

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL ECOSISTEMA DE LA MICROCUENCA DEL RIO HUARI

Autor: Ing. Abraham Arsenio Palacios Velásquez
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
Av. Los Andes Nro 890 El Tambo-Huancayo
e-mail: abrahamunpc@yahoo.es

121

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación "Evaluación del impacto ambiental en el ecosistema de la microcuenca del río Huari" tiene como finalidad contribuir con el trabajo del mejoramiento del área rural de una parte del País.

En la microcuenca del río Huari, el principal problema es el cambio ambiental originado por la deforestación de áreas naturales y el cambio de uso de las tierras, cuyos impactos se manifiestan por medio de la erosión y contaminación de los suelos, contaminación del agua, y la alteración del régimen hidrológico de la zona de estudio.

Esta situación que atraviesa la microcuenca, dificulta el desarrollo rural armónico; esto fue motivo para realizar una evaluación de los impactos ambientales, cuyos resultados constituirán un documento de base para proporcionar información acerca del estado actual en que se encuentra la zona; de igual manera procura identificar los diversos problemas que existen en el área de estudio, lo que permitirá orientar la administración y la planificación de las estrategias de desarrollo rural que se efectuarán con la introducción de nuevas prácticas tecnológicas, para el uso racional y sostenible de los recursos naturales; todo esto redundará en el mejoramiento del nivel de vida del habitante de la microcuenca, basado en un ordenamiento territorial de la misma.

Debido al mal manejo de los recursos naturales renovables por el hombre, se están produciendo impactos ambientales negativos en la microcuenca, alterando la calidad y cantidad de los recursos naturales renovables; Por estas consideraciones el presente trabajo de investigación persigue el objetivo fundamental de evaluar el impacto ambiental por el uso intensivo del espacio productivo agrario en la microcuenca del río Huari.

METODOLOGIA

Características del Área de Estudio

Situación Política

Políticamente el área de estudio se sitúa en: Departamentos de Junín y Huancavelica
Provincias: Huancayo y Tayacaja
Distritos: Huancayo y San Marcos de Rocchac

Ubicación Geográfica

El área de estudio geográficamente se ubica en: Latitud sur de 12° 00' 00" a 12° 10' 00"; Longitud Oeste de 75° 04' 40" a 74° 47' 30"; Altitud de 1 550 a 4 550 m.s.n.m.

La microcuenca del río Huari tienen una extensión de 32 166 hectáreas (321,66 Km²), la misma que esta surcada por el río Huari que desemboca en el río Pariahuanca.

Población

De acuerdo a los resultados del último censo de población (1993), el área cuenta con 3 652 habitantes,

Zonas de vida

Esta micro cuenca presenta cinco pisos ecológicos o zonas de vida siendo las siguientes:

- bosque seco – premontano tropical (bs - pt):
- bosque humedo – montano bajo tropical (bh – mbt):
- bosque muy humedo – montano tropical (bmh – mt):
- paramo muy humedo – subalpino tropical (pmh – sat):
- paramo pluvial – subalpino tropical (pp – sat):

Metodología Matriz de Impactos Causa Efecto

A partir de esta fase del proceso, comienza la valorización cualitativa propiamente dicha la matriz de impactos, que es del tipo causa - efecto, consistirá un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuraran las acciones impactantes y dispuestos en filas los factores medioambientales susceptibles a recibir impactos.

Identificación de los Factores Ambientales del Entorno Susceptibles a Recibir Impactos

El entorno esta constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen a los siguientes sistemas: Medio Físico, Medio Socioeconómico y cultural y subsistemas, Medio inerte, Medio Biótico, Medio Perceptual, Medio Económico y Medio Socio Cultural.

En cada uno de estos subsistemas pertenecen a una serie de componentes ambientales susceptible de recibir impactos, entendidos como los elementos, cualidades y procesos del

entorno que pueden ser afectados por acciones impactantes.

Los subsistemas de Medio Físico y el Socio Económico están compuestos por un conjunto de componentes ambientales, que a su vez pueden descomponerse en un determinado número de factores y parámetros, dependiendo el número de factores o parámetros.

Matriz de Importancia

Una vez identificados los factores y las acciones del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquella matriz de importancia, nos será posible obtener una valoración cualitativa al nivel requerido.

La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Estos elementos tipo, o casilla de cruce, estarán ocupados por la valoración correspondiente a siete símbolos siguiendo el orden especial plasmado en el estudio a los que se añade uno o más que sintetiza en una cifra, la importancia del impacto en función de los seis primeros símbolos anteriores.

Valoración Cuantitativa del Impacto Ambiental

Procedimiento.-Se define la Evaluación del Impacto Ambiental, como un proceso de análisis encaminado a identificar, predecir, interpretar-valorar, prevenir o corregir y comunicar, el efecto de un proyecto sobre el Medio Ambiente. La matriz de importancia nos ha permitirá identificar, predecir, interpretar-valorar, prevenir y comunicar, los efectos sobre el Medio Ambiente.

Con este tipo de evaluación se dará entrada a otros ratios y elementos de juicio más o menos objetivos e incluso subjetivos, conformando el modelo que estamos adoptando. Y que proponemos desarrollar matricialmente añadiendo columnas a la matriz de importancia.

Siendo las tres primeras columnas de predicción, las cinco siguientes a la valoración propiamente dicha, y la última columna refleja el impacto final.

Se intentará que las unidades de medida de las magnitudes sean conmensurables, para de poder sumar y/o comparar entre sí las que corresponde a factores ambientales distintos, y servir finalmente para la optimización de

alternativas y la definición de aceptación ambiental del proyecto de desarrollo.

OBJETIVO DEL MODELO, es de llegar a establecer, en primer lugar y a través de los factores ambientales considerados, los indicadores capaces de medirlos, la unidad de medida y la magnitud de las mismas, transformando estos valores representativos, no de sus alteraciones, sino de su impacto neto sobre el medio ambiente.

Predicción de la Magnitud de los Impactos

Entre los factores ambientales considerados en la matriz de importancia, se han de seleccionar aquellos que resultan más representativos de alteraciones sustanciales, procurando que sean exclusivos (no contengan unos a otros), medibles (en lo posible) y completos (que cubran las alteraciones producidas), obteniéndose la matriz de cálculo o matriz de importancia propiamente dicha.

Indicadores de Impacto y Unidad de Medida

Se entiende como indicador de un factor ambiental, la expresión por la que es capaz de ser medido. Utilizaremos el indicador de tipo cuantitativo, entendiendo que el indicador será muy similar al propio factor.

En algunos casos el factor será cuantificable de manera indirecta, mediante un modelo, por conceptos más o menos alejados de aquel al que representa.

Establecido el indicador para cada factor, la unidad de medida quedará automáticamente delimitada en virtud de la definición del propio indicador.

Determinación de la Cantidad y Calidad de Agua

Medición del caudal

El método que se emplea es de la sección media, que consistió en dividir la sección hidrométrica irregular del cauce del río Huari, en la descarga que se efectúa al río Parihuanca, en la que se obtuvo una velocidad de la franja la misma que se multiplicó por el área comprendida de la franja para obtener el caudal que pasa por la franja. El caudal que atraviesa la totalidad de la sección hidrométrica es expresado en $m^3 \cdot seg^{-1}$.

Determinación de la Calidad del Agua

Se determinó la calidad del agua con relación a ciertos parámetros físicos, químicos y biológicos, como: demanda biológica de oxígeno, sólidos en suspensión, pH, dureza y elementos patógenos.

Así mismo se determinó sus usos para diferentes fines, tomando en cuenta los

parámetros más típicos para la evaluación del impacto ambiental, como:

- Uso doméstico: sólidos totales y coliformes.
- Vida acuática: oxígeno disuelto.
- La demanda de oxígeno disuelto se determinó utilizando el equipo portátil de análisis de agua (modelo FF-1A) en los diferentes tramos del río Huari como: Huari; Trancapampa y Acobamba.
- Para determinar la cantidad de sólidos totales se tomaron periódicamente muestras de un litro de agua de la desembocadura del río Huari al río Parihuanca, las que fueron llevadas al laboratorio de Química de la UNCP. para su respectivo análisis,

La muestra tomada se agita fuertemente y se toman 50 ml de la solución, en un vaso de precipitación, que previamente está limpio seco y tarado. La muestra se lleva a una estufa para su evaporación total, y se deja enfriar el vaso y se pesa nuevamente. Por diferencia de peso se determina la presencia de sólidos totales en gramos de sólido por litro de agua (gr.L^{-1}).

La determinación de la calidad de agua, se está realizando en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la U.N.C.P., en donde se han analizado los siguientes parámetros:

- Dureza Total - Cloruros - Dureza de calcio
- pH - Acidez - Conductividad - Alcalinidad F; - Turbidez - Alcalinidad M; - Calcio - Magnesio - Aspecto - Color

Para determinar la calidad total del agua, de la microcuenca se tomaron muestras en la desembocadura del río Huari.

Para la determinación de coliformes totales y fecales, se utilizó el método del Número Más Probable (NMP), empleando como medio de cultivo caldo lactosa bilis verde brillante (2 %). Este análisis bacteriológico se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Determinación de la Erosión y Calidad de Suelo

Erosión

Para determinar la erosión de la microcuenca del río Huari, se elaboró por superposición del mapa de uso actual de tierra y el Mapa de Clasificación de Tierras, y del examen realizado en el campo (cobertura vegetal, uso actual de tierras).

Para determinar la carga de sedimentos, se determinó la cantidad de sólidos totales, y la presencia de sólidos disueltos y por diferencia de pesos se determinó la cantidad de sedimentos.

Para determinar la presencia de sólidos disueltos, se procedió a filtrar 50 ml de agua, para eliminar todos los sólidos suspendidos y de ésta se extrajo una muestra de 40 ml de agua en un vaso de precipitación limpio, seco y tarado. Este vaso se colocó en una estufa para su evaporación lenta hasta su sequedad, luego se dejó enfriar, se pesó, para su determinación de los sólidos disueltos en la muestra en gr.L^{-1} de agua.

Suelo

El estudio del suelo se efectuó sobre la base del material informativo producido por el uso de capacidad mayor de tierras y del análisis de otras fuentes.

Es necesario indicar que el estudio ha comprendido áreas seleccionadas por su potencial de tierras, haciendo este estudio en forma semidetallada.

Por estas razones, la información disponible ha sido sometida a un cuidadoso análisis, a fin de compatibilizar y llegar a resultados que proporcionan un aceptable grado de confiabilidad, de manera que su extrapolación en unos casos, o su grado de interpolación en otros, a las áreas no seleccionada para el estudio, conserven la calidad de las mismas.

Esta metodología ha sido apoyada con reconocimiento de campo y trabajo de fotointerpretación realizada tanto con fotografías como con imágenes satelitales.

Para la elaboración de los mapas se ha seguido una secuencia metodológica compuesta por tres etapas bien definidas: pre campo; campo y gabinete.

Determinación de Variación de Clima

Se determinó haciendo el monitoreo de la microcuenca de los elementos climáticos como temperatura, humedad relativa y precipitación, desde el año 1998 hasta el año del 2001, en forma mensual y tomando como referencia algunas informaciones proporcionadas de datos meteorológicos se obtuvieron del SENANHI, de las estaciones de Pampas – Huancavelica y del Instituto Geofísico de Huayao-Huancayo. hasta 2 000.

Determinación de la Cobertura Vegetal

Se efectuó mediante la metodología basada en el **INTERES** y **DENSIDAD** de las especies presentes. Siendo el Interés a la calidad o rareza de las especies presentes (**K**) y la densidad, al porcentaje de la superficie total considerada, cubierto por la proyección horizontal de la vegetación, bien en su conjunto, bien por cada uno de sus substratos o especies, tomando como indicador del impacto, el

porcentaje de superficie cubierta, ponderado en función del índice de interés de las especies existentes.

$$P.S.C. = 100/St \sum Si \times K$$

Siendo **St**, la superficie total considerada y **Si** la superficie cubierta por cada especie o tipo de vegetación presente.

Determinación de la Fauna.

Para determinar la fauna se tomo en consideración la fauna silvestre, analizando las características de Estabilidad, Abundancia, Diversidad, Representatividad y Singularidad. Y como indicador del impacto se usa el índice **VE**, que informa del valor ecológico del biotipo a través de su calidad y abundancia.

$$VE = (a \times b + c + 3d/e) + 10 (f + g)$$

Ratios de Cuantificación de fauna

RATIO	SI	CUANTIFICACIÓN
Abundancia especie	a	Muy abundante 5, abundante 4, medianamente abundante 3, escaso 2, muy escaso 1
Diversidad d especies	b	Excepcional 5, alta 4, aceptable 3, baja uniformidad faunistica 1
Nro. de Especies protegidas q habitan en el área	c	De 0 a 10
Diversidad d biotipo	d	Igual que b
Abundancia biotipo	e	Igual que a
Rareza del b f	f	Muy raro 5, raro 4, relativamente común 2 y muy común 1
Endemismos	g	Sí, 10; No, 0

Determinación del impacto del paisaje

La metodología propuesta para evaluar el impacto paisajístico, se ha desarrollado en dos fases:

- Valoración directa subjetiva. Se realiza a partir de la contemplación del paisaje, adjudicándole un valor en una escala de rango o de orden, sin degradarlo en componentes paisajísticos o categorías estéticas.
- Para realiza este método se establece una malla de puntos de observación desde donde se evalúan las vistas, obteniendo el valor de la unidad paisajística, mediante la media aritmética. Los valores obtenidos se corrigen en función de la cercanía a núcleos urbanos, a vías de comunicación, el tráfico de éstas, a la población potencial de observadores, a la accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo.

$$V_R = K \times V_a$$

Siendo: $K = 1,125 [(P/d) \cdot Ac \cdot S]^{0.25}$
 Donde: P = Ratio, función del tamaño medio de las poblaciones próximas.

D = Ratio, función de la distancia media en Km. a las poblaciones próximas.

Ac = Accesibilidad a los puntos de observación (inmediata 4, buena 3, regular 2, mala 1, inaccesible 0).

S = Superficie desde lo que es percibida la actuación (cuencia visual) función del numero de puntos de observación (muy grande 4, grande 3, pequeña 2, muy pequeña 1).

Caracterización Socioeconómica y Cultural

Para la determinación de las características socioeconómicas, en primer lugar se ha tomado una encuesta a 98 familias, que representan el 2.68 % del total de las familias ubicadas en la microcuenca, a fin determinar las diferentes variables socioeconómicas y de conocer la situación de las familias asentadas en este lugar de estudio, utilizando como técnicas: encuestas, entrevistas estructuradas y de observación, que se realizaron en forma directa en el campo. Para realizar este cometido se utilizó el "método de necesidades básicas insatisfechas" conocido como el método directo de medición de la pobreza.

También se tomaron en cuenta los indicadores socioeconómicos establecidos por el Departamento de Estudio del Sector Social del Banco Central de Reserva del Perú para el estudio de la pobreza en el país, y de otros indicadores socioeconómicos para el estudio de las regiones rurales de los países subdesarrollados.

Para determinar el tamaño de la muestra se optó por el muestreo probabilística, siendo la formula estadística el siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \cdot \hat{p} \cdot (1 - \hat{p}) \cdot N}{Z^2 \cdot \hat{p} \cdot (1 - \hat{p}) + Ne^2}$$

Donde :

- n = Tamaño de muestra
- N = Población Total
- Z² = Desviaciones
- Ò = Intervalo de confianza
- e = Error.

Caracterización de la Calidad de Vida

Para describir la calidad de vida se trabajo sobre la base de los sistemas de valores; para ello es necesario adoptar un modelo axiológico general: **EL PATRON UNIVERSAL DE VALORES** donde están comprendidos todos los

valores protegidos por el individuo humano en tanto que ser social y en cualquier circunstancia de tiempo y lugar (Parra Luna, 1987).

Necesidad	Función	Valor perseguido	Sin
1. De bienestar físico y psíquico	Sanitaria	Salud	Y1
2. De suficiencia material	Económica	Riqueza material	Y2
2. De protección contra eventualidad	Asegurativa	Seguridad	Y3
4. De conocimiento y dominio sobre naturaleza	Inv. y Educa	Conocimiento	Y4
5. De libertad de movimiento y pensamiento	Libertadora	Libertad	Y5
6. De equidad	Distributiva	Justicia	Y6
7. Armonía con naturaleza	Naturalistas	Conservación Nat.	Y7
8. De desarrollo personal	Humanista	Autoregulación	Y8
9. De estima social	Prestigiado	Prestigio	Y9

Sobre la base del Patrón Universal de Valores se establece la relación de indicadores básicos para la medida de la calidad de vida, siendo el método aplicado el de "PUNTOS DE CORRESPONDENCIA" elaborado por J. Drewnoski, que es el siguiente:

a) Sobre la base de los datos estadísticos disponibles, efectuar una evaluación representada por los signos, esto es:

- El progreso (+)
- La regresión (-)
- O el estancamiento (=)

IMPORTANCIA RANGO	Nº FACTORES	GRADO DE INTENSIDAD
0-10	3	Intensidad muy leve
11-20	29	Intensidad leve
21-30	37	Intensiva muy baja
31-40	17	Intensiva baja
41-50	8	Intensiva media
51-60	5	Intensiva alta
61-70	2	Intensivo
71-80	2	Intensidad total

b) Confeccionar un cuadro resumen donde se exponen, para cada valor, la clase de signo correspondiente y su valoración. A cada signo un valor (+) se le atribuye un valor 11, al signo (=) un valor 5 y al signo (-) un valor 0.

c) Se analiza el cuadro de resultados, para determinar, la evaluación global de cada valor de Y1 a Y9 que vendrá dado por la media aritmética de los valores de los indicadores correspondientes, y la de la calidad de vida final representada por el conjunto de los nueve valores, y o venido por simple adición.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Valoración Cualitativa de Causa y Efecto

SITEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTES AMBIENTALES
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	Aire
		Agua
		Suelo
		Clima
	MEDIO BIÓTICO BIÓTICO	Flora
		Fauna
	MEDIO PERCEPTUAL	Unidades de Paisaje
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	MEDIO ECONÓMICO ECONÓMICO	Población
		Economía
	MEDIO SOCIO-CULTURAL	Infraestructura
		Servicios
		Territorio
		Cultural
	Humano	

Para efectuar, la valoración cualitativa de los factores que son impactados, estas se han descompuesto en un determinado número de factores que son impactados

Cálculo de Importancia del Impacto

De acuerdo a la formula:

Importancia = + [3I + 2E + M + P + R] → Ecu.
Ejemplo Monóxido de carbono

$$I_{CO} = +1 [3 * 2 + 2 * 2 + 2 + 2 + 2]$$

$$I_{CO} = +16$$

Se procedió al cálculo de todos los factores, aplicando la misma formula y que los resultados se tienen en la última columna de las matrices.

De la aplicación, nos arroja un resultado que para fines explicativos y valuación de intensidad de impacto

Es importante reseñar que los valores de la matriz no son comparables, pero si en el caso de importancia si lo podemos hacer por aplicación de la formula matemática y de dar resultados dentro del rango de 8 a 100.

Valoración Cuantitativa del Impacto Ambiental

Para efectuar la valoración cuantitativa del impacto ambiental, se toma en consideración, la valorización cualitativa de la matriz de importancia de causa y siendo la base del presente la importancia del efecto.

Predicción de la Magnitud de los Impactos

Se han seleccionado factores más representativos de alteraciones sustanciales y que se pueden medir cuantitativamente sus resultados y a la vez poder graficarlos, siendo los siguientes:

Factor aire: Nivel de monóxido de carbono
Nivel de sólidos suspendidos

Factor Agua: Temperatura
Transporte de sólidos

Factor suelo: Erosión

Factor Flora: Vegetación natural

Factor Fauna: Especies salvajes
Especies domesticas

Factor Proceso: Cadena alimentaría

Factor Paisaje: Paisaje natural singular
Lugares turísticos
Monumentos

Factor población Empleo

Factor Economía Actividades económicas
afectadas ingreso económico
familiar

Factor Infraestructura Viabilidad rural-red de
caminos
Infraestructura hidráulica
Red de saneamiento
Infraestructura eléctrica
Red de abastecimiento

Factor Territorio Cambio de uso de tierra
Recreación- estancia de ocio
Zonas verdes-pastizales

Factor Cultural Educación superior interna
Estilos arquitectónicos
Restos arqueológicos

Factor Humano Calidad de vida
Salud e higiene

Medición del Caudal

Para realizar la medición del caudal, se tomo en cuenta la desembocadura del río Huari al río Pariahuanca, la misma que se efectuó cada mes.

El caudal promedio mensual del año 1 998 es de 12 607 920 m³.mes⁻¹ y del año 2 001 es de 12 417 840 m³.mes⁻¹, siendo los niveles mas altos los meses de diciembre a marzo y los más bajos los meses de junio y julio de cada año.

Los resultados que se han obtenido son del monitoreo realizado en la desembocadura del río Huari al río Pariahuanca en forma mensual.

Determinación de la Calidad de Agua

Los análisis de la calidad del agua se han realizado en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Centro y cuyos resultados son los siguientes:

ANÁLISIS	Expresado como	RIO MAPARUMI		RIO HUARI (Desembocadura río Pariahuanca)	
		Estiaje mg.L ⁻¹	Lluvia mg.L ⁻¹	Estiaje mg.L ⁻¹	Lluvia mg.L ⁻¹
Dureza Total	CaC O ₃	189	192	174	183,5
Dureza calcio	CaC O ₃	108	106	108	104,5
Acidez	CaC O ₃	6	6	6	<5

Alcalinidad F:	CaC O ₃	0	0	0	0
Alcalinidad M:	CaC O ₃	194	185	179	179
Cloruros	Cl ⁻¹	20	26	38	24,5
pH		7,32	7,15	7,13	6,96
Conductividad		330	290	330	269,5
Calcio	Ca	76	60	75	42
Magnesio	Mg	19	18	18	19
Turbidez		1	1	1	1

Para la caracterización de la calidad del agua, con fines de uso domestico e Industrial, se tomo en cuenta la dureza total, en donde están contenidas la suma de las durezas individuales de los iones calcio, magnesio y los demás elementos alcalinotérreos.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis efectuados, como se muestra en cuadro anterior, se reportan los promedios de análisis del Río Huari, en época de estiaje, que alcanza 174 mg.L⁻¹ y en época de lluvia 183,5 mg.L⁻¹ y de su afluente principal del río Maparumi, habiéndose tomado las muestra en la desembocadura de este río hacia el río Huari, siendo el resultado en época de estiaje 189 mg.L⁻¹ y en época de lluvia 192 mg.L⁻¹. El incremento de la dureza se debe principalmente a la erosión y remoción del suelo que permite una mayor interacción del agua con el suelo.

Oxígeno Disuelto

En la parte alta del río Huari, la concentración del oxigeno disuelto disminuye a 8,0 mg.L⁻¹, en la parte intermedia sube a 10,0 mg.L⁻¹, el afluente que es el río Maparumi en la unión con el río Santa Rosa, hay presencia de oxigeno disuelto en 7,0 mg.L⁻¹ y, más abajo sube a 9,0 mg.L⁻¹.

Hay presencia de vida acuática en una parte de la microcuenca, porque la temperatura es baja, lo que favorece al desarrollo de truchas, como se demuestra en el siguiente cuadro:

Temperaturas promedios de río

Localidad	Río	Temp. °C	pH
Huari	Huari	12,0	7,0
Trancapampa	Huari	12,3	7,0
Acobamba	Huari	13,0	7,0
Santa Rosa	Sta. Rosa	10,0	7,2
Maparumi	Maparumi	14,4	7,0

Las fluctuaciones de la presencia de oxigeno se deben al desarrollo de algas (fitoplancton), como principal alimento para las truchas tipo

salmonado, también se debe a la gran caída que tiene los ríos y que son oxigenados constantemente.

De las observaciones y análisis se puede determinar que la calidad del agua para la vida acuática es buena, ya que supera ampliamente la concentración de oxígeno disuelto establecido de 4,0 mg.L⁻¹., como mínimo, que establece la Ley General de Aguas D.L. Nro. 17752 y de las Normas de Calidad de la Organización Mundial de la Salud.

Pérdida de Suelo-Carga de Sedimentos

Es la pérdida de suelo en forma de sedimentos (sólidos suspendidos) en la microcuenca del río Huari, la pérdida de suelo en forma de sedimentos en suspensión, es el resultado de todos los procesos interactuantes que ocurren dentro de la microcuenca y que éste alcanza 342,93 Mg.año⁻¹ en el año de 1 998, de 395,81 Mg.año⁻¹ en el año de 1 999; de 379,23 Mg.año⁻¹, en el año 2 000; y de 418,277 Mg.año⁻¹, para el año 2 001.

Por las condiciones topográficas que tienen la cuenca, según Lal, (1 974) un terreno arado y desprovisto de protección y con diferentes porcentajes de pendiente hasta 15 %, produce pérdida de suelo en el orden hasta 115 Mg.año⁻¹, y según Ellemberg (1 981) que se viene practicando una tecnología agropecuaria basada esencialmente en la tala de los arbustos y bosques", la intervención de la capa vegetal y el daño mecánico en el suelo son las mayores causas de la aceleración en la pérdida del suelo, llegando a multiplicarse la velocidad de la erosión natural por un factor de cien a diez mil, lo cual está ocurriendo en la zona, alterando la fertilidad de los suelos, el clima, la diversidad biológica y la producción natural de los ecosistemas, y que con esto no se garantiza de ninguna manera una producción sostenida en el tiempo.

Los resultados altos en pérdida de suelo que se viene produciendo son preocupantes, en razón que del total de superficie de la microcuenca existe solamente 1,88 % de extensión de cultivo en limpio y pastos naturales un 71,50 %; en ambos casos con una serie de limitaciones severas como bajo contenido de materia orgánica, y la sobreutilización que se viene dando a estos suelos (conflictos de uso), empleándolos sin un claro concepto de uso racional, no considerando su vocación o amplitud y sus necesidades o exigencias de manejo.

Calidad de Suelo de Acuerdo a la Capacidad de Uso Mayor.

Para la determinación de la calidad del suelo se usó la clasificación de capacidad de uso mayor de tierras, la microcuenca tiene un 55 % de tierras de protección (X), un 22 % de tierras para el pastoreo (P), 13,50 % de tierras para la actividad forestal (F); y 9,5 % de tierras para la actividad agrícola (A₂ y C₂),

Las tierras de la clase A₂ y C₂ son tierras que el poblador ha hecho un cambio de uso, y siendo estas son muy erosionables por la topografía en que se encuentran.

A estas áreas se ha muestreado y realizado los análisis en el laboratorio de análisis de suelo de la Facultad de Agronomía, UNCP teniendo los resultados, estas tierras presentan una textura arenosa franca (30 % a más de arena gruesa; gruesa y media, pero menos del 25 % de arena muy gruesa y menos del 30 % de arena fina o fina), el grado de estructura es débil (1) caracterizado por agregados escasamente formados e indistintamente visibles y clase median (ONU-FAO, 1 977), así mismo presentan una ligera acidez desde pH 6,49 a básico de 7,16 pH.

Determinación de la Cubierta Vegetal

El tipo de cubierta vegetal que predomina en el área de estudio son los pastos naturales con una extensión de 230 km², lo que hace un total de 71,5 % de toda el área; en cambio los frutales (paltas, plátanos, etc.), que sería una actividad que menguaría la pobreza alcanza, una extensión de 0,1 km², representando un 0,03 %.

Los cultivos de panllevar (papa, menestras, maíz, etc.) alcanzan una área de 5,45 km² que representa un 1,70 %, siendo la producción baja, si comparamos con otras áreas geográficas (Pampas, Huancayo, etc.)

Cubierta vegetal

Los resultados del tipo de cubierta vegetal que tiene la microcuenca, destacando la presencia de las especies vegetales que se encuentran en la zona y cuanto están cubriendo el área de estudio, siendo con mayor presencia los bosques y arbustos naturales.

Para determinar se aplicó la fórmula siguiente:
P.S.C. = $\frac{100}{S} * K$

$$P.S.C. = \frac{S_t}{37,36}$$

Las causas por lo que se pierda la cubierta vegetal, entre otras son las siguientes:

- Incendios de los pastos naturales, arbustos y bosques naturales, con el fin de ganar más espacio para la agricultura o la creencia de abonar la tierra con las cenizas.

- La práctica del monocultivo y en algunas parcelas el cultivo asociado de maíz con frijol.
- El sobrepastoreo a que están sometidos los pastos naturales.
- En la reforestación que se está aplicando, se prioriza en monocultivo forestal, dejando de lado las plantas forestales nativas.

Según estadísticas, al año se incrementa la producción en un 5 %, esto no es resultado de mejoras en los niveles de productividad,

Indicadores Socioeconómicos

Para la determinación del nivel de vida de las familias asentadas en la microcuenca del río Huari.

En el cuadro socioeconómico de la población se encuentran 49 centros poblados con una densidad poblacional de 12,87 habitantes por hectárea de la cual el 48,77 % son varones y 51,23 % son mujeres y el PEA es de 52,80 %.

La ocupación de la familia es agropecuaria y su principal actividad es el cultivo de maíz que representa el 94,73 %, frijol el 89,47 %; papa el 86,84 %, siendo en menor proporción la producción de olluco, oca, habas, arvejas y cebada; así también se dedican a la crianza de animales menores como cuyes 94,73 % y aves de corral en un 89,47 %, ovinos 68,42 %, vacuno 63,15 % y que 80,00 de las familias no tienen título de propiedad de sus tierras.

El salario promedio de la población es de S/. 6,00 nuevos soles por día y que un 79,94 % de la población económicamente activa tiene un ingreso mensual de S/. 100,00 nuevos soles y que la producción agropecuaria es para su consumo un 70,00 % y el 30,00 % para la venta que le sirve para subsistir.

Un 97,95 % de las familias tienen vivienda propia, no contando con servicios básicos como agua potable en un 87,59 %, desagüe 99,57 % y alumbrado eléctrico 99,25 %.

La vivienda está construida en un promedio de 30 m². De material rústico que hay en la zona.

La población de la microcuenca consume una dieta no balanceada, por su bajo ingreso económico lo cual perjudica la salud de ellos.

Asimismo se tienen 5 establecimientos asistenciales, pero con una mínima capacidad de atención de internamiento, como también de escasa presencia de personal de servicio de salud.

Las enfermedades diarreicas en los menores de 15 años son las que ocupan el 37,5 %, siendo, siendo la consecuencia de esto la falta de saneamiento y de orientación alimentaria, la otra enfermedad que incide en los menores es la del aparato respiratorio con una incidencia de

18,1 %. Como consecuencia de la pobreza del poblador hay presencia de tuberculosis en la niñez, con un 7,5 %.

Como se aprecia la desnutrición aguda en menores de un año es de 53,14 %, y persistiendo esto en menores de 1 a 4 años con 48,47 %; así mismo la desnutrición crónica esta presente en las familias siendo el más alto en menores de 1 a 4 años con un 16,01 %.

Tecnología

El campesino de la microcuenca practica tecnología nativa, con ligeros cambios a una tecnología intermedia, caracterizada por:

- Mínimos requerimientos de capital para sus cultivos.
- Su principal fuente de energía es la fuerza de trabajo.
- El aporte de la fuerza de trabajo es familiar.
- Las herramientas que utilizan son las nativas, como la tacla, chaquitacla, azadones, y rejonos.
- No hacen uso de semillas mejoradas.
- Hacen uso de fertilizantes sintéticos un 50 % de los campesinos.
- Hacen uso de insecticidas sobre todo para el cultivo de la papa.
- No usan fungicidas.

CONCLUSIONES

Luego del análisis de los resultados y su respectiva discusión del presente estudio, se puede concluir en lo siguiente:

1.-La intervención del hombre en la cuenca es reflejada en los resultados de los análisis cualitativos de la aplicación de la matriz de importancia de causa-efecto; de acuerdo al grado de intensidad de impacto ambiental se tiene 3 factores tienen una intensidad muy leve, 29 factores evaluados se encuentran en intensidad leve, 37 factores evaluados se encuentran dentro de intensidad muy baja, 17 factores están en Intensidad baja, de lo que se puede expresar que el 83,50 % están en un grado de intensidad baja a menos, como también hay factores con grado de intensidad media a intensidad total de 16,50 %. Estos factores están causando un fuerte impacto ambiental como se puede demostrar por el factor de cambio de uso, que tiene el grado de Intensidad Total.

2. -El uso irracional de la microcuenca de la calidad ambiental se refleja en el análisis de valorización cuantitativa de la matriz de causa-efecto de la calidad ambiental; hay factores positivos que favorecen a la realización de la calidad de vida del poblador de la zona en estudio como son la viabilidad rural, vegetación

natural, paisaje singular, cadena alimentaria, restos arqueológicos, lugares turísticos-monumentales, que tienen desde 0.6894 hasta un 0,0370 de calidad ambiental, y que los demás factores, que son negativos al frenar o detener la calidad ambiental los mismos, están desde 0,0127 (red de abastecimiento) hasta un 0,5577 de calidad ambiental (agua transporte de sólidos totales y cambio de uso de tierra con una menor ponderación).

3.-Hay un mal manejo del recurso tierra, pues se tiene que el 79,63 % esta cubierto de vegetación y el 20,37 % del área esta sin cubierta de vegetación, por la intervención del hombre.

4.-La aplicación de tecnologías inapropiadas en la microcuenca del río Huari está siendo explicada por el mal manejo de los recursos naturales como:

- El valor ecológico de la cuenca esta en un 36,66 lo que nos demuestra que esta siendo altamente intervenida por el hombre, alterando la ecología.
- El impacto al paisaje tiene un valor de 31,17 de valoración por la intervención indeseada del hombre.
- La pérdida de suelo es significativa, alcanzado en el año de 1 998 342,93 tn. y el año 2 001 de 418,27 tn., incrementándose cada año la pérdida de suelo.
- De acuerdo a la clasificación por su capacidad de uso mayor, la superficie esta degradada y en el área de estudio en la actualidad se encuentra que el 55 % es de protección (X); el 22 % para pastoreo (P) y 13,5 % para la aptitud forestal (F).

5.-De los resultados de análisis de agua, se tiene que la calidad de agua de río esta dentro de los rangos permisibles de consumo humano teniendo un promedio de dureza total del río Huari 178,75 mg.L⁻¹. La calidad de agua en el análisis de presencia de oxígeno disuelto arrojan valores altos como en el río Maparumi que es un afluente principal de 7,0 mg. L⁻¹ y río Huari de 8,0 mg.L⁻¹ y que estas condiciones hacen propicia el desarrollo de la vida acuática, en concordancia con la temperatura, que tiene hasta un máximo de 13 ° C.

6.-La pérdida de áreas forestales y la disminución de la biodiversidad se ve reflejada en los cambios de precipitación pluvial y la temperatura de la microcuenca, como se puede apreciar el año de 1 999 desde se produjo mayor precipitación y se incremento la temperatura.

7. - La alta pobreza que existe en la zona nos muestra, según los indicadores socioeconómicos, que el nivel de vida del poblador asentado en la microcuenca es muy baja y que está dentro del rango de pobreza extrema con un jornal de S/. 6,00 que tiene el 79,94 % de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDAVE, A. Y ALDAVE, H. 1995. **Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable**. Editorial Libertad E.I.R.L. Trujillo, Perú. 519 p.
- BRACK, A. 1976. **El Ambiente en que Vivimos**. Ed. Salesiana. Lima Perú 395 p.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y DESARROLLO (CIED) 1995. **Conservación de recursos naturales, producción de alimentos y organización campesina**. Cajamarca, Perú. 41 p.
- CONDE, J.; PARAÍSO, M. AND AYASSOU, V. 1987 **The Integrated Approach to Rural Development of the Organization for Economic Cooperation and Development**. París, Francia, 156 p.
- CONESA. V. 1993 **Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España 276 p.
- COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, SECRETARIA TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA, 1994. **Manual de evaluación de impacto ambiental: Conceptos y Antecedentes Básicos**. Chile 68 p.
- COMISION MUNDIAL SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO (1990) **Nuestro Mundo Común**. Alianza Editorial, Madrid. 205 p
- DOUROJEANNI, M. 1987 **Recursos naturales, desarrollo y conservación en el Perú**. Gran geografía del Perú. Vol. IV Edt. Manfer, Lima Perú. 240 p
- ELLENBERG, H. 1981 **Desarrollo sin destruir "Respuestas de un Ecólogo a 15 preguntas de Agrónomos y Planificadores Bolivianos"** Instituto de Ecología UMSA La Paz, Bolivia. 55 p.
- FAO. 1983 **Impactos Ambientales de las actividades Forestales**, C Zimmermann Roma Italia 80 p.
- FELIPE, C. 1993. **Métodos de evaluación y manejo de suelos y recursos Hídrico**. Pucallpa, Perú 13 p.
- FUNDACIÓN PERUANA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, 1989. **La conservación de los recursos naturales para el logro de un desarrollo sostenido**. Fundación Peruana para la

- Conservación de la Naturaleza. Lima. Perú. 43 p.
- GOMEZ OREA, DOMINGO, 1994 **Evaluación de Impactos Ambientales**. Editorial Agricultura Española Madrid. 180 p
- GOMEZ, W. 1987. **Guía práctica de Recursos Hídricos**. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú. 96 p.
- GREGERSEN y BROOKC. 1988 **Pautas para la evaluación económica de proyectos de ordenación de cuencas**. EE.UU. 148 p.
- HERNANDEZ E. 1987. **Manejo de cuencas** (Fundamento y aplicación) CIDIAT Puerto Mont. Chile.
- HORBERRY. 1989. **Lineamientos de políticas en el manejo de cuencas**. Colegio de Ingenieros del Perú. Lima Perú. 25 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (INRENA). 1995 **Informativo INRENA Boletín Nro. 1** Lima Perú.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS (IICA). 1973. **Notas y propuestas sobre diseño y la ejecución de proyectos de ataque a la pobreza en América latina y el Caribe**. San José, Costa Rica. 28 p.
- LASSEN, L., LULL, H. y FRANK, B. 1981. **Algunas relaciones entre la planta, suelo y agua en el manejo de cuencas**. Circular N° 910. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el desarrollo Internacional. México 68 p.
- LAL, R. , KANG, T. , MOORMAN, R. , JUO, R. Y MOOMAW, J. 1974. **Problemas de manejo de suelos y posibles soluciones en Nigeria Occidental**. En seminario sobre manejo de Suelos y el Proceso de desarrollo de América Tropical. CIAT. Cali, Colombia. 417 p.
- LEAL, J. RODRÍGUEZ, E.. 1998. **Guías para la evaluación del Impacto Ambiental de proyectos de Desarrollo Local**. Centro Bartolomé de la Casas, Colegio Universitario Andino, Cuzco, Perú. 192 p.
- LELE, U. 1975. **The Design of Rural Development Lessons from Africa**. Baltimore, Maryland; The Johns Hopkins University Press. USA. 2245 p.
- LUYZ, F. 1973. **Propiedades Físicas del suelo**. Resúmenes de las Investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. Boletín Técnico N° 219. Estación Experimental de la Universidad del Estado de Carolina del Norte. USA. 50 p.
- MERINOS Y RIVEROS 1982. **Metodología para el estudio de la Vegetación** Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, EE.UU. 186 p.
- SANCHEZ, R. 1993. **Ecología, Producción y Desarrollo Campesino**. TINTA. Lima Perú 243 p
- SEIDI, P.1990. **Microbiological investigation of drinking and recreational waters from an Indian reserve in Canada**. Second Biennial Water quality Symposium microbiological aspects. Chile. 65 p.
- STALLINGS, H. 1979 **El suelo, su uso y mejoramiento**. 8va edición Editorial Continental S.A. México 430 p.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME (UNEP). 1991 **Freshwater pollution**. Environmental Library N° 06. Nairobi. 36 p.
- UNION INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA Y LOS RECURSOS NATURALES (UICN), PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) Y FONDO MUNDIAL PARA LA NATURALEZA (WWF). 1991. **Cuidar la tierra**. Estrategias para el futuro de la vida. Traducido por Eduardo Laurciro y Antonio Sansisteban, Gland Suiza. 256 p.
- WATHER, R. 1971. **La Agricultura Migratoria en América latina**. FAO. Cuadernos de Fomento Forestal N° 17. Roma, Italia. 32 p.
- WITTES. R y OTROS. 1981. **Tratado de Ecología** EDT. Interamericana México 542 p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 1984. **Guidelines for drinking water quality**. Vol 1, 2, 3, Recommendations. Washington. USA. 25 p.
- WORLD RESOURCES INTITUTE. 1994. **Guía de educación ambiental** sobre temas del desarrollo sustentable. Tercera edición Guadalajara. México. 254 p.
- ZORRILLA, e. 1991 **Evaluación preliminar de Impactos Ambientales en la cuenca del río Shullcas**. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 57 p.