de concreto de los reguladores (Checks) y de las tomas se encuentran en buen estado, sin embargo, sus elementos hidromecánicos (compuertas y accesorios mecánicos

de izaje) están completamente corroídos, torcidos o destruidos.

c. Subcuenca Quiróz

c.1 Bocatoma de Zamba

El equipo hidromecánico es obsoleto, la estructura de concreto tiene erosiones superficiales. Compuerta de limpia en mal estado. Se utiliza energía de motor estacionario y no hay mantenimiento preventivo de toda la estructura.

c.2 Canal Quiróz

El desarenador está inoperativo. Hay agrietamiento de los taludes y obras de arte deterioradas por el paso del tiempo. No tiene berma en la margen izquierda, ni obras de arte de protección contra deslizamiento de material del cerro. Sección hidráulica está sedimentada con material fino y grueso y el fondo del canal en el tramo del túnel Culqui deteriorado por el uso.

d. Subcuenca Alamor

d.1 Canal Guápalas

Conduce 0,40 m³/s, tiene años operando y necesita de un mantenimiento preventivo. La parte vulnerable casi siempre es la estructura de toma y como es canal de ladera está expuesto en toda su longitud, a deslizamientos del cerro adyacente por lo que necesitan obras de protección.

e. Subcuenca Macará

e.1 Canal Cachaco – La Tina

Inicialmente fue construido totalmente en tierra para captar 2,0 m³/s y a partir de 1996 se ha revestido los primeros 1 820 m. Su longitud total es de 25,4 km y el tramo en tierra (23,58 km) se encuentra totalmente abandonado, por lo que se sugiere una total rehabilitación.

e.2 Canales «El Ingenio», «Chiriyacu Lucero», «Airo – Florida», «Jorupe Congochara», «Sanambay Jimbura» y «Macará»

Son canales pequeños y su caudal fluctúa entre 2,7 a 0,35 m³/s, las estructuras que tienen años operando necesitan de un mantenimiento preventivo. La parte vulnerable casi siempre es la estructura de toma y por su ubicación en ladera sin obras de protección están expuestos a deslizamientos del cerro adyacente.

f. Subcuenca Catamayo

f.1 Canal Zapotillo

El canal Zapotillo se encuentra actualmente en un 70% de avance de obra, entre la bocatoma y conducción principal. Sin embargo, no cuenta con financiamiento para la culminación de las obras. Ha sido proyectado para conducir 8,2 m³/s. La descripción de este proyecto, de

mucha importancia en la Cuenca, se hace en el estudio de Evaluación de la Infraestructura Hidráulica.

f.2 Canales «Vilcabamba», «La Era», «Campana – Malacatos», «La Palmira», «Cochas – San Vicente»

Son canales que conducen entre 0,28 a 0,6 m³/s. Los tres primeros canales tienen el mismo problema: el río en el sitio de toma tiene pendiente alta, sus aguas son limpias, sin embargo en época de avenidas acarrea mucho material pétreo de arrastre, que produce un estrangulamiento en el azud, lo que provoca la destrucción paulatina de éste. Esto se debe también al mal diseño de la estructura. La destrucción por crecidas se manifiesta incluso en el colchón disipador. La socavación al pie de la obra ha producido el colapso de los muros que sirven de protección de los canales de desfogue del desripador y desarenador, que es demasiado pequeño y está mal diseñado, pues la velocidad de sedimentación es muy alta.

Existen filtraciones por fisuras y deterioro del hormigón en los taludes y solera del mismo, cuyos daños cada vez son más notorios. Esto ha obligado a las Juntas de Regantes a evaluar los canales para ver la necesidad de realizar un revestimiento total de las paredes y solera.

4.7.2 La infraestructura para uso poblacional

Está constituida por las obras de captación, conducción, almacenamiento, tratamiento y redes de distribución, construidas para el aprovisionamiento de agua superficial y/o subterránea para abastecer a las poblaciones, así como sus correspondientes plantas de tratamiento de las aguas residuales.

La ciudad de mayor población en el sistema Chira es Sullana y su sistema de abastecimiento está constituido por el canal Daniel Escobar para las aguas superficiales y una estación de bombeo de emergencia en el río Chira para abastecer Sullana, Bellavista, Querecotillo, Salitral y Marcavelica. La Entidad Prestadora de Servicios Grau - EPS Grau tiene un proyecto de mejora de esta infraestructura desde 1996.

En la subcuenca Chipillico las poblaciones principales son Las Lomas y Tambogrande, que se abastecen de la red de canales que salen del reservorio San Lorenzo. La infraestructura está a cargo de EPS GRAU.

En la subcuenca del Quiroz las principales poblaciones son Ayabaca en la parte alta, con sus distritos aledaños Montero, Paimas y Suyo, que se abastece de los cauces afluentes de río Quiroz y su infraestructura no es tan apropiada y está a cargo de sus municipalidades. En la subcuenca Macará las poblaciones principales son Macará y La Tina, cuyo abastecimiento e infraestructura no es tan apropiada.



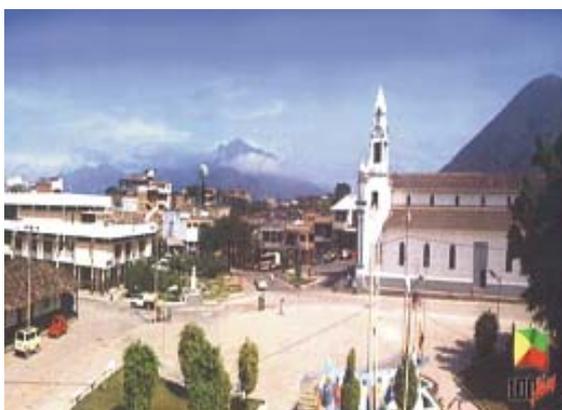
Irrigación La Tina, Cachaco, subcuenca Chipillico - Perú



Ciudad de Sullana, Perú



Canal Yuscay, subcuenca Chipillico - Perú



Ciudad de Macará, Ecuador

En la subcuenca Alamor las principales poblaciones son Alamor, Zapotillo y los pueblos de la parte alta que utilizan agua superficial.

En la subcuenca Catamayo la infraestructura de las principales ciudades está a cargo de las municipalidades y carecen de sistemas aprovisionamiento y de plantas de tratamiento de aguas servidas.

4.7.3 La infraestructura para otros usos

Entre los otros usos destacan el energético que cuenta con minicentrales en el sistema Chira y subcuenca Quiroz y en la cuenca del río Piura.

Para el uso industrial se carece de infraestructura significativa. Para el uso pesquero se ha instalado un complejo de pozas y criaderos en el Chira a pocos km de Poechos.

Para el uso recreacional no se tiene a la vista infraestructura construida, aunque está por aprovecharse la que proporcionan las presas de Poechos y Sullana en el Chira, San Lorenzo en Chipillico y muy próximo el proyecto de riego Zapotillo en la subcuenca Catamayo.

4.8 Los usos de los diferentes sectores y las demandas para la atención

4.8.1 Uso poblacional

En el año 2001 la población de las subcuencas Alamor, Macará y Catamayo se calculó en 200,5 miles de habitantes y en las subcuencas Chipillico, Quiroz, Macará (lado peruano), el sistema Chira y el área de influencia de la Cuenca en 707,6 mil haciendo un total de 908,1 mil habitantes. La demanda hídrica diaria en el lado ecuatoriano para la población urbana es de 150 a 230 l/habitante y la rural de 130 a 200 l/habitante. En el lado peruano es de 120 a 250 l/habitante para clima templado y cálido en la población urbana y el 60 % de lo anterior en la población rural.

En el lado ecuatoriano la población decrece un 3,1%, del 2001 con 200,5 mil habitantes a 194,2 mil en el 2026. En el lado peruano se advierte un notable crecimiento de 102,6%, de 707,6 en el 2001 a 1433,6 miles de habitantes en el 2026. Se aprecia el impacto de la población que será atendida con el Proyecto de Aguas Superficiales (PAS) de Piura y Castilla en el Perú. En el año 2001 la población ecuatoriana representa el 22,1% del total de la Cuenca y en el 2026 solamente representa el 11,9%. En los mismos años la población del Perú representa 77,9% y 88,1% respectivamente. La población total de la Cuenca se incrementa de 908,1 mil habitantes en el 2001 a 1 627,8 mil habitantes en el 2026, es decir un incremento de 79,3%.

La eficiencia es del 75 y 85% para zonas urbanas y rurales respectivamente, al considerar las pérdidas propias de la red, robos por conexiones clandestinas, uso en parque y jardines municipales, etc.

La demanda para uso poblacional en el 2001 es de 72 438 millones de m³ de los cuales 59 310 millones de m³ en el Perú y 13 128 millones de m³ en el Ecuador.

4.8.2 Uso agropecuario

Las áreas agrícolas atendidas con agua de la Cuenca son 141 592,47 ha, de las cuales el 45,8% están en la Cuenca y el 54,2% en el área de influencia (Medio y Bajo Piura en el Perú). De las áreas ubicadas dentro de la Cuenca, el 29% están en el Ecuador y el 71% están en el Perú. Del total de áreas bajo riego, el 13,3% están en el Ecuador y el 86,7% en el Perú. Las áreas agrícolas del Ecuador corresponden a las desarrolladas con proyectos privados y públicos que se van incorporando en la medida que avanza la ejecución de los proyectos de riego. Las áreas agrícolas del Perú son tierras desarrolladas en los valles de Chira, San Lorenzo, Chipillico y Quiroz. Las áreas de influencia están en el Medio y Bajo Piura.

Los usuarios agrícolas atendidos son 67 299 de los cuales 10 833 (16,1%) son de las subcuencas Macará, Catamayo y Alamor, 24 389 (36,2%) de las subcuencas Chipillico, Quiroz, Macará (Perú) y sistema Chira y 32 077 (47,7%) corresponden al área de influencia, ubicados todos en el lado peruano.

Para atender la demanda del 2001 para estas tierras se calculó un volumen de 3 599,3 millones de m³ de los cuales 2 859 567 millones de m³ (79,4%) corresponden al Perú y 739 729 millones de m³ (20,6%) corresponden al Ecuador. De este volumen se calcula que 3 110,4 millones de m³ se conducen y distribuyen por los canales. La restante es agua de lluvia para agricultura de secano. Del volumen anotado 1 652,1 millones de m³, corresponde a la demanda neta y 1 458,3 corresponde a pérdidas de conducción y distribución, lo que da una eficiencia promedio a nivel de la Cuenca de 53,12%. Las pérdidas por conducción y distribución en la Cuenca, representa un caudal promedio 46,2m³/s. Si se mejora esta eficiencia en 5%, se estima un ahorro de 292 223 millones de m³ anual, lo que representa un caudal promedio de 9,3 m³/s.

Desde el 2006 se proyecta ampliación de la frontera agrícola, en las subcuencas del Perú con una demanda de 80,8 millones de m³ en el 2006 y 656,2 millones de m³ en el 2026.

En el Cuadro 15 y Gráfico 14 se presentan los cultivos instalados en la Cuenca, más el área de influencia, de los que se deduce lo siguiente:

El área total cultivada en la Cuenca en la campaña 2001-2002 es de 112 948,52 ha, repartidas en: cultivos permanentes 30 567,48 ha (27,1%), semi-permanentes 12 022,84 ha (10,6%) y transitorios 70 358,20 ha (62,3%). El área de influencia (parte peruana) ocupa mayor superficie con 32,4%, luego el Chira con 26,2%, San Lorenzo con 24,8%, Catamayo con 10,6%, Macará con 4,8% y Alamor con 1,3%.

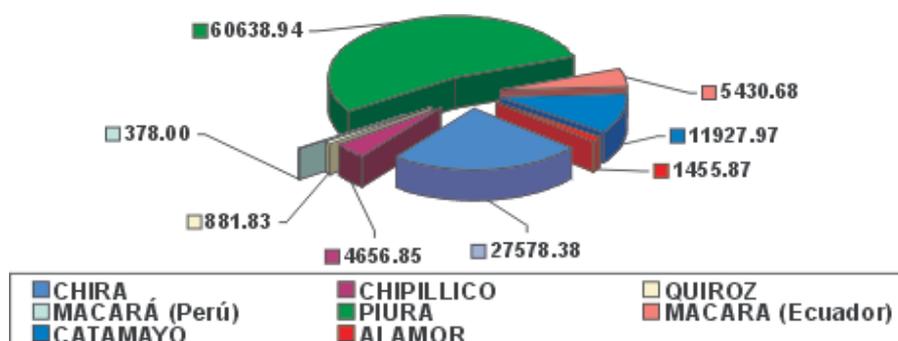
En la subcuenca Chipillico parte media la agricultura tiene riego no regulado y en la parte alta se desarrolla agricultura con riego no regulado y de secano.

En la subcuenca Quiroz parte media y sector Montero (1 824,46 ha bajo riego) se desarrolla agricultura con riego no regulado y en la parte alta, en el sector Ayabaca, con riego no regulado (3 058,54 ha bajo riego) y de secano.

Cuadro 15:
Distribución de cultivos en la cuenca Catamayo-Chira (ha)
Parte baja de las subcuencas

Cuenca/ Sistema/ Subcuenca	JUNTAS DE USUARIOS	CULTIVOS			TOTAL	
		Permanentes	Semi-permanentes	Transitorios	Ha	%
CHIRA	Chira (menos parte Cieneguillo)	3 853,23	4 729,37	18 995,78	27 578,38	24,42
CHIPILLICO	San Lorenzo	2 787,71	36,98	1 832,16	4 656,85	4,12
QUIROZ	San Lorenzo	527,89	7,00	346,94	881,83	0,78
MACARÁ (Perú)	San Lorenzo	226,28	3,00	148,72	378,00	0,33
PIURA		14 774,89	851,65	45 012,40	60 638,94	53,69
	Chira	280,77	344,63	1 384,22	2 009,62	
	San Lorenzo	13 195,12	175,02	8 672,18	22 042,32	
	Medio y Bajo Piura y Sechura	1299,00	332,00	349,56	365,87	
Subtotal PERÚ		22 170,00	5 628,00	66 336,00	94 134,00	83,34
MACARÁ (Ecuador)		631,08	2 621,82	2 177,78	5 430,68	4,81
CATAMAYO		7 405,93	2 677,62	1 844,42	11 927,97	10,56
ALAMOR		360,47	1 095,40	0,00	1 455,87	1,29
Subtotal ECUADOR	Subtotal ECUADOR	8 397,48	6 394,84	4022,2	18 814,52	16,66
Total Cuenca*	Total Cuenca*	30 567,48	12 022,84	70 358,20	112 948,52	100,00
%	%	27,06	10,64	62,29	100,00	

Grafico 14
Distribución del área cultivada en la cuenca Catamayo-Chira
Total (ha) por subcuenca



a. Otorgamiento de derechos de uso

Los otorgamientos de derecho de uso o aprovechamiento de recursos se otorgan sin tener criterios definidos y uniformes en todas las subcuencas. Además, en muchos casos se otorgan por encima de las ofertas hídricas reales.

b. Módulos irreales

Los módulos de riego por cultivo, en casi todas las subcuencas, se determinan, calculan o estiman empíricamente, sin fundamento técnico, basados más en la costumbre. Por ejemplo en el Chira, Medio y Bajo Piura, se otorgan 22,000 m³/ha para el cultivo de arroz, mientras que en San Lorenzo se otorgan solamente 15,000 m³/ha. Con estos módulos se hacen los

balances y se determinan las pérdidas, por lo que la demanda bruta es alta comparada con una demanda técnicamente calculada.

c. Cultivos con alta demanda

Las áreas agrícolas bajo riego de la Cuenca son 64 900,35 ha de las cuales 18 814,53 ha son de Ecuador y 46 085,82 ha son de Perú. Incluyendo el área de influencia (toda del Perú), las áreas bajo riego totales son 141 592,47 ha, de las cuales el 13,3% pertenece al Ecuador y 86,7 % al Perú.

Del área cultivada en el 2001, 32 447 ha se dedican al cultivo de arroz en el Perú y 1 561,6 en Ecuador. Los módulos de riego del cultivo son de 15 000 m³ a 22 000 m³ en el Perú y 15 000 m³ en Ecuador. La demanda de este cultivo es de 1 112 millones de m³, que representa el 30% del agua requerida para uso agropecuario en la Cuenca en el año 2001.

d. Baja eficiencia de suministro

La eficiencia de riego es determinante en el uso del agua en la Cuenca, ya que es la actividad que demanda el 94% del agua usada en ella. Se ha determinado la eficiencia por subcuencas con valores muy bajos, en base a los cuales se ha proyectado la demanda actual y futura.

La eficiencia de conducción y distribución estimada para calcular la demanda bruta agropecuaria es: En el sistema Chira 70%, en las subcuencas Chipillico, Quiroz y Macará del lado peruano 45%. Para el área de influencia de la cuenca las eficiencias son diferentes: 45% en San Lorenzo, 65% en Medio y Bajo Piura y 60% en Sechura. En la subcuenca Alamor 31,2%, en la subcuenca Macará 37,8% y en la subcuenca Catamayo 37,4%.

En el uso poblacional se estima una eficiencia de suministro 75 a 85%, que puede considerarse aceptable.

e. Bajas tarifas

Las tarifas que se fijan para el uso agrario se hacen en asambleas de usuarios, con el visto bueno de los Administradores Técnicos de los Distritos de Riego. Generalmente se fijan tarifas bajas que no cubren los presupuestos elementales de operación y mantenimiento. La justificación para no fijar una tarifa mayor es que los cultivos no son rentables. El costo de 1 m³ varía de S/. 0,02 en San Lorenzo, S/. 0,01 en la Junta de Usuarios del Chira, S/. 0,009 en la Junta de Usuarios del Medio y Bajo Piura y S/. 0,0084 en la Junta de Usuarios de Sechura. Comparativamente se tiene que una hectárea de arroz en San Lorenzo paga S/. 300,00 para 15 000 m³ y en el Medio y Bajo Piura paga S/. 198,00 para 22 000 m³.

f. Falta de educación y conciencia en el uso del recurso

Está demostrado que los usuarios de los diferentes sectores o actividades que hacen uso del agua de la Cuenca carecen de formación para el uso correcto. El desconocimiento es preocupante, ya que no conocen elementales datos de la cantidad que usan, precio que pagan por m³, la eficiencia con que operan, la calidad que deben cuidar y no contaminar, los derechos que les da estar al día en la tarifa y los deberes que tienen en el uso y en el

cuidado de la infraestructura. Dado que no conocen los datos referidos y otros más ligados a la gestión del recurso, no se tiene conciencia en el uso del agua y se derrocha. Es preocupante determinar las pérdidas totales de la Cuenca en 1 458,3 millones de m³ en el uso agropecuario, o sea tres veces lo que almacena el reservorio Poechos en la actualidad.

4.8.3 Uso industrial

El uso industrial en la Cuenca es de 16 499 millones de m³ de los cuales 14 840 millones de m³ pertenecen al Perú y 1 659 millones de m³ al Ecuador.

4.8.4 Uso minero

El uso minero en la Cuenca es de 3,21 millones de m³ de los cuales 0,058 millones de m³ pertenecen al Perú y 3,15 millones de m³ al Ecuador.

4.8.5 Uso piscícola

El uso piscícola de la Cuenca es de 0,508 millones de m³ en el Ecuador. En la zona peruana recientemente se han instalado empresas acuícolas en el propio reservorio Poechos y en la zona de Chilaco (30 m³/s), para el cultivo de la tilapia.

4.8.6 Uso recreacional

El uso recreacional en la Cuenca es de 0,008 millones de m³ todos en el Ecuador.

4.8.7 Uso ecológico

El estudio del caudal ecológico constituye algo nuevo en proyectos de recursos hídricos en la región. Ahora se sabe qué especies de la flora y fauna ribereña son indicadores importantes de un medio ambiente fluvial saludable. Se seleccionaron cinco tramos y se calcularon dichos caudales mínimos para tres tramos que lo requieren, ya que han sido intervenidos con obras de irrigación.

Los caudales ecológicos mensuales oscilan entre 6 m³/s en septiembre-noviembre y 16 m³/s en marzo. Todos los caudales ecológicos mensuales son menores que los caudales mínimos registrados en este río, excepto cuando el mínimo en el río es de 6,2 m³/s, mientras que el caudal ecológico requiere un mínimo de 8 m³/s.

El uso para caudal ecológico es de 135 606 millones de m³, requeridos en su totalidad en el Perú.

4.8.8 Uso para ampliación de la frontera agrícola

En la demanda total de agua de la Cuenca se ha considerado a partir del 2006 la que corresponde a la ampliación de la frontera agrícola, que se tiene proyectada hacer en el sistema Chira en la medida que avancen las obras de la Tercera Etapa del Proyecto Chira Piura. Esta demanda es de 80 833 millones de m³ en el 2006, 231 794 millones de m³ en el 2011, 444 013 millones de m³ en el 2016, 656 235 millones de m³ en el 2021 y 2026.



Valle de Solanda, Loja - Ecuador



Plantación de cacao, Sozoranga, Loja - Ecuador



Plantación de algodón, Mallares, Sullana - Perú



Quebrada del río Quiroz. Población aprovecha sus aguas para otros usos como el lavado de ropa. Ayabaca - Perú

Lineamientos generales de actuación

La propuesta del plan de medidas de actuaciones correctoras se basa en 4 grandes rubros, determinados después de identificar la problemática general de la Cuenca.

5.1. Mejorar la organización y capacitación de los usuarios

- a) **Organizar a los usuarios de las diferentes actividades**, es necesario contar con un Organismo de Cuenca que se encargue de concentrar y llevar a cabo las actividades y programas de manejo y desarrollo que se generen en la Cuenca luego de los estudios de caracterización.

En cada subcuenca se debe tener un registro de todas las organizaciones de usuarios de cada uso. Éste se hará sobre la base de las organizaciones existentes, como las Juntas de Usuarios, Juntas de Regantes, Empresa Prestadora de Servicios, etc. En las actividades que aún no tienen organizaciones debe estimularse la pronta organización de sus usuarios. Cada una de estas organizaciones a su interior tendrá su propio organigrama y funciones, número de usuarios y otros datos que son propios a sus actividades. Para el caso de la Cuenca interesa conocer el número total de usuarios, la demanda unitaria y total del recurso. Esto permitirá la asignación del recurso en bloques.

- b) **Capacitar a los usuarios**, en la actividad agrícola se debe emprender un programa intensivo y sostenido de capacitación o entrenamiento de los usuarios a nivel de Cuenca para que tomen conciencia del valor del agua. En el lado peruano se utilizarán las experiencias del Programa de Entrenamiento en Servicio (PES) que desarrolla el Proyecto Sub Sectorial de Irrigación (PSI) con las Juntas de Usuarios del Chira, San Lorenzo, Medio y Bajo Piura y Sechura. En el lado ecuatoriano deben activarse el Programa de Asistencia Técnica del Ministerio de Agricultura y la asesoría de PREDESUR para que asuman la tarea del fortalecimiento institucional de las organizaciones de usuarios. Se debe proponer al Banco Mundial un proyecto para buscar el financiamiento y la ejecución de un programa de entrenamiento específico para la Cuenca, con lineamientos similares a los del PSI.

En los Institutos Superiores de Educación Agrícola del Proyecto Binacional Catamayo Chira, de Mallares y Zapotepamba y en las Universidades Nacionales de Piura y Loja, se deben incluir en el plan de estudios los siguientes temas o rutinas en la gestión del recurso agua que se realizan o deben realizar las organizaciones de usuarios: elaboración y actualización del padrón de usuarios e inventario de la infraestructura de riego y drenaje, elaboración del plan de cultivo y riego, elaboración del plan de distribución de agua, implementación y aplicación de la hidrometría, formulación del plan de operación y mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje, elaboración de planes de trabajo y determinación de la tarifa de agua y gestión empresarial de la organización. Se debe implementar a los centros de estudios con equipos de cómputo y software, instrumentos para realizar la hidrometría y otros necesarios para las prácticas y entrenamiento.

Capacitar a los usuarios en normas de operación y mantenimiento de las obras de captación y de los equipos de bombeo y/o mecanismos de extracción y distribución del agua subterránea.

Capacitar a los usuarios en la necesidad de mantener el caudal ecológico en los diferentes cauces y ríos de la Cuenca.

Capacitar en los colegios y universidades sobre la necesidad de mantener y preservar la calidad del agua para todo uso, preferentemente el uso poblacional.

5.2. Elaborar y/o complementar los estudios necesarios para caracterizar la Cuenca y solucionar los problemas identificados

- a) **En relación al clima y factores meteorológicos**, emplear todo el potencial del modelo HFAM para tener pronósticos con la debida anticipación de la disponibilidad del recurso y comportamiento de las subcuencas en la producción de agua. En el caso del FEN se recomienda mejorar los sistemas de pronóstico mediante un seguimiento más estrecho de los pronósticos de la Organización Meteorológica Mundial y el US Weather Service/NOAA. Adquirir, implementar y hacer uso de los modelos matemáticos recomendados. Mantener en perspectiva la posibilidad, aunque muy remota, de la falla de la presa de Poechos y hacer la simulación de la falla de la presa mediante el modelo DAMBREAK.
- b) **En relación a situaciones extremas**, en cuanto a las sequías una primera medida preventiva es cuantificarlas para, de acuerdo a cifras concretas, diseñar y formular prácticas de prevención. En el caso de las inundaciones es necesario dar impulso a la implementación del sistema de alerta temprana, propuesto para contar con la información oportuna y actuar a tiempo. Aún falta delimitar con más detalle las zonas inundables en cada una de las subcuencas, ya que solo se ha determinado con cierta aproximación en el sistema Chira.
- c) **En relación a salinidad y drenaje**, están pendientes: el estudio de La Bocana y la intrusión marina, los estudios en las otras subcuencas, el aprovechamiento de las quebradas naturales para construir pequeños reservorios, el drenaje de la zona de Cieneguillo, hacia Piura y Sullana, investigaciones sobre módulos de riego para los diferentes cultivos, la eficiencia de riego en sus diversas etapas. Además, se debe continuar con las mediciones periódicas del nivel freático y la conductividad eléctrica de las aguas freáticas de riego, de drenaje y de quebradas.
- d) **En relación a calidad de aguas**, ejecutar un programa de estudios para una evaluación integral de la calidad del agua en sus diferentes usos y monitoreo de contaminación en la Cuenca. Plan de vigilancia para el monitoreo y control de la calidad del agua. Se debe incluir en los mismos el transporte de sólidos en suspensión, para determinar el grado de sedimentación de los cauces y reservorios. La identificación puntual de focos contaminantes de vertidos de aguas residuales y la contaminación con agroquímicos también están pendientes de estudio.
- e) **En relación a las aguas subterráneas**, realizar investigaciones complementarias necesarias para caracterizar el potencial de aguas de la Cuenca, como se describe en el estudio respectivo y los términos de referencia del estudio de propuestas de medidas correctoras. Preparar y evaluar un proyecto de rehabilitación de la infraestructura de captación para los pozos existentes. Preparar y formular proyectos pilotos de aprovechamiento de aguas subterráneas mediante la utilización de la energía solar. Estudiar la oferta de agua subterránea en un esquema conjunto con las aguas superficiales. Debe complementarse con los estudios que se hagan con respecto a la salinidad y drenaje de la Cuenca, para dar un tratamiento integral en la explotación y uso del recurso, que se estima es abundante por las altas pérdidas registradas.

- f) **En relación a caudales ecológicos**, se deben continuar los estudios sobre el requerimiento del caudal ecológico en las subcuencas que más adelante van a ser intervenidas, como en el caso de Alamor y probablemente Quiroz.
- g) **En relación a la ubicación de usuarios por cada subcuenca**, se debe ubicar y registrar a los usuarios de los diferentes usos en el ámbito geográfico de la subcuenca o sistema al que pertenece.

En el caso de las actuales Juntas de Usuarios del Chira y San Lorenzo tienen usuarios registrados que pertenecen a subcuencas diferentes. Las áreas servidas y los usuarios del agua deben registrarse en la subcuenca donde corresponden. De ser el caso se recomienda una reformulación de los ámbitos geográficos de los distritos de riego y juntas de usuarios, para que haya coincidencia con las subcuencas, distritos y juntas, y así aprovechar mejor los recursos. Ejemplo de lo que tiene que hacerse es la delimitación de la zona de Cieneguillo Sur y la parte de la Comisión de Regantes de Yuscay-Tablazo Alto.

De igual manera se puede decir para el uso poblacional, ya que hay usuarios que usan o usarán agua de la Cuenca y están ubicados en otros ámbitos geográficos.

5.3. Mejorar y automatizar las redes hidrometeorológicas, piezométricas y de control de calidad de aguas

- a) **En la red meteorológica e hidrométrica**, el mejoramiento de la red hidrometeorológica tiene una alta prioridad. Se deberá evaluar y destacar la posibilidad de instalar estaciones automáticas. En una primera etapa se puede automatizar 40 estaciones meteorológicas y 10 hidrométricas. Los costos difieren de acuerdo al número de variables que se quiera medir en la estación.

El sistema de información de alerta temprana (SIAT), propuesto en el Estudio de Monitoreo de la Red Hidrometeorológica, debe implementarse, utilizando el modelo hidrológico que se considere más apropiado.

- b) **En la red piezométrica**, instalar redes de control de acuíferos profundos sobre la base de los pozos existentes, tomando en cuenta las recomendaciones del Estudio Hidrogeológico. Activar la red de pozos de observación de nivel freático de la parte baja de la Cuenca y complementarla en las subcuencas donde no existen.
- c) **En la red de calidad de aguas**, es necesario instalar una red en los puntos estratégicos y accesibles de los principales cauces y ríos, para hacer la evaluación integral. En el Estudio de Calidad de Aguas, consta la propuesta de automatizar el control de la calidad de aguas registrando y centralizando la información en el organismo de Cuenca que se propone.

5.4. Ejecutar las obras requeridas para mejorar la infraestructura de conducción y distribución del agua

- a) Para implementar el uso volumétrico en la agricultura y mejorar la eficiencia total del riego se debe promocionar y ejecutar la construcción masiva de estructuras de medición y distribución del agua, como un estímulo en las Juntas de Usuarios para los usuarios eficientes, basados en el Programa de Medidores y Compuertas que actualmente realiza el PSI, con financiamiento del Banco Mundial, como complemento para el programa de entrenamiento en servicio (PES).
- b) Rehabilitar la infraestructura hidráulica de almacenamientos, red de conducción y distribución de las aguas programada en cada una de las subcuencas. Independientemente del tamaño del sistema de riego, el problema crucial es la falta de mantenimiento de los elementos del mismo. Por lo tanto, se proponen trabajos de rehabilitación cuyo costo total estimado es de US \$ 2 998 250. Las obras de rehabilitación y / o mejoramiento para cada subcuenca se describen y presupuestan en el Estudio de Evaluación de la Infraestructura Hidráulica. Otras obras de mayor monto incluidas en el estudio están proyectadas y en camino de ejecución, sobretodo en el sistema Chira y subcuencas Chipillico y Quiroz, con las obras de la Tercera Etapa del Proyecto Chira Piura y el afianzamiento del reservorio de San Lorenzo.
- c) Construir los sistemas aprovisionamiento, almacenamiento y distribución de agua de uso poblacional en las principales ciudades, distritos, parroquias, cantones y provincias de la Cuenca. Algunos están proyectados y a la espera del financiamiento para su ejecución, como el de Sullana y Piura.
- d) Construir las plantas de tratamiento e infraestructura conexas para aguas servidas de los centros poblados donde se producen vertidos directos a los cauces y ríos de la Cuenca, servicios que están administrados por las municipalidades y por empresas prestadoras de servicios.
- e) Para el caso específico de el FEN se recomienda protección y manejo de los suelos de las partes altas de la Cuenca para prevenir la erosión y evitar la sedimentación, que podría reducir aún más la capacidad del reservorio de Poechos. Hacer permanente mantenimiento y protección de cauces, eliminando vegetación y sedimentos (donde sea económicamente posible), reforzamiento de defensas ribereñas para evitar desbordes e inundaciones de las poblaciones y deterioro de infraestructura pública y privada. Habilitar todos los cauces naturales para la escorrentía superficial producida con las grandes avenidas.

Recomendaciones

Se presentan las siguientes recomendaciones:

6.1. Redes Hidrometeorológicas

- a) Ejecutar las mejoras propuestas para la red meteorológica e hidrométrica, abaratar el costo de los datos, producir mapas, cuadros, gráficos para hacer la información más comprensible por el público en general.
- b) Considerar la rehabilitación de la red actual y la posibilidad de dotar a la Cuenca de una red automática.
- c) Evaluar el impacto que tendría el Sistema de Información de Alerta Temprana en la Cuenca y, si se encuentra que es beneficioso, proceder a contratar personal especializado para hacer el diseño respectivo.

6.2. Caudales Ecológicos

- a) Realizar el estudio detallado de la biología acuática en los ríos de la Cuenca.
- b) Coordinar multisectorialmente la asignación de caudales ecológicos calculados para cada tramo donde se consideró necesario y cuidar se cumplan y respeten.
- c) Realizar un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para las obras de infraestructura hidráulica mayor.
- d) Los operadores del Proyecto de Riego Zapotillo deberán tomar en cuenta la asignación de caudales ecológicos, así como las medidas de mitigación para no afectar la conectividad biológica-ambiental del río Catamayo-Chira.
- e) Estimar los caudales ecológicos para ríos afluentes secundarios que lo requieran.

6.3. Situaciones Extremas

- a) Estudiar las descargas máximas instantáneas para encontrar cual es la mejor distribución de probabilidades que se ajusta a la región.
- b) Estudiar la relación entre riesgo y descargas de diseño para encontrar la relación que existe entre el caudal de un diseño, el riesgo o nivel de protección y los costos de las obras.
- c) Monitorear el Fenómeno El Niño estableciendo contactos con la NOAA-US Weather Service.
- d) Ejecutar estudios probabilísticos de la ocurrencia de sequías para evaluar sus efectos e identificar las formas de mitigarlos.
- e) Analizar la posible falla de la represa de Poechos mediante el modelo DAMBREAK.

6.4. Hidrología

- a) Estudiar las descargas mensuales que en general se emplean para hacer planes de riego y otros de gestión de los recursos hídricos para determinar cual es la curva probabilística que más se aplica. En la Costa del Perú se encontró que puede aplicarse la distribución Gamma y

puede verificarse si las descargas del río Catamayo-Chira y sus afluentes se ajustan bien a esta distribución.

- b) Gestionar para que los datos sobre descargas se hagan disponibles a un menor costo.
- c) Continuar la modelación con el Hydrologic Forecaster Analytic Model (HFAM).
- d) Instalar una estación hidrométrica en la sub cuenca Chipillico.

6.5. Hidrogeología

- a) Implantar redes de control de acuíferos aluviales ubicados en los ríos Catamayo, Macará y Bajo Chira.
- b) Instalar un banco de datos de hidrogeología de carácter binacional.
- c) Realizar estudios hidrogeológicos específicos para ubicación y diseño de pozos en los aluviales cuaternarios que son los principales acuíferos aprovechables en la Cuenca.
- d) Incrementar la explotación del agua subterránea en forma controlada, principalmente en las zonas bajas.
- e) Realizar un diagnóstico de los pozos perforados por la Fundación Radda Barnen de Suecia en los distritos de Lancones (Sullana) y Suyo (Ayabaca).
- f) Realizar estudios complementarios de calidad del agua. La alta conductividad eléctrica de aguas freáticas es otro problema del sistema Chira; las causas principales son la geología local, niveles freáticos muy superficiales, bajos gradientes hidráulicos de escurrimiento, incrementos de recarga por sobre riego y salinización progresiva de los suelos agrícolas, entre otros factores.

6.6. Salinidad y Drenaje

- a) Instalar temporalmente el cultivo de arroz en Pueblo Nuevo de Colán–Miramar para lavar las sales de los suelos.
- b) Construcción urgente del sistema de drenaje de Pueblo Nuevo y Miramar.
 - a) Construir estaciones para bombeo de agua de drenaje.
 - b) Considerar en el balance hídrico los volúmenes de agua para lavado de suelos.
 - c) Continuar mediciones del nivel freático y salinidad de aguas freáticas y suelos.
 - d) Ejecutar el drenaje de Cieneguillo Centro y Norte (Sullana).
 - e) Ejecutar el drenaje de Cieneguillo Sur (Piura–Quebrada Pajaritos).
 - f) Monitorear la salinidad de las aguas de presa Poechos, río Chira, presa Sullana, canales Miguel Checa, de derivación Daniel Escobar y otros.
 - g) Monitorear la salinidad de las aguas de drenaje en los drenes principales.
 - h) Instalar un área piloto de investigaciones de riego y drenaje en el Proyecto Zapotillo.
 - i) Realizar un estudio específico para la sub cuenca Catamayo en la parte alta.

6.7. Calidad del Agua

- a) Desarrollar un proyecto de evaluación integral de la calidad del agua en los cursos más importantes de la Cuenca.

6.8. Infraestructura Hidráulica

- a) Proyectar, financiar y ejecutar programas de mantenimiento pormenorizados de las principales estructuras.
- b) Ejecutar el programa de revestimiento de los canales y rehabilitación de la infraestructura propuesta en el estudio respectivo.
- c) Desarrollar un programa intensivo de capacitación de la población para que se cuide la infraestructura, evitando destruirla y no usar los canales como lugares de esparcimiento o de lavado para evitar el deterioro.

6.9. Climatología

- a) Difundir el potencial que tiene la Cuenca en diversidad de climas. Esto puede llevar a instalar una gran variedad de cultivos no tradicionales que tengan potencial para exportación que puede ser definido por los especialistas.
- b) Fomentar los cultivos bajo riego y secano aprovechando la diversidad climática.

6.10. Usos y demandas

- a) Estudiar la legislación que norma los usos y demandas de agua y proponer las normas legales en ambos países para el buen funcionamiento, manejo y explotación de la Cuenca.
- b) Regularizar los registros de usuarios.
- c) Establecer normas para la asignación de derechos de uso del agua.
- d) Revisar las tarifas de agua y que se establezcan de acuerdo a las necesidades y planes de trabajo para la operación y mantenimiento de los sistemas de riego y según los usos de los diferentes sectores.
- e) Promover e implementar prácticas y medidas para reducir las pérdidas de agua en los sistemas de conducción y distribución de las aguas de riego.

TERCERA PARTE



Caracterización territorial de la Cuenca

Caracterización ambiental del territorio de la Cuenca

7.1. Principales problemas y conflictos ambientales

7.1.1. Deforestación y mal uso de los recursos naturales

La cuenca Catamayo Chira por su irregular topografía cubre extensiones territoriales con características climáticas muy variadas, lo que da origen a una gran diversidad de suelos y a usos que se han dado en cada una.

Hay fuertes contrastes topográficos: los valles son planos o brevemente ondulados y las colinas y montañas por el contrario, tienen fuerte pendiente.

Los suelos están formados por material parental intrusivo y volcánico, compuesto por andesitas y conglomerados en las partes altas y de relieve irregular; y en las áreas planas, junto a las corrientes fluviales, material aluvial compuesto de arenas, limos y arcillas.

Los suelos son superficiales o moderadamente profundos en las vertientes y partes altas y resultan bastante profundos en los valles fluviales.

Tanto las partes bajas y planas como las colinas y zonas irregulares están sujetas a influencia de erosión, los primeros como receptores de materiales de desgaste y los otros como áreas denudadas.

El bajo nivel de fertilidad está dado por las características de suelos ácidos distribuidos en las zonas de mayor precipitación y altitud ubicadas en la parte suroriental de la Cuenca.

Fisiográficamente la cuenca Catamayo Chira está constituida por un paisaje de valles aluviales y coluviales y una vertiente baja muy irregular configurada por un conjunto de lomas y depresiones.

La topografía varía de plana a ondulada con pendiente de 0–10% en los valles a fuertemente ondulada y escarpada en las vertientes altas con pendientes superiores al 40%.

El drenaje superficial en el área superior (lomas y montañas) es de características torrenciales debido a las altas pendientes y en las áreas planas (valles), de moderado a ocasionalmente lento en algunos sectores que no tienen un desagüe libre normal. Internamente las texturas arcillosas asociadas a gravas en la generalidad de la tierra determinan un drenaje moderado.

Debido a la intensa actividad agrícola y ampliación de su frontera, existen extensas áreas en las que se ha realizado tala indiscriminada de árboles, creando mayores superficies de degradación con el consiguiente deterioro de las condiciones de estabilidad de los macizos

rocosos, generando los fenómenos arriba mencionados en las partes altas de la subcuencas del río Chipillico, Quiróz, Macará, Catamayo y Alamor.

En cuanto al uso del suelo predomina el tipo de vegetación boscosa con el 40%, especialmente el bosque natural seco que cubre áreas muy representativas tanto en el Ecuador como en el Perú con un 26%. Le sigue en orden de importancia el uso del suelo con pastos con un 31%. En tercer lugar se encontró la vegetación arbustiva que está cubriendo una superficie de un 16%. El área destinada a cultivos ocupa un 10%, mientras que el páramo cubre el 1,5%. Para otros usos (áreas erosionadas, áreas en proceso de erosión, urbano, agua natural, islas y planicies costeras) se destina el 2%.

En el proceso de desertificación y deforestación de los ecosistemas en general, y en especial de los bosques secos, ha gravitado fuertemente la tala de especies forestales valiosas como el «hualtaco», «cedro», «bálsamo», «almendro», «éban», «palo santo», «algarrobo», «oreja de león», entre otras, para la obtención de carbón, leña, madera para obras y parquetaría. Además es grave el efecto del pastoreo de caprinos y vacunos.

7.1.2. Erosión y degradación

Producto de la acción de agentes meteorizantes tales como agua, viento, aire, etc., las rocas se descomponen, conformando suelos o geológicamente llamadas rocas residuales, que dependen de la composición litológica y química de las rocas originarias. Así se tiene que en la Cuenca, como producto de la descomposición de las rocas magmáticas intrusivas, se han producido suelos arenosos de potencias apreciables principalmente donde existe presencia de granodioritas. Pero estos suelos con espesores que sobrepasan los 5,00 m tienen un alto contenido de cuarzo con arcillas y micas y son muy erosionables.

Producto de la descomposición de las rocas metamórficas en la Cuenca se presentan dos tipos de suelos: a) uno de muy poca potencia hasta 0,5 m en las cuarcitas y gneis y b) uno de potencias superiores a los 2,00 m. pero inestable y muy erosionable, localizados al este de la Cuenca donde se presentan esquistos y filitas. Producto de la acción meteorizante sobre las rocas sedimentarias se localizan suelos de reducida potencia hasta 1,00 m muy susceptibles a la erosión, tanto eólica como hídrica en el suroeste de la misma.

Los tipos de suelos generados muestran un uso potencial agrícola y forestal, destacando en orden de importancia los suelos derivados de rocas volcánicas, metamórficas, sedimentarias e intrusivas.

En la parte alta de la Cuenca, debido a las condiciones topográficas, litológicas y tectónicas, los procesos de erosión generan el acarreo de sedimentos, que posteriormente son transportados hacia las partes bajas por los diferentes cursos de agua y provocan su posterior sedimentación y acumulación en las llanuras aluviales.

En concordancia con lo anterior, por los fenómenos geodinámicos externos (influencia del clima, litología y topografía) se generan continuos deslizamientos en las zonas donde el perfil de equilibrio ha sido trastocado por actividades antrópicas, relacionadas a la construcción de carreteras de penetración que aceleran los procesos de deslizamientos, remoción de masas y desprendimientos de rocas en épocas de precipitaciones pluviales.

En contraposición a la acción erosiva de las partes altas, en las llanuras aluviales, particularmente en el sistema del río Chira y sus afluentes, se observan acumulaciones de

sedimentos a manera de terrazas aluviales altas, medias y bajas, en las que se desarrolla una intensa actividad agrícola que está sujeta a fenómenos de inundación en periodos ocasionales relacionados con las épocas de intensas precipitaciones pluviales. Estas afectan a las obras de infraestructura de riego, vial, urbana y terrenos agrícolas que se localizan en las márgenes de los ríos que conforman la cuenca Catamayo Chira, como es el caso del FEN. Este tipo de sub-paisajes también se pueden observar en las subcuencas de los ríos Alamor y Macará en sus partes bajas.

Fenómenos de inestabilidad de taludes, aunque de baja magnitud, se localizan en las áreas encañonadas de los valles, los huaycos se presentan en las quebradas de fuerte pendiente y corto recorrido, asociados a deslizamientos y derrumbes.

El fenómeno de arenamiento es de gran incidencia en la Cuenca, ya que grandes extensiones de la planicie costanera están cubiertas por depósitos eólicos que inutilizan su aprovechamiento para otros fines.

Debido a las características geológicas, topográficas y geodinámicas de la cuenca Catamayo Chira, es necesario realizar estudios puntuales de geodinámica externa con fines de prevención.

7.1.3. Conflictos de uso del suelo

Para el desarrollo integral de la cuenca Catamayo Chira y básicamente para el inicio de un programa racional de explotación agrícola, en el cual se obtengan altos rendimientos y alta productividad, es de vital importancia el estudio de los conflictos de uso del suelo en forma general y específica, de las subcuencas Macará, Alamor, Catamayo, Quiroz, Chipillico y sistema Chira. Se hace necesario conocer las características de los suelos (uso actual y potencial), del clima y otros aspectos antrópicos y determinar de esta manera los conflictos de uso de los suelos de la Cuenca.

En el estudio realizado se ha detectado que se presentan suelos con uso adecuado, suelos subutilizados y sobreutilizados. Predominan los suelos con uso adecuado, es decir aquellos suelos con utilización del suelo en forma correcta de acuerdo a su capacidad agrológica (agricultura en áreas de aptitud agrícola), con 612 986 ha, que representan más del 35% del área de la Cuenca. Le siguen los suelos con uso sobreutilizado, es decir aquellos que están ocupados por encima de sus capacidades de uso potencial con 576 659 ha que representan el 33,53%. Finalmente se tienen los suelos subutilizados con 516 195 ha que corresponden al 30,01%.

Los datos de los conflictos de uso del suelo señalan la situación de la Cuenca como crítica puesto que las dos terceras partes de la extensión territorial de la misma se encuentran sobre y subutilizadas y solamente el tercio restante mantiene un uso adecuado. El problema de la subutilización puede ser encarado mediante la eliminación de las prácticas incorrectas como utilizar suelos aptos para actividades agrícolas con usos de baja rentabilidad (pasturas extensivas en áreas de aptitud agrícola) y fundamentalmente con la búsqueda de fuentes e implantación de sistemas de irrigación.

7.1.4. La pérdida de la biodiversidad

Ecológicamente, en forma general, la cuenca Catamayo Chira ofrece una configuración ambiental variada, presentando en sus sectores bajos formaciones ecológicas de elevada temperatura y escasa precipitación pluvial, lo que ocurre en determinada época del año.

Asimismo, ofrece una flora y fauna característica, diversificada y especializada por las condiciones que estos hábitats les ofrecen. En los sectores medios, las formaciones ecológicas presentan precipitaciones pluviales y temperaturas medias y por ende su flora y fauna propia. En los sectores altos las formaciones ecológicas se caracterizan por las fuertes precipitaciones pluviales y temperaturas bajas, condiciones que favorecen la existencia de una diversidad biológica muy importante, especialmente la flora que es la encargada de la captación y retención de agua, además de otras funciones imprescindibles para el sistema (productoras de oxígeno, flores, frutos, cobijo a otras especies, etc.).

Hoy en día existen escasos relictos de «bosques de neblina» en la cuenca Catamayo Chira, que son muy importantes por conservar ecosistemas únicos y especies endémicas, además de recursos genéticos. A pesar de su valor no existe una protección adecuada y su destrucción continúa inexorablemente y, si no se emprenden acciones urgentes, estos ecosistemas desaparecerán totalmente con graves pérdidas para los países involucrados debido a la función que cumplen en el ecosistema de la Cuenca. Se coincide con Brack (1995), que sostiene que los bosques de neblina en el caso peruano son de «extrema importancia para la protección de las cuencas altas de los ríos», siendo un «factor crucial para los ríos del norte del país donde el agua es de trascendental importancia para la agricultura y las ciudades».

Los resultados de los estudios de Flanagan y Vellinga (2000) para la zona peruana, indican una acelerada pérdida del bosque de neblina en Ayabaca, que implica la desaparición de miles de especies de flora y fauna, considerando el estado de conservación en estado crítico porque, aunque no existen cifras o porcentajes exactos del área de bosques perdidos en la provincia de Ayabaca - Perú, es fácil para cualquier persona llegar a sus propias estimaciones simplemente mirando los cerros.

En el noroeste del Perú y el suroeste del Ecuador, en donde se incluye la cuenca Catamayo Chira, se encuentra gran parte del Bosque Seco Ecuatorial, un ecosistema también muy amenazado por la deforestación y desertificación. Tanto que, según el conservacionista Norman Myers, ésta es una de las tres regiones más importantes del mundo desde el punto de vista de su diversidad biológica única y amenazada, además de su alto nivel de flora y fauna endémicos. Muchas de sus especies tienen distribución restringida y no se encuentran en ninguna otra parte del planeta, como el caso de la «pava aliblanca» y el «cortarrama peruana», especies endémicas del noroeste del Perú en peligro crítico de extinción. Las otras dos áreas son los Bosques Atlánticos del Brasil y la Isla de Madagascar.

Se deben tomar medidas de carácter extraordinario y con la prioridad que el caso requiere para conservar los «bosques de neblina» en la cuenca Catamayo Chira, para la sobrevivencia de muchas especies endémicas y amenazadas, entre ellas la «paloma ventriocrácea» *Leptotila Ochraceiventris*, el «rascahojas cuellirufa» *Syndactyla Ruficollis*, la «colaespina cabecinegruzca» *Synallaxis Tithys* y la «chachalaca cabecirrufa» *Ortalis Erythroptera*. Otra especie amenazada es la «pava barbada» *Penelope Barbata*, que está restringida a los bosques de niebla de la región de Endemismo Sur de los Andes Centrales.

El problema para la conservación de los bosques en general y de neblina en especial, es que muchos de los servicios que prestan: regulación del clima, abastecimiento y suministro de agua, protección de cuencas y suelos, su rol en el ciclo del carbono, asimilación de gases que producen el efecto invernadero, fuente de bases primarias para alimentos y medicinas, entre otros, son considerados como un «bien público» y los beneficios son intangibles y no cuantificables. Si bien no es imposible, se hace difícil la aplicación de los incentivos económicos necesarios para su conservación en una sociedad basada en una economía de mercado.

Esta subvaluación o completa falta de valuación ha contribuido a la utilización de los bosques en usos de mejor valor «percibido» en el mercado (Toledo, 1998).

7.1.5. Contaminación del agua, suelo y aire

La cuenca del Catamayo Chira no es una cuenca donde predomine el sector industrial, por lo tanto los focos de contaminación industrial encontrados son muy pocos.

La cuenca del Catamayo Chira está muy poco desarrollada en el aspecto ambiental, no existe ningún programa de gestión ambiental en la Cuenca.

La mayor actividad contaminante en la Cuenca es la que producen las ciudades, esto es los vertidos de las aguas servidas y sus residuos sólidos.

La mayor parte de las ciudades vierten sus aguas servidas directamente a la cuenca hidrográfica sin ningún tratamiento previo.

Aproximadamente el 90% de las ciudades de la Cuenca no cuenta con un sistema de relleno sanitario para disponer los residuos sólidos domésticos que generan.

La mayor contaminación de los suelos está relacionada con el uso de agroquímicos y pesticidas en las áreas agrícolas.

En los pueblos rurales no se cuenta con una red de alcantarillado, ni un sistema de recolección de basura, por lo que la contaminación es evidente. En el presente estudio se han considerado como focos contaminantes.

La contaminación atmosférica que ocurre en las ciudades está ocasionada directamente por las emisiones gaseosas de los carburantes vehiculares.

La contaminación atmosférica en las zonas rurales está relacionada con las quemadas forestales, las quemadas agronómicas y la quema de basura.

Los efluentes líquidos y los residuos sólidos industriales no cuentan con un sistema especial de tratamiento. Los efluentes líquidos industriales se mezclan con los efluentes domésticos y los residuos industriales dispuestos en los botaderos, con los domésticos.

Las estaciones de servicio de ventas de combustibles han sido consideradas como focos contaminantes debido a que no cuentan con ningún sistema de aislamiento y/o protección ambiental.

El sector minero no es muy activo en la Cuenca, esta actividad se desarrolla fundamentalmente en canteras que proveen insumos para la industria de la construcción.



Ecosistema intervenido (degradado/ deforestado), Lucarqui (subcuenca del río Catamayo). Loja-Ecuador



Sistema Chira, con bosque seco y ecosistema artificial con cultivos agrícolas. Sullana - Perú



Pastos naturales degradados en el curso medio del río Catamayo - Ecuador

7.2. Potencialidades y limitaciones del uso y manejo de los recursos naturales de la Cuenca

7.2.1. Potencialidades

Recurso Suelo

La vocación predominante de la cuenca Catamayo Chira se orienta para actividades agropecuarias con el 53,6%, los terrenos de aptitud agrosilvopastoril y forestal ocupan el 33,19%, mientras que para protección total se debe destinar el 12,4% del área de estudio.

Existen 201 555 ha (11,7%) de tierras con vocación agrícola sin restricciones, de las cuales 71 000 ha son áreas bajo riego, por lo que existen 140 555 ha aptas para ser utilizadas o desarrolladas agricolamente bajo condiciones de riego eficiente.

Hay 197 614 ha (11,4%) aptas para agricultura pero con restricciones de agua que pueden utilizarse cuando existe suficiente disponibilidad de agua o un eficiente manejo de la misma.

La vocación pecuaria de la Cuenca señala aptitudes para pastoreo sin restricciones (9%) pastoreo con restricciones de fertilidad (6,49%) y pastoreo temporal / invernal (10,8%), en áreas significativas por lo que la ganadería constituye un renglón importante para el desarrollo de la Cuenca

Un factor importante lo constituye el elevado porcentaje de tierras aptas para actividades agroforestales (33,19%) que pueden orientarse bajo doble propósito: conservación y aprovechamiento.

Las tierras que deben orientarse a la protección abarcan un 12,4% del área de la Cuenca, las que sumadas a un adecuado manejo agroforestal (33,19%) totalizarían 45,59% lo cual constituye un alto porcentaje que podría ser dedicado a la protección y consecuentemente a asegurar la recarga hídrica de la misma.

En las subcuencas se tiene:

En la subcuenca Alamor predominan las zonas con aptitud agropecuaria (87,1%) ubicadas en las partes más bajas por su topografía plana pero con restricciones por fertilidad y profundidad efectiva en las que se deben tener en cuenta enmiendas y fertilización para aumentar la productividad. Para actividades agrosilvopastoriles y forestales presenta el 11,6%, mientras que para protección se debe dedicar el 1,1%.

En los suelos de la subcuenca Catamayo por su topografía accidentada predominan los suelos aptos para actividades agroforestales con el 45,7% del área total. Para protección total presenta el 30,8% y para pastos el 19,6%. Solamente el 3,6% de los suelos tienen aptitud agrícola.

En los suelos de la subcuenca Macará por sus características edáficas y topográficas sobresalen los suelos con aptitud agroforestal con el 47,2%. Le siguen los suelos con aptitud pecuaria con el 18,5% del área, mientras que para protección se tiene un 17,5% del área total y para agricultura el 16,5%.

En la subcuenca Quiroz el mayor porcentaje del área (51,6%) es de aptitud agroforestal, mientras que para aptitud agropecuaria debe dedicarse un 37,4% y finalmente para protección

se ha determinado un área de 10,5%.

En la subcuenca Chipillico el 57,9% del área puede ser dedicado a actividades agrícolas. Con aptitud agroforestal existe el 31,3% de la superficie de la Cuenca. En tercer lugar la aptitud pecuaria posee el 8%, mientras que para protección debe dedicarse un porcentaje mínimo de 1,2%.

En el sistema Chira la aptitud agropecuaria alcanza el 90% aunque en la realidad estas actividades no se han desarrollado por las fuertes restricciones de clima y salinidad del suelo. Apenas tiene una aptitud agroforestal del 7,2%. Además cabe destacar que la actividad agrícola en esta zona está circunscrita al área denominada Bajo Chira, es decir a las áreas bajo la cota del reservorio de Poechos cuyas características fisiográficas son muy favorables para el desarrollo de la agricultura bajo riego.

De manera general, el grado de desarrollo de la tierra, el uso actual y las prácticas de manejo no son los óptimos, si se considera la aptitud de ciertas áreas para agricultura de riego y de otras para bosques maderables y protectores capaces de mejorar las condiciones ecológicas de la zona.

Manejo del recurso suelo

Para obtener buenos rendimientos y mayor productividad, es decir buscar eficiencias en las áreas con aptitud agrícola, es necesario realizar proyectos y programas de trabajo para mejorar los suelos con enmiendas y aplicación de nutrientes.

La distribución de suelos y cubierta vegetal da una visión general de las alternativas de uso (potencialidad) que debe darse a los suelos. En orden de importancia serían: cultivos hortícolas, cultivos intensivos, industrializables, a fin de solucionar y mejorar el problema alimenticio de los pobladores de la región fronteriza, dotándoles de dietas con alimentos más nutritivos y menos onerosos, por ser producidos en las zonas de influencia de la cuenca Catamayo Chira. De otro lado deben emprenderse actividades orientadas a proyectos de aptitud agroindustrial, pecuaria, agrosilvopastoril, forestal y de protección.

En áreas de aptitud agrícola con restricciones el mejor uso será con especies forestales rústicas o exóticas que se adaptan a las condiciones de clima o suelo.

En las áreas de relieve irregular con problemas de pendiente fuerte se recomienda planificar convenientemente proyectos de investigación e iniciar proyectos de utilización de sistemas de riego con tecnologías apropiadas.

Son conocidos los efectos benéficos sobre el desarrollo de las plantas y la eficiencia del uso de fertilizantes y enmiendas cuando se encalan los suelos ácidos. Por consiguiente, dadas las características de predominancias en ciertas áreas de la Cuenca con PH ácidos, es conveniente recomendar investigaciones sobre el uso de la cal como enmendador de suelos ácidos.

Dada la problemática de la Cuenca (elevados porcentajes de tierras en procesos de erosión) y determinadas las aptitudes para actividades agroforestales y de protección, es imperioso iniciar programas de manejo y conservación de suelos para asegurar una adecuada recarga hídrica.

7.2.2. Limitaciones

En la Cuenca se han determinado proporciones casi similares, predominando los suelos con un uso adecuado (612 986 ha) con un 35,64%, que están localizados en la parte andina de la Cuenca y en las áreas irrigadas por las aguas de las represas de Poechos y San Lorenzo, es decir que el uso coincide con la vocación del suelo; siguiéndole los suelos sobreutilizados (576 659 ha) con el 33,53%, localizados en las partes altas de la Cuenca, que corresponden a zonas de pendiente elevada que no permiten el establecimiento de actividades agropecuarias, es decir que los suelos están utilizados más arriba de su vocación y luego se encuentran los suelos subutilizados (516 195 ha) con el 30%, ubicados en las partes bajas de la Cuenca, con relieve plano u ondulado que se encuentran especialmente en la subcuenca Chira y en los extremos occidentales de las subcuencas de Alamor, Catamayo, Macará, Quiroz y Chipillico, o sea que se utilizan con actividades menores a su real vocación.

Los datos de los conflictos de uso del suelo, señalan a la Cuenca como crítica, puesto que las dos terceras partes de la extensión territorial de la misma, se encuentra sobre y subutilizada, y solamente el tercio restante mantiene un uso adecuado.

El resto de la superficie de la Cuenca se destina para otros usos como áreas urbanas, agua natural, formaciones líticas, islas y arena, con una superficie de 14 075 ha (0,82%).

En las subcuencas, se tiene:

La mayor superficie del uso adecuado corresponde a la subcuenca del río Catamayo (184 591 ha) y el resto de subcuencas poseen superficies que van de 30 000 a 180 000 aproximadamente.

La subutilización del suelo predominante en extensión corresponde a la subcuenca del río Quiroz con 128 803 ha y la menor subutilización del suelo la tiene la subcuenca del río Alamor con 47 241 ha.

La sobreutilización predominante la mantiene el sistema Chira con 173 610 ha y en menor grado la subcuenca del río Chipillico con 29 919 ha.

En la subcuenca Alamor el 39,6% está subutilizado, el 26,3% mantiene un uso adecuado y el 33,8% esta sobreutilizado.

En la subcuenca Catamayo para los conflictos de uso se tiene que el 44,12% del área tiene uso adecuado, el 16,68% de los suelos están subutilizados y el 39% están sobreutilizados.

En la subcuenca Macará el 37,3% de los suelos están subutilizados, el 33,1% tienen un uso adecuado y el 29,2% están sobreutilizados, porcentajes que caracterizan una situación más o menos similar al resto de subcuencas de la parte ecuatoriana.

En la subcuenca Quiroz el 30,2% del área mantiene un uso adecuado, mientras que el 41,4% restante esta subutilizado y el 27,8% está sobreutilizado.

En la subcuenca Chipillico los conflictos de uso se presentan de la siguiente manera: el 23,9% del área mantiene un uso adecuado, el 49% está subutilizado, mientras que el 25,5% está subutilizado.

La subcuenca Chira es la que actualmente dentro de la cuenca Catamayo Chira presenta un 22,7% de subutilización, un uso adecuado corresponde al 38,3% y la sobreutilización el 36,8% del área.

En las áreas en donde el suelo está subutilizado se deben tomar las medidas pertinentes con el fin de usar mejor los suelos de las subcuencas de los ríos que conforman la cuenca Catamayo Chira, medidas que se reflejarán en la planificación de proyectos de manejo y conservación de los suelos.

Para el área de suelos sobreutilizados se debe manejar normas para no sobreexplotar el uso del suelo ya que sus características físicas y químicas no lo permiten.



Cerro Villonaco al fondo y en primer plano pastos artificiales. Subcuenca Catamayo-Ecuador

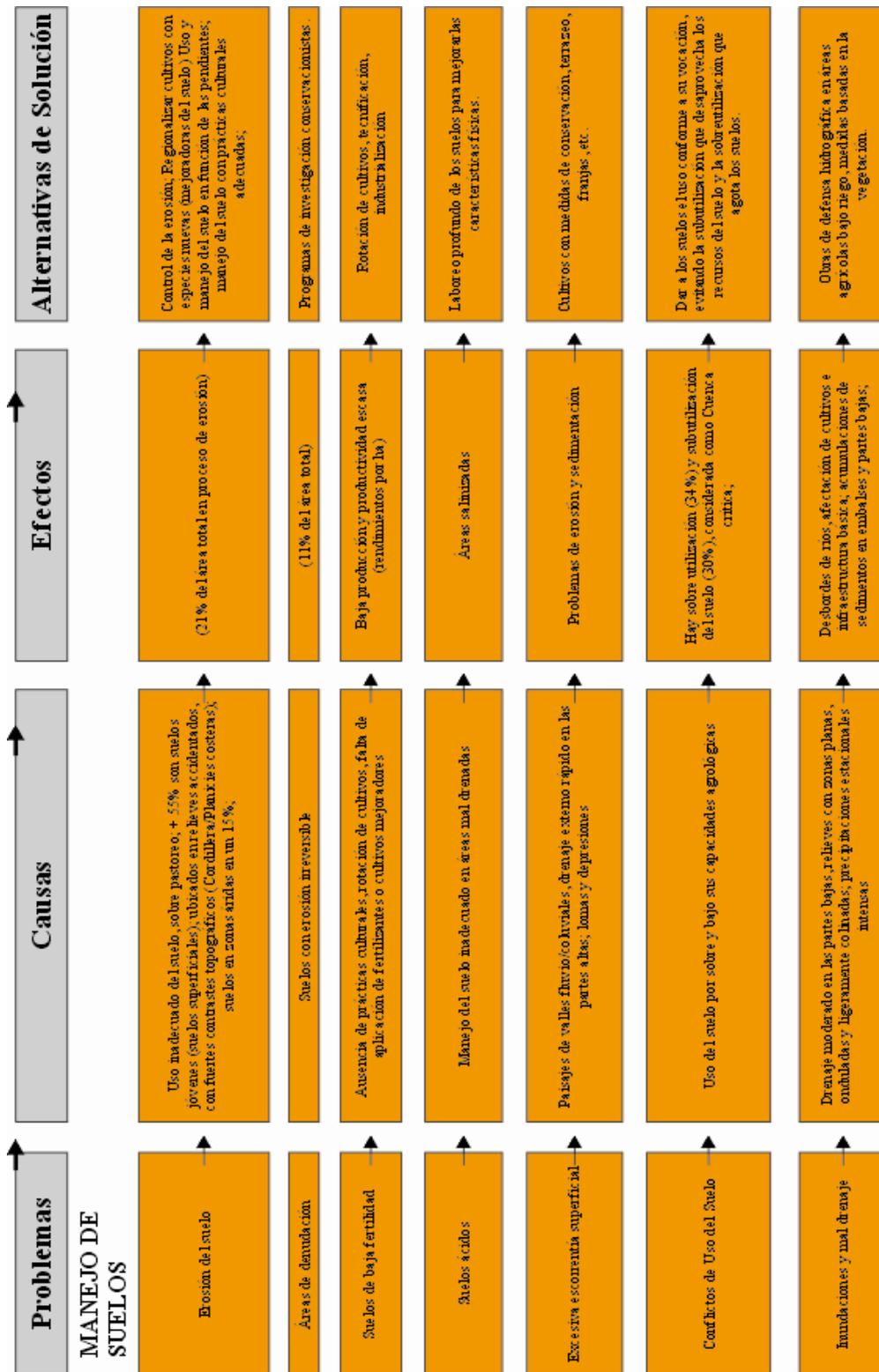


Sistema Chira. Ecosistema artificial con cultivos de arroz, cocoteros y palma de coco, Perú

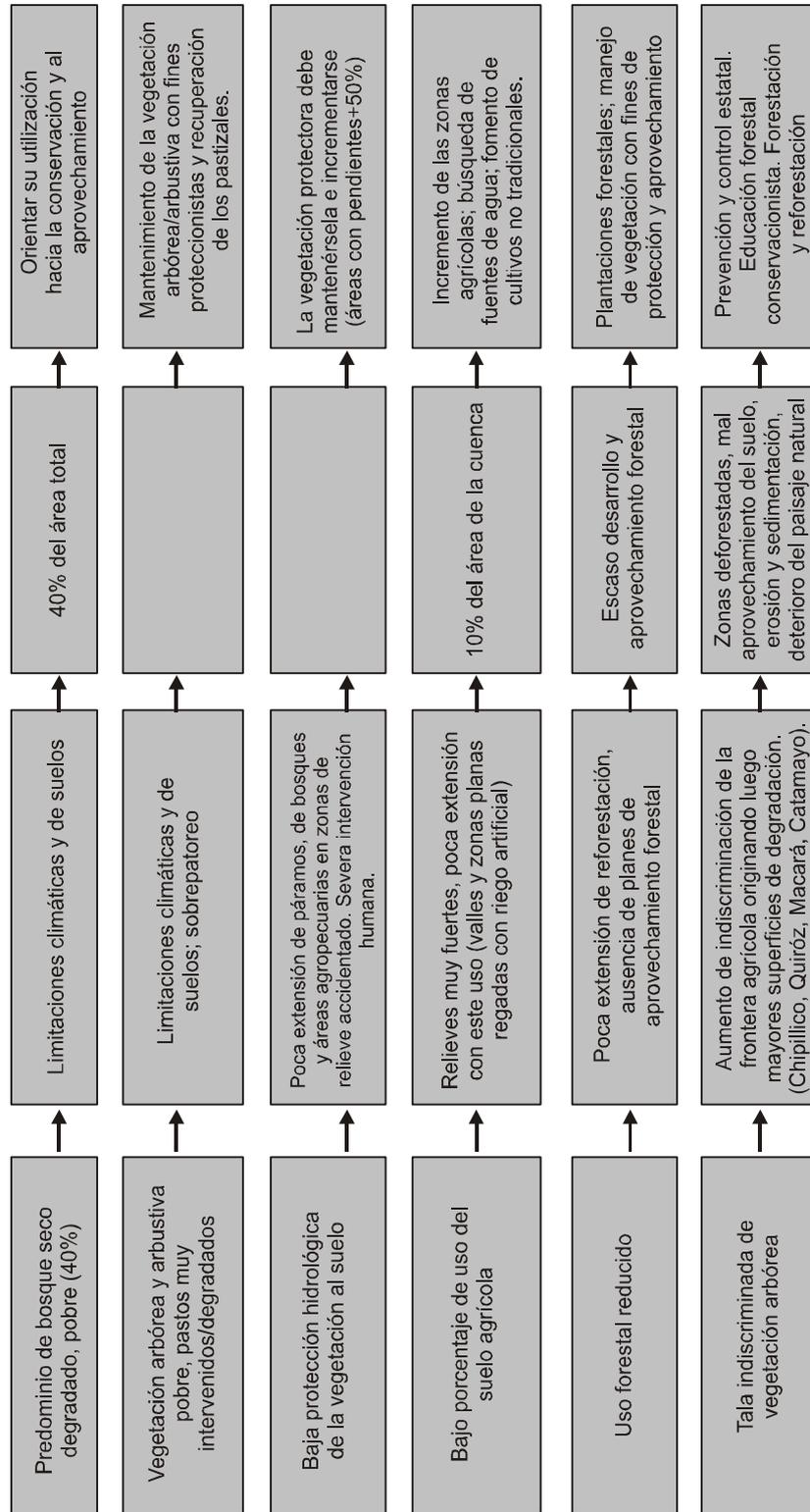


Subcuenca del río Chipillico, con bosque seco y vegetación ribereña. Ayabaca -Perú

Cuadro 16
Problemas de manejo de suelos



Cuadro 17
Problemas del manejo de la cobertura vegetal y uso de los suelos



Cuadro 18
Problemas del desarrollo y aprovechamiento adecuado de los suelos