

productor hasta el consumidor, teniendo como apoyo en el intermedio a los proveedores de asistencia técnica, insumos, entre otros, asegurando la comercialización por la existencia de compradores estables. Este modo de producción, contribuiría a propiciar sistemas agrarios con características propias, haciéndolo menos dependiente de los organismos centralizados.

En el aspecto tecnológico, su alcance es trascendental en vista que no implica el cambio de tecnología sino más bien el mejoramiento de la ya existente la que a su vez es de dominio del usuario de la tierra en vista que la actividad agrícola es predominante, y se dedican a la producción de los cultivos tradicionales como son la papa, cebada, avena, haba, trigo, arveja, maíz y hortalizas en áreas de riego y en áreas de secano.

## UBICACIÓN Y EXTENSIÓN

### Ubicación

El ámbito de estudio – La Microcuenca Piuray Ccorimarca – se encuentra ubicada en la Sierra Sur, ocupando una pequeña parte del flanco occidental de la cordillera oriental de los Andes del Perú, cuyas aguas tributan a la gran cuenca amazónica.

### Ubicación Política

Políticamente se encuentra ubicado en la región y departamento de Cusco, provincias de Anta y Urubamba, según se muestra en el cuadro. Existen internamente los asentamientos humanos correspondientes a 21 organizaciones campesinas. Los centros poblados más importantes son Cachimayo, Chinchamarca, Cuyuralpampa, Quencohuaasi, Maychu, Cuper Bajo, Cuper Alto, Tauca, Nuchopata e Ichupampa, Huilahuila, entre otros.

Ubicación Política de la Microcuenca Piuray - Ccorimarca

Región	Departamento	Provincia	Distrito
Cusco	Cusco	Anta	Pucyura
			Cachimayo
		Urubamba	Chincheró

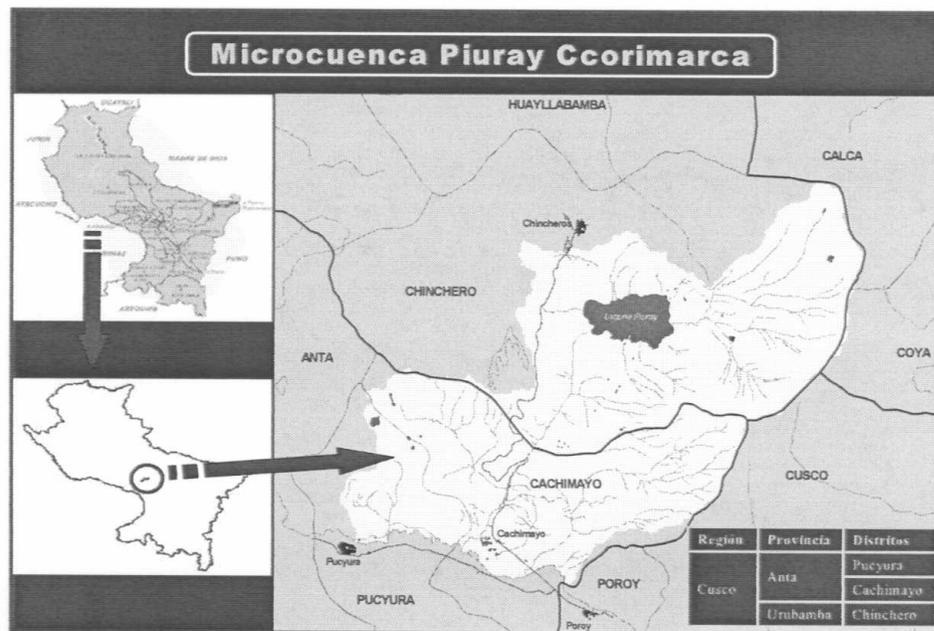


Gráfico 3-2 Mapa de Ubicación de la microcuenca Piuray - Ccorimarca

### Ubicación Geográfica

De conformidad con la Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), Elipsoide Internacional 1909, Datum Horizontal Provisional de Sudamérica 1956 (PSAD56), Datum Vertical Nivel Medio del Mar, y con la

Zona UTM 18, los puntos extremos del ámbito de estudio se encuentran ubicados entre las coordenadas UTM y coordenadas geográficas que se presentan en el cuadro.

#### Ubicación Geográfica de la Microcuenca Piuray - Ccorimarca

Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
Xmin	812760 E	Longitud min	-72°06'40.86" LW
Xmax	828587 E	Longitud max	-71°58'00.03" LW
Ymin	8507313 N	Latitud min	-13°29'07.92" LS
Ymax	8519264 N	Latitud max	-13°22'33.23" LS

#### Ubicación Hidrográfica

El interior de la Microcuenca se encuentra conformada por dos sistemas de escurrimiento superficial, la Microcuenca de la Laguna Piuray y la Microcuenca del río Ccorimarca.

La laguna Piuray, constituye uno de los recursos hídricos principales como fuente de agua potable para la ciudad del Cusco. A esta laguna convergen varias quebradas como son Pacchacoc, Queharhuayqo, Qagahuayco y Qusihuaygo.

El exceso de agua de escorrentía superficial y/o de filtraciones es colectada por el río Ccorimarca constituyendo el principal eje de drenaje al cual convergen numerosas quebradas tributarias. El río Ccorimarca, al finalizar el área de estudio, desemboca al río Cachimayo el que a su vez desemboca al río Vilcanota por su margen izquierdo.

El río Vilcanota a la altura del poblado de Urubamba se le denomina río Urubamba nombre que mantiene aguas hacia abajo hasta juntarse con las aguas del río Tambo dando origen al río Ucayali.

El río Ucayali que a su vez, más adelante, - aguas hacia abajo - se junta con el río Marañón da origen al río Amazonas, considerado como el río más caudaloso del mundo.

#### Ubicación Hidrográfica de la Microcuenca Piuray - Ccorimarca

Microcuenca	Subcuenca		Cuenca
Laguna Piuray	Río Cachimayo	Río Vilcanota	Río Ucayali
Río Ccorimarca		Río Urubamba	Río Amazonas
		Río Tambo	
			Río Marañón

#### Ubicación Altitudinal

El punto más bajo lo constituye la cota 3 375 msnm y el punto más alto lo constituye la cota 4575 msnm. Esta diferencia de elevación del terreno ha dado origen a la generación de tres zonas de vida bien definidas, cada una de ellas abarca diferentes microclimas lo que ha permitido el desarrollo de la actividad agropecuaria.

## CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### FISIOGRAFÍA

El escenario fisiográfico se encuentra enmarcado en tres grandes paisajes de planicie, colinoso y montañoso.

El sistema de clasificación fisiográfica involucra cuatro grupos categóricos cada vez más específicos en detalle en relación con el uso de la tierra. Considera al gran paisaje, paisaje, subpaisaje y elementos del paisaje.

## SUELOS

Los suelos identificados son descritos según sean sus rasgos físico-morfológicos y químicos. Se han encontrado diecinueve (19) tipos de suelos identificados con nombres comunes agrupados en catorce (14) Subgrupos taxonómicos

El sistema empleado para clasificar a los suelos identificados es el sistema del Soil Taxonomy y su correlación con la Leyenda del Mapa Mundial de Suelos de la FAO.

Con la finalidad de representarlos en un mapa, los diecinueve (19) clases de suelos han sido representados en un mapa de suelos distribuidos en consociaciones y asociaciones.

## CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS

Teniendo como información básica el aspecto edáfico precedente, es decir la naturaleza morfológica, física y química de los suelos identificados, así como el ambiente ecológico en que se han desarrollado, se ha determinado la máxima vocación de las tierras y con ello las predicciones de su comportamiento.

Este sistema constituye la parte interpretativa del estudio de suelos, en la que se suministra al usuario la información que expresa el uso adecuado de las tierras para fines agrícolas, pecuarios o de protección, así como las prácticas de manejo y conservación que eviten su deterioro.

El sistema de clasificación adoptado es el del Reglamento de Clasificación de Tierras del Perú aprobado por el del Ministerio de Agricultura, en términos Capacidad de Uso Mayor, según Decreto Supremo N°0062-AG, del 22 de enero de 1975 más las ampliaciones hechas por la ONREN (1981).

Una vez aplicado el sistema de clasificación, a las unidades de capacidad de uso encontradas se les clasifica al nivel de Grupo, Clase y Subclase de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.

Las diferentes unidades de capacidad de uso son cartografiadas en forma No Asociada y Asociadas

La distribución espacial de las diferentes unidades determinadas y cartografiadas, se muestra en el Mapa de Capacidad de Uso Mayor, elaborado a escala 1:25 000.

## EVALUACIÓN DE TIERRAS

### MÉTODO

#### Fase 1: Generación y Sistematización De Información Temática

Se actualizó la información referente a los componentes físico, biológico, social y económico, mediante interpretación de imágenes de satélite Landsat TM de 30 m por píxel, imágenes Spot 4 con píxel de 20 m por píxel y fotografías aéreas a escala 1: 15 000, así como verificación de campo.

La información así obtenida fue sistematizada y procesada en formato digital con el fin de desarrollar la base de datos gráfica o geográfica y la base de datos de atributos o variables.

Las disciplinas integrantes de esta fase son.

Componente físico:

- Clima
- Hidrología
- Geología
- Geomorfología
- Erosión del suelo
- Fisiografía
- Suelo
- Capacidad de uso mayor de las tierras

**Componente biológico:**

Fauna silvestre  
Pastos

**Componente Social**

Aspectos sociales

**Componente Económico**

Uso actual de la tierra  
Aspectos económicos

**Fase 2: Implementación del SIG**

Se procedió con la implementación del módulo de Sistema de Información Geográfica para la Microcuenca en Arc Gis 8.2, con el fin de manipular, analizar, evaluar y presentar la información existente, facilitando las operaciones espaciales sobre los datos y su administración, así como la comunicación con los diferentes programas componentes del SIRTPLAN

**Fase 3: Análisis y Modelamiento de Datos**

El desarrollo de los modelos espaciales fue establecido a través de una secuencia lógica de análisis espacial y manejo de la Base de Datos (Tipo Relacional), sobre el que mediante la superposición de mapas temáticos se generó nueva información espacial. Los modelos desarrollados son:

Zonificación Agroecológica,  
Zonificación Socioeconómica  
Zonificación Ecológica Económica (Unidades Básicas de Análisis)

**Fase 4: Evaluación de Tierras**

Los Tipos de Uso de las Tierras de la Microcuenca son identificados a través del estudio de capacidad de uso mayor, talleres de participación comunal. Los modelos de evaluación obtenidos son sometidos a análisis de consistencia con la participación de expertos y talleres con la comunidad.

**Fase 5: Presentación De Resultados. Implementación Del Sirt**

Se realizó el diseño, desarrollo e implementación del SIRT institucional, para el adecuado manipuleo y presentación de los resultados de la evaluación de las tierras de la Microcuenca Piuray Ccorimarca.

**IMPLEMENTACIÓN DEL SIRTPLAN****Ingreso de la Información y Organización de la Base de Datos**

El ingreso de información, tanto geográfica como alfanumérica, se realizó mediante procesos de digitalización y digitación, a través de los medios computarizados de la Oficina de Teledetección y SIG del INRENA. La información espacial inicial se encontró y/o desarrolló en formato Arcinfo y Arcview (shapefile), caracterizada por un identificador que permite relacionar la información alfanumerica con el mapa digital y sus correspondientes elementos geográficos, que permiten su identificación, selección y despliegue. La información alfanumérica generó una base de datos inicial del sistema, ingresada en formato Dbase, (formato estándar), que permite su intercambio con Arc GIS 8.2 y los distintos módulos del Sistema.

La Base de Datos se caracteriza por manejar información espacial, que muestra características y procesos que tienen acción en la Microcuenca. El manejo de la información se efectúa con el SIG implementado, en el que se almacena y maneja datos georeferenciados, así como con el Sistema de Base de Datos, que maneja los datos asociados a la cartografía digital

**Relación de mapas temáticos generados por INRENA**

A continuación se presenta un cuadro donde se ilustran los mapas interdisciplinarios generados

Componente Físico:		Componente Social:	
1.	Mapa Base	19.	Mapa de Comunidades Campesinas
2.	Mapa de Isotermas	20.	Mapa de Potencial Social
3.	Mapa de Isoyetas	21.	Mapa de Densidad Poblacional
4.	Mapa Ecológico	22.	Mapa de Analfabetismo
5.	Mapa de Zonas de Escurrimiento	23.	Mapa de Analfabetismo Femenino
6.	Mapa de Distribución de Manantiales	24.	Mapa de Fecundidad
7.	Mapa de Infraestructura de Riego	25.	Mapa de Índice de Masculinidad
8.	Mapa Geológico	26.	Mapa Alcance Educación Primaria
9.	Mapa Litológico	27.	Mapa Alcance Educación Secundaria
10.	Mapa Geomorfológico	28.	Mapa Alcance Educación Superior
11.	Mapa de Vulnerabilidad Física	29.	Mapa Condiciones Vivienda: Desagüe
12.	Mapa de Riesgos	30.	Mapa Condiciones Viv.: Alumbrado
13.	Mapa de Erosión de los Suelos	Componente Económico:	
14.	Mapa Fisiográfico	31.	Mapa de Potencial Económico
15.	Mapa de Suelos	32.	Mapa de Infraestructura Productiva
16.	Mapa de Capacidad Uso Mayor Tierras	33.	Mapa de Infraestructura Educativa
		34.	Mapa Valor Bruto Producc. Agrícola
		35.	Mapa Valor Neto Producc. Agrícola
		36.	Mapa Valor Bruto Producc. Pecuaria
		37.	Mapa Valor Bruto Producción Total
		38.	Mapa de Uso Actual de la Tierra
Componente Biológico:			
17.	Mapa de Fauna		
18.	Mapa Agrostológico		

## DESARROLLO DE LOS MODELOS DE ZONIFICACIÓN

Son procesos de espacialización de datos de los recursos naturales a través de los cuales se obtiene Unidades Básicas de Análisis que muestran características de las unidades de tierra con características biofísicas y socioeconómicas homogéneas. El desarrollo de los modelos espaciales se efectuó a través de una superposición de mapas, en el Sistema de Información Geográfica implementado por comunidad, posterior al análisis de la información y a la identificación de las variables temáticas para los fines de la Zonificación.

### Zonificación Agroecológica

La Zonificación Agroecológica (ZAE) consiste en la identificación de áreas relativamente homogéneas, caracterizadas con respecto a sus factores físicos (clima, suelo, formas de tierra) y biológicos (vegetación) y su evaluación desde el punto de vista de aptitud productiva, que se obtiene a través de un modelo matemático espacial de integración de los parámetros seleccionados.

### Zonificación Socioeconómica

La Zonificación Socioeconómica (ZSE) consiste en la identificación de Comunidades Campesinas como áreas relativamente homogéneas, caracterizadas con respecto a indicadores sociales (población, distribución, nivel educativo, infraestructura social) e indicadores económicos (consumo interno, niveles de ingresos, infraestructura de producción, comercialización).

### Zonificación Ecológica Económica (UBAS)

La Zonificación Ecológica Económica de la Microcuenca (ZEE), consistió en la identificación de áreas homogéneas con respecto a sus factores biofísicos (clima, suelo, formas de tierra y vegetación) y su evaluación desde el punto de vista de su aptitud productiva en las que fueron incorporadas componentes sociales y económicos por cada comunidad componente de la Microcuenca.

La ZEE, se obtuvo a través de un modelo matemático espacial de superposición de las dos zonificaciones anteriores en las que se integraron los parámetros de recursos naturales con los socioeconómicos, respetando los límites físicos para la determinación de las Unidades Básicas de Análisis.

## EVALUACIÓN DE TIERRAS

### Definición e identificación de los Tipos de Uso de la Tierra

Para la identificación de los TUT a ser evaluados se realizaron talleres multidisciplinarios y consultas a asociaciones de productores rurales y entidades relacionadas al desarrollo agrícola y social de la microcuenca, considerando principalmente los tipos de uso actual, los tipos de uso promisorios y aceptados socialmente, la existencia de demanda y de precios razonables para los productos de los tipos de uso y la accesibilidad al mercado: infraestructura productiva y de caminos.

## **DATOS DE INGRESO AL SISTEMA**

### **Identificación de Requisitos y Cualidades**

La evaluación de la aptitud de las tierras y su productividad potencial se hace en relación a un Tipo de Uso de Tierra bajo ciertas condiciones de manejo, en un marco técnico, social y económico específico. Para conocer la aptitud de la tierra en relación a ese TUT específico, se confronta la oferta (características de la tierra expresadas en cualidades) con la demanda, la cual está expresada por los requisitos o requerimientos para un uso de la tierra (RUT) que son las condiciones de la tierra necesarias para la implementación exitosa y sustentable de un TUT (demanda).

Los RUT han sido agrupados de acuerdo a la adaptabilidad climática y edáfica de los cultivos y de acuerdo a los requerimientos para su manejo y conservación. La adaptabilidad climática está relacionada al piso altitudinal que limita o favorece el desarrollo de los cultivos. Los requisitos edáficos describen la respuesta de los cultivos a factores como disponibilidad de nutrientes, humedad y oxígeno disponible. Los requisitos relacionados al manejo y conservación incluyen factores como riesgo a la erosión, superficie disponible, aptitud para el riego y capacidad de laboreo.

Los límites de los rangos para cada RUT, fueron establecidos con base a las observaciones en campo, opiniones de expertos y literatura consultada, relacionando la productividad de los tipos de utilización de la tierra con las características mencionadas.

### **Listado de Insumos por TUT**

El listado de características y requisitos de la tierra, así como de los insumos y precios de los productos por TUT, constituyen la base de datos para el desarrollo de la evaluación de la aptitud de la tierra para cada TUT identificado en la microcuenca.

## **MODELO DE EVALUACIÓN**

El Sistema Automatizado de Evaluación de Tierras (ALES), es el programa de computación utilizado en el presente trabajo, el cual permitió la construcción de un sistema experto automatizado para evaluar las tierras de la microcuenca Ccorimarca, según la metodología FAO: (Esquema para Evaluación de Tierras, 1976 y Zonificación agro ecológica, 1997). Este sistema, basado en los datos ingresados determinó la aptitud física y económica de las unidades cartográficas homogéneas identificadas en la microcuenca.

### **Árboles de Decisión**

Los llamados "árboles de decisión", se constituyen en claves jerárquicas multidireccionales, donde las "hojas" representan los resultados, tales como rangos de cualidades de la tierra para cada TUT, utilizando datos reales y empíricos. En el modelo se desarrolló tres tipos de árboles de decisión, de acuerdo a los diferentes fines.

#### **- Cualidades de la Tierra**

los niveles de aptitud de las cualidades de la tierra, fueron determinados mediante árboles de decisión desarrollados en base a las características identificadas para cada cualidad.

#### **- Subclase de Aptitud Física**

para la determinación de las subclases (las cuales indican el tipo de limitación por las que una unidad cartográfica se ubica en una clase determinada), se elaboraron árboles de subclase de aptitud física para cada TUT, donde sólo intervinieron las cualidades más limitantes para cada uno, las mismas que fueron ordenadas de mayor a menor de acuerdo a su influencia en el cultivo.

#### **- Rendimiento Proporcional**

para deducir el porcentaje de rendimiento real del óptimo propuesto por cada TUT, se utilizó los árboles de rendimiento proporcional, para su desarrollo se elaboraron previamente matrices donde se ponderó las cualidades más limitantes que influyen en el comportamiento productivo del TUT, y donde se reclasificó los rangos de

descuento de acuerdo al criterio de los expertos y a bibliografía consultada. Los resultados de estas matrices fueron posteriormente llevados al sistema.

Finalmente, luego de realizada la importación de los datos con las unidades cartográficas del SIG al ALES, y de haber homogenizado la base de datos del ALES, se procedió a la exportación de los resultados de la evaluación al SIG, creándose formatos de transferencia para cada tipo de evaluación realizada (física y económica).

#### **Aptitud Física**

Para la evaluación de la aptitud física, se asignó cuatro clases de aptitud física a las unidades cartográficas de la microcuenca (apto, moderadamente apto, marginalmente apto y no apto), de acuerdo al esquema de FAO

Realizada la evaluación, se obtuvo valores de aptitud física para cada unidad cartográfica, lo cual indica si el TUT es viable desde el punto de vista técnico y ecológico en las condiciones de la zonificación desarrollada, de este modo se incorpora el criterio de sustentabilidad al modelo de evaluación de tierras desarrollado.

#### **Aptitud Económica**

Luego de haberse hallado la aptitud física de las tierras de la microcuenca, el sistema procede a la evaluación económica, excepto en aquellas tierras valoradas como no aptas físicamente (nivel 4). En la evaluación económica las unidades cartográficas se agrupan de acuerdo a sus limitaciones y otras cualidades de la tierra que conlleven al diseño de estrategias de manejo. Para el presente trabajo se analizó el margen bruto, definido como la diferencia entre los costos variables y retornos, en unidades de dinero por año, sin considerar los costos fijos de las unidades económicas.

#### **MAPAS DE APTITUD DE USO DE LA TIERRA**

Con los resultados de la evaluación se construyó un modelo de prueba conteniendo diecisiete unidades cartográficas, seleccionadas aleatoriamente, con la finalidad de desarrollar el análisis de consistencia del modelo, realizándose los ajustes respectivos. Posteriormente, se desarrolló un taller de presentación de resultados en la Microcuenca, contándose con la participación de todos los actores representativos, lo cual permitió afianzar la comunicación con los representantes de las comunidades, a la vez que permitió enriquecer la evaluación y recoger sus inquietudes, a fin de que sean consideradas en las siguientes etapas del proyecto.