

# Identificación y evaluación de las principales fuentes de contaminación del río Vilcanota en el sector Calca Urubamba

Identification and appraisalment of the main pollution sources of Vilcanota river in the Calca - Urubamba sector

Miguel Taipe Bolaños<sup>1</sup>, Carlos Cabrera Carranza<sup>2</sup>

---

## RESUMEN

El valle del río Vilcanota es uno de los más importantes de la región del Cusco en el sector comprendido entre las provincias de Calca y Urubamba, de una importante ocupación humana una zona donde se interrelaciona lo rural y lo urbano, zona de gran afluencia turística.

Una de las principales preocupaciones es el incremento de la contaminación de las aguas del río Vilcanota, por ser este el único lugar donde son vertidas las aguas residuales de todos los poblados de este valle, incluyendo los de la ciudad del Cusco, siendo este río una fuente importante de agua tanto para la agricultura como para el consumo humano y recreación.

Por lo cual se presenta el estudio de «identificación y evaluación de las principales fuentes de contaminación del río Vilcanota en el sector Calca Urubamba» que abordara los temas ambientales físicos, biológicos y sociales, características del agua del río e identificación de las principales fuentes de contaminación y otros.

**Palabras clave:** Contaminación río Vilcanota, Calca, Urubamba, Medio ambiente.

## ABSTRACT

Vilcanota River's Valley is one of the most important rivers in the Cusco Region, within the sector comprised between Calca and Urubamba Provinces, an area with a large population where countryside and city live along together, and with a huge tourist stream.

One of the main concerns is the increasing of pollution in Vilcanota River's waters, since the river is the only place where all waste water coming from all towns along this valley flow into, including the City of Cusco itself, thus this river is a very important water source for agricultural activities, human consumption and amusement.

For this reason, the study «Identification and Appraisalment of the Main Pollution Sources of Vilcanota River in the Calca-Urubamba Sector» is presented, which will comprehend environmental, physical, biological and social issues, river's waters characteristics, and the identification of the main pollution sources, and so on.

**Keywords:** Vilcanota river's pollution, Calca Urubamba, Environment.

---

1 Egresado de la Diplomatura de Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible. UPG-FIGMMG-UNMSM.

2 Docente de la Unidad de Post Grado FIGMMG-UNMSM. E-mail: ccabrera@unmsm.edu.pe

## INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la identificación y evaluación de las principales fuentes de contaminación del río Vilcanota en el sector de Calca-Urubamba, para ello se han realizado los estudios iniciales de las características ambientales físicas, biológicas y sociales; análisis de la calidad del agua del río e identificación de las principales fuentes de contaminación, efectos de la contaminación y, finalmente, una propuesta de mitigación y posible remediación a este problema, por la gran importancia que tiene el río Vilcanota para esta zona del país.

## OBJETIVO

Identificar y evaluar las principales fuentes de contaminación del río Vilcanota en el sector de las provincias de Calca y Urubamba.

Plantear algunas propuestas preliminares de mitigación y posible solución al problema.

## METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología usada es de tipo exploratorio y descriptivo. Se inicia con trabajos de exploración de campo, el muestreo, seguido del análisis de laboratorio, se identifica las fuentes de contaminación y se realizan, finalmente, propuestas preliminares de posible solución al problema.

## UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

El área de estudio está ubicada entre los distritos de Calca y Urubamba a 50 km al norte de la ciudad del Cusco, entre los 2926 y 2875 msnm. Se trata de una planicie en la cuenca media del Valle Sagrado de los Incas atravesado por el río Vilcanota. El acceso a la zona de estudio es por vía aérea: Lima-Cusco y posteriormente por vía asfaltada (según Fig. 1).

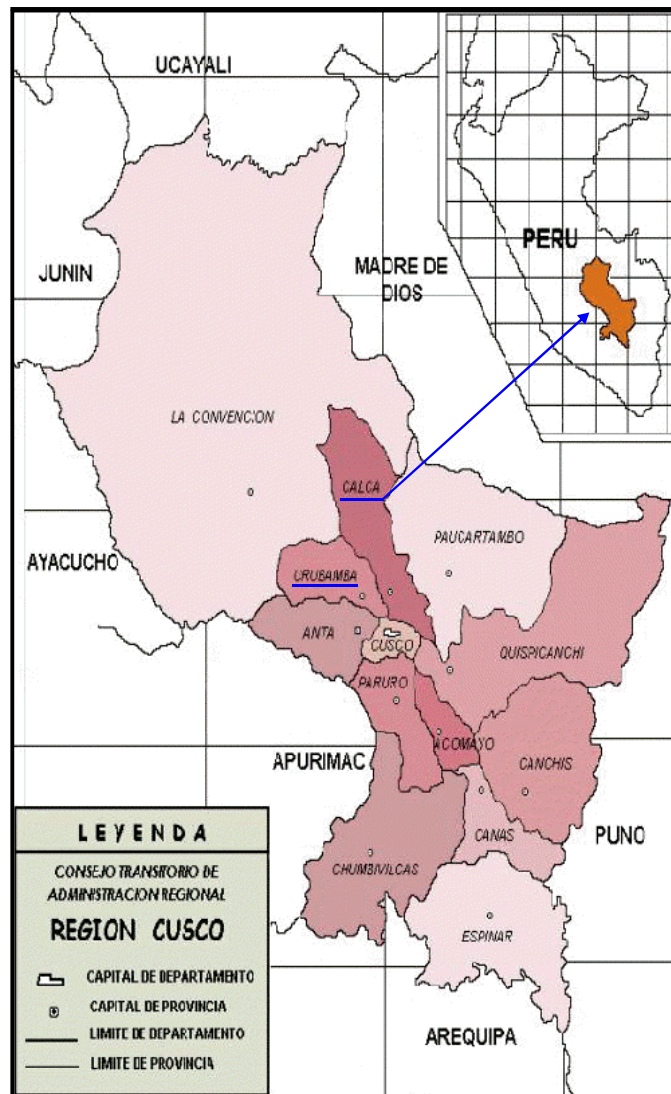


Figura 1. Ubicación de las provincias de Calca y Urubamba.

## ASPECTOS GENERALES

### Análisis ambiental

#### *Subsistema físico natural*

- **Clima.** El clima de la zona es seco y frígido, con grandes precipitaciones pluviales en épocas de invierno (diciembre a marzo) y la época seca entre mayo y octubre.

La precipitación en el área de la cuenca es de 496,17 mm/año, que corresponde a una media de los 10 últimos años, y la temperatura media anual es de 16,69 °C. La dirección predominante de los vientos es de sentido oeste, con velocidades máximas de 2-3 metros por segundo, con mayor predominio entre las 10 a 17 horas.

- **Suelo.** El suelo en el área de las provincias de Calca y Urubamba está constituido por capas de suelos orgánicos, depósitos de arcillas y limos de baja potencia, así mismo gravas de grano fino a grueso y arenas cuarzosas medias distribuidos en terrazas a lo largo del valle en la parte donde se ubican los poblados de Calca y Urubamba. Estos depósitos están cubiertos por flujos de lodo y limos areno-arcillosos de color marrón oscuro; en las quebradas del valle podemos encontrar material anguloso de matriz limo arcilloso-fino, de colores rojizo a marrón oscuro.
- **Geomorfología.** Es caracterizada por su verticalidad y altitud considerables creando el efecto de barrera entre el lado oriental y occidental de los andes.

#### Unidades geomorfológicas

- a) Cerros escarpados.** Es una unidad que se encuentra a lo largo del área, caracterizada por tener pendientes abruptas entre 70-80%. En esta geoforma se dan los procesos de captación del agua de lluvia, por lo que cumple la función de una cuenca de recepción del agua que fluirá por las cárcavas.
  - b) Cárcavas.** Son geoformas originadas por la erosión hídrica, por allí discurre el agua en épocas lluviosas y están conformadas por dos cárcavas principales en la parte baja que se alimenta de una red de drenaje que la llamamos cárcavas secundarias.
  - c) Terrazas fluviales.** Se encuentran a lo largo de ambos márgenes del río en la zona de estudio, formadas por el río Vilcanota.
- **Geología**
    - a) Cuaternario**

**Depósitos fluviales.** Son originados por la acción erosiva y de sedimentación del río Vilcanota durante el cuaternario. Estos depósitos se encuentran a todo lo largo del valle, compuestos por depósitos conglomerádicos,

capas de suelos orgánicos, depósitos de arcillas y limos de baja potencia; así como gravas de grano fino a grueso y arenas cuarzosas medias distribuidos en terrazas a lo largo del valle en la parte donde se ubican los poblados de Calca y Urubamba. Estos depósitos están cubiertos por flujos de lodo y limos areno-arcillosos de color marrón oscuro.

**Depósitos aluviales.** Podemos encontrar estos depósitos sobreyaciendo a los depósitos fluviales, conformados por flujos de barro a manera de conos aluviales en las pequeñas quebradas del valle, con presencia de cárcavas de material anguloso y matriz limo-arcillosos finos, de colores rojizos a marrón oscuro.

#### b) Paleógeno

**Grupo San Jerónimo.** Podemos encontrarlo desde el sector de Huaran, aproximadamente, hasta la capital de provincia que es la ciudad de Urubamba. Compuesta por areniscas gruesas y medias cuarzo feldespáticas intercaladas con lutitas rojas.

#### c) Cretáceo

**Formación Maras.** Podemos encontrarlo desde el distrito de Huayllabamba hasta la ciudad de Urubamba; en esta zona la Formación Maras aflora como parte del Grupo Yuncaypata, ésta yace concordantemente a la Formación Paucarbamba. Se trata de una secuencia caótica como una mezcla de yesos, lutitas y escasas calizas, se estima que tiene un grosor de 100 y 200 metros y se le asigna una edad Albiano Medio (Cretáceo inferior).

**Miembro Maras I.** Se encuentra en la base de la columna estratigráfica y está conformado por estratos de yeso, con escasos horizontes de arcillitas y limolitas rojas o areniscas rojizas.

**Miembro Maras II.** Subyace al miembro Maras I. Este miembro está compuesto mayormente de areniscas rojizas de grano fino a medio con escasos horizontes arcillo-limosos.

**Miembro Maras III.** Se compone mayoritariamente de secuencias alternantes de lutitas y limolitas, en horizontes delgados, las secuencias arcillosas presentan coloración verdosa y se puede observar también escasos niveles de areniscas y abundante contenido de yeso entre las capas.

#### d) Permo Triásico

**Grupo mitu.** Este grupo aflora en la zona de Calca hasta el distrito de Huayllabamba; presenta una serie Vulcano sedimentaria, compuesta de conglomerados y arenisca de color rojo violáceo.

- **Hidrogeología.** Las unidades hidrogeológicas de la zona están compuestas por un acuífero no confinado principal que se encuentra a lo largo de toda la ribera del río Vilcanota en el área de estudio, el cual está conformado, en su mayoría, por gravas de clastos redondeados y arena media a gruesa teniendo como capa impermeable hacia la base limos arcillosos orgánicos y arcillas de color rojiza a marrón oscura. También se puede encontrar acuíferos fisurados a lo largo del valle compuesta por rocas del grupo Mitu, las cuales están fisuradas por acción del tectonismo y meteorización y son recargados por aguas meteóricas producto de las lluvias en la zona. Los acuíferos, en su gran mayoría, están compuestos por rocas de la formación Maras que son poco permeables.
- **Flora y fauna.** Las plantas nativas más importantes son: el ñucchu (*Oppositiflora de salvia*), Ortiga menor (*Urens de urtica*), muña (*Spicata de minthostachys*), chicchupa (*Mandoni de tagetes*), verbena (*Litoralis de la verbena*), quiska del t'ankar (*Pseudoliciooides de solanum*), kantu (*Buxifolia de cantua*). Entre los árboles nativos más importantes tenemos: el chachacomo (*Resinosa de escallonia*), molle (*El molle de schinus*), kiswar (*Longifolia de buddleia o incana*), baya de saúco (*Peruviana de sambucus*), cereza del capulí (*El peruviana de physalis*), tara (*Spinosa de caesalpinia*), pisonay (*Falcata de erythrina*), el sauce llorón (*Hum-boldtiana de salix*), waranway (*Sambucifolia de tecoma*), q'euña (*Incana de polylepis o racemosa*), etc. Hoy uno de los árboles que domina nuestros valles es el eucalipto, importado de Australia en 1880. Otro elemento que ha cambiado el paisaje original del valle es el césped conocido como kikuyo, césped nativo del Eritrea y Abisinia, que fue traído de Kenya y se plantó primero en el valle del Cusco en 1928. Se importó con los propósitos ornamentales y como pastura para ganado. La fauna es pródiga, hay zorros, perdices, venados, cernícalos, pumas, zorrillos; en cuanto a la fauna acuática, destaca la trucha de arco iris y otros peces nativos que son muy raros.

### **Subsistema socioeconómico cultural**

- **Geografía del valle del Vilcanota.** Este valle comparte horizontes entre tierras y valles interandinos de un lado ceja de selva y llanura amazónica se considera desde los 4326 msnm, provincia de Canchis hasta Machu Picchu-Urubamba con una superficie de 8939,2 km<sup>2</sup> en la que se ubican 8 provincias y 42 distritos.

En todo el recorrido del río Vilcanota, de sureste a noreste, el espacio forma su columna económica demográfica y productiva incluyendo más del

80% de los suelos cultivables que son a la vez los más fértiles del Cusco.

Se puede ver la configuración variada en el piso del valle; es otro paisaje notable donde predomina la agricultura comercial vinculada al mercado regional e internacional, en esta parte se encuentran las manifestaciones arqueológicas más importantes, pero –que para el caso del estudio– no están comprendidos en esta zona.

Así en estas tres últimas décadas en este sector del valle del Vilcanota así como en todo el sur peruano la población se ha ido concentrando paulatinamente en los centros poblados en busca de diferentes condiciones de bienestar: acceso a los servicios básicos, servicios sociales, sistemas de comercialización y nuevas fuentes de ingreso.

En 1940 la cuenca del río Vilcanota albergaba alrededor de 240 000 habitantes; en 1993, esa cifra aumentó a 533 338 habitantes; en 53 años la población se multiplicó 2,2 veces; para el 2015 se espera una población que supere los 750 000 habitantes, y de esta población, el 73% vivirá en aglomeraciones urbanas, el resto en zonas rurales, por tanto, ejercerán fuertes presiones sobre el abastecimiento del agua, alimentos y otros bienes; así mismo, significará un aumento de aguas servidas y desechos sólidos, especialmente, de centros urbanos.

- **Población.** Podríamos sintetizar algunos rasgos importantes:

- El carácter urbano del valle del río Vilcanota es el de mayor densidad poblacional, de mayor diversidad económica, y de mayor articulación vial, donde se concentra la mayor densidad de centros poblados.

- El carácter rural y agropecuario de la economía del eje Vilcanota coexiste con la interdependencia del campo y la ciudad.

Según el INEI, la población total de las provincias de Calca y Urubamba es de 56 007 habitantes y 48 254 habitantes, respectivamente y con una tasa de crecimiento urbano de 2,2 a 2,3%.

- a. **Educación.** De la información sobre la situación de la educación en las provincias de Calca y Urubamba, se tiene que el 33,5% de la población de la provincia de Calca y el 25,3% de la población de la provincia de Urubamba, refiriéndose a jefes de hogar, son analfabetos. En cuanto a los niños de 6 a 12 años que no asisten a la escuela, el 18,8% corresponde a la provincia de Calca y el 14,5%, a la provincia de Urubamba.

- b. **Vivienda. Servicios básicos.** En cuanto se refiere a saneamiento ambiental se tiene un alto

porcentaje de hogares sin agua, desagüe ni alumbrado público.

Los servicios básicos como saneamiento ambiental y alumbrado público son escasos en las provincias de Calca y Urubamba (Tabla 3).

Tabla 3. Saneamiento ambiental.

Provincias	% de hogares sin agua desagüe ni alumbrado publico
Calca	48.6
Urubamba	29.1

Fuente: INEI, 1993.

- **Salud.** En cuanto a capacidad instalada de servicios de salud, las provincias de Calca y Urubamba cuentan en total con 39 establecimientos de salud, de los cuales 38 son dependencias del MINSA; uno de ellos funciona de manera integrada con ESSALUD (Calca). En Urubamba funciona además un establecimiento de ESSALUD (Ministerio de Salud, 2003).

*Características biológicas del agua del río*

- **Según Guillen (1997).** De acuerdo al Ministerio de Salud el río Vilcanota está clasificado como un río de clase III (Anexos), así mismo, en las estaciones de Huatanay, las características de coliformes totales están en 13 200 NMP/100 ml, y los coliformes fecales llegan a 7 000 NMP/100 ml, y en la zona de Pachar los coliformes totales llegan a 9467 NMP/100 ml, y los coliformes fecales estuvieron en 8900 NMP/100 ml. Estos valores exceden los límites máximos para los usos I, II, III, IV, de la Ley de aguas (Anexos), (Tabla 4).

Tabla 4. Concentración media de coliformes en el río Vilcanota.

Lugar de muestreo	Coliformes totales (nmp/100 ml)	Coliformes fecales (nmp/100 ml)
Después del río Huatanay	13 200	7000
Pachar	9467	8900

Fuente: Guillen *et al.*, 1997.

- **Según la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental de Cusco (2005).** Esta entidad se encarga de las tomas de muestras, medición de los parámetros de campo y análisis microbiológico, en tanto que DIGESA se responsabiliza de los análisis de me-

tales pesados. Los centros poblados más importantes ubicados a lo largo del río Vilcanota en el área de estudio son: Calca, Urubamba, cuyas aguas residuales domésticas no tratadas que se vierten al recurso acuático y la existencia de residuos sólidos en sus márgenes la impactan negativamente. Las actividades principales desarrolladas son: turismo, agricultura, acuicultura, ganadería, comercio; siendo la actividad minera casi nula. (MINSA-DIRESA, Cusco, agosto de 2005). Las estaciones consideradas son:

- **Estación:** RV-08 río Vilcanota.  
**Descripción:** Aguas arriba de la unión con el río Huatanay.
- **Estación:** RV-09 río Vilcanota.  
**Descripción:** Aguas abajo de la unión con el río Huatanay.
- **Estación:** RV-10 río Vilcanota.  
**Descripción:** Puente de acceso a la localidad Toray (Pisac).
- **Estación:** RV-11 río Vilcanota.  
**Descripción:** Aguas abajo del poblado de Calca.
- **Estación:** RV-12 río Vilcanota-Urubamba.  
**Descripción:** Aguas abajo del poblado de Urubamba.

(MINSA-DIRESA, Cusco, agosto de 2005)

De la evaluación de actividades desarrolladas en la cuenca y de sus características ambientales, las aguas del río Vilcanota-Urubamba se definen como: Clase III: Aguas para riego de vegetales crudos y bebidas de animales.

Los resultados de los monitoreos del río Vilcanota-Urubamba nos indican que:

Agosto, 2005

En el caso de los metales pesados, solamente se tomaron muestras de agua en una estación, es decir la estación RV-11.

- Cobre, cromo, plomo, zinc: Las concentraciones de Cu, Cr, Pb y Zn (en la estación considerada para la evaluación de estos metales pesados) se encuentran por debajo de los valores límite de la LGA (ley general de aguas), Clase III, cumpliendo con esta ley.
- Oxígeno disuelto: En todas las estaciones monitoreadas (05) el OD cumple con la LGA - Clase III.
- Coliformes termotolerantes: Los coliformes termotolerantes superan el valor límite de la LGA - Clase III, en las cinco estaciones monitoreadas no cumpliendo con la referida ley (ver Tabla 5).

Tabla 5

EVALUACIÓN SANITARIA 11-12 DE AGOSTO 2005																		
Parámetro Estación	pH	T°C	Cond $\mu\text{S/cm}$	Ac y g mg/L	ST mg/L	OD mg/L	DBO mg/L	As mg/L	Cd mg/L	Cu mg/L	Cr mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Hg mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	C Total NMP/dL	C Term NMP/dL
Ley de Aguas Clase III	-	-	-	0,5	-	3	15	0,20	0,05	0,50	1,00	-	-	0,01	0,10	25	6,0E+3	1,0E+3
RV -08 Río	7,73	14,7	1224			6,57											>2400	>2400
RV -09 Río	7,76	16,5	1316			5,56											>2400	>2400
RV -10 Río	7,82	16,8	1092			5,54											>2400	>2400
RV -11 Río	7,80	17,2	1146			4,79				<0,005	<0,05	2,126	0,137		<0,025	<0,038	>2400	>2400
RV -12 Río	7,71	13,1	1016			5,23											>2400	>2400



No dectados a voalores menores  
No supera el valor límite de la LGA  
Supera el valor límite de la LGA

Toma de muestras: DIGESA y DESA Cusco 11/12-08-2005  
Remisión de muestras: Oficio N° 2712-2005-GR-DRSC-DG-DESA  
Análisis metales pesados: DIGESA - Inf. de ensayo N° 0785 - Cód. 6595 al 6612  
Análisis microbiológico: DESA Cusco

Reg. DIGESA  
-  
12483 del 25-08-2005  
-

## IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Las principales fuentes de contaminación son principalmente las producidas por vertidos municipales provenientes de actividades urbano-domésticas y residuos sólidos y en menor proporción, los provenientes por actividades ganaderas y agrícolas, así como el turismo en menor magnitud, pero en aumento progresivo.

- **Fuentes naturales.** Se trata de aquellas fuentes de origen natural, generalmente las que son originadas por las lluvias, como el arrastre de sedimentos de los lechos del río y de las quebradas adyacentes.

Estas causas naturales ocasionan colmatación de los bordes del cauce y la variación ligera del curso del mismo, así como su efecto en la escasa diversidad y el ecosistema del río.

- **Fuentes antrópicas.** Son las producidas por las diferentes actividades humanas.

Podemos citar como uno de los principales puntos de contaminación el río Vilcanota antes de llegar al área de estudio pues éste, a su paso por el valle del mismo nombre, recibe una serie de aportes de contaminantes urbano-domésticos, principalmente del río Huatanay que es considerado un colector de aguas residuales generadas en la ciudad del Cusco (Consorcio de investigación económico-social), así como de la actividad ganadera y otro tipo de industrias en menor proporción.

**Río Cochoc.** Este río cruza la ciudad de Calca, recibe durante su trayectoria diferentes clases de contaminantes, en su mayoría líquidos y sólidos de origen urbano-domésticos que afectan la fauna y flora del río en los meses donde no se presentan lluvias (abril a julio); en épocas de lluvias el caudal del río aumenta considerablemente así como los sólidos suspendidos en él siendo, esencialmente, este río es estacionario. (Foto 1)



Foto 1. Río Cochoc, octubre de 2005, Calca.

**Río Tullumayu.** Atraviesa la parte central de la ciudad de Urubamba, es principalmente un colector que recibe durante su trayectoria diferentes clases de contaminantes, en su mayoría líquidos y sólidos de origen urbano-domésticos, que afectan de manera considerable la fauna acuática (Foto 2).



Foto 2. Río Tullumayu, octubre de 2005, Urubamba.

Las aguas residuales son conducidas al río Vilcanota en dos vertientes; la que corresponde al área Oeste a través de un emisor de 14" y el del área Este mediante tres pequeñas descargas de 8" sin tratamiento previo (SEDA-CUSCO-2004).

El sistema alcanza los 3 litros/segundo en hora pico. Cuenta con colectores, emisores, interceptores, los cuales presentan buen estado de conservación. El sistema de alcantarillado de Urubamba no tiene planta de tratamiento de aguas servidas, siendo el río Vilcanota, el cuerpo receptor de las aguas residuales.

**Efluentes urbanos-domésticos.** Podemos encontrar esta fuentes en las capitales de provincias, principalmente Calca y Urubamba, que descargan directamente sus efluentes al río Vilcanota sin tratamiento previo (Fotos 3, 4, 5).



Foto 3. Efluente de aguas residuales al río Vilcanota, octubre de 2005.



Foto 4. Efluente de aguas residuales al río Cochoc y río Vilcanota, octubre de 2005.



Foto 5. Efluente de aguas residuales domésticas al río Vilcanota, octubre de 2005.

**Aportes de carga orgánica de actividades ganaderas y otras actividades.** Estos aportes de contaminantes son generalmente difíciles de controlar, pues principalmente la actividad ganadera está dispersa a lo largo de todo el valle, así mismo la actividad agrícola está presente en ambas márgenes del río Vilcanota y no solamente en el área de estudio.

No se conoce exactamente el grado de contaminación por agroquímicos que son utilizados en la agricultura y que por las lluvias descargan directamente al río. (IMA-CUSCO, 1997)

**Aportes de carga por residuos sólidos.** El Municipio de Urubamba cuenta con un relleno sanitario que recoge los residuos de la ciudad de Urubamba y Huayllabamba, el resto de centros poblados no cuenta con este servicio y solo tienen botaderos y, en algunos casos, los pobladores asentados en las riberas del río prefieren arrojar sus residuos sólidos directamente al río causando gran daño. Cabe mencionar que otro aspecto muy resaltante es el gran incremento de la actividad turística en el área de estudio, la cual incorpora también residuos sólidos en el río, materiales plásticos en su mayoría (Fotos 6, 7, 8).



Foto 6. Residuos sólidos en el puente de la provincia de Urubamba, octubre de 2005.



Foto 7. Residuos sólidos en la provincia de Calca zona Minasmocco.



Foto 8. Residuos sólidos en la provincia de Calca, octubre de 2005.

### Efectos de la contaminación

Los principales efectos directos son los causados en la salud de los pobladores que consumen directamente el agua del río en las zonas rurales del valle. Otros efectos son:

- En la fauna acuática local ha disminuido considerablemente.
- Enfermedades a la piel por el contacto directo con el agua del río.
- La contaminación de los cultivos agrícolas por el riego con estas aguas.
- El efecto negativo sobre el turismo en la zona que es una actividad que genera ingresos económicos a los pobladores de esta zona.
- Deterioro del paisaje de la zona por causa de los residuos sólidos arrojados en el río.

### PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y POSIBLE REMEDIACIÓN

Para el sector comprendido en el área de estudio, los niveles elevados de contaminantes que impactan de

manera negativa en la zona afectan principalmente a la población, la agricultura y el turismo de esta zona. Los principales contaminantes son los que provienen de los vertimientos líquidos urbanos y los sólidos en menor cuantía. Se observa alta concentración de coliformes fecales y totales en el agua del río Vilcanota.

La propuesta de mitigación y posible remediación para la contaminación de las aguas del río Vilcanota está basada en algunos instrumentos de gestión y participación de los actores involucrados en el cuidado del medio ambiente. Se plantean medidas de mitigación por ser un problema integral de toda la cuenca del río Vilcanota.

Se plantea involucrar a los municipios, centros educativos, organizaciones sociales y privadas y operadores turísticos.

Por la importancia que tiene esta zona para muchas actividades como la turística, recreacional y agrícola de la región, debería servir de base para la adecuada gestión de las aguas de los ríos de la sierra peruana.

#### Para vertimientos de efluentes provenientes de actividades urbano-domésticas

Los efluentes provenientes de actividades urbano domésticas, principalmente los líquidos, son los que producen la contaminación de las aguas del río Vilcanota; estos efluentes no reciben ningún tratamiento y son arrojados directamente al río.

#### Propuestas de gestión

Las autoridades de las municipalidades de Urubamba y Calca son las directamente responsables en el área de su territorio municipal así como las diferentes empresas de saneamiento ubicadas en esta zona que son de directa dependencia de los municipios; también recae la responsabilidad en las autoridades de los municipios de la parte superior de la cuenca que vierten contaminantes al río.

La implementación de políticas, la asignación de presupuesto y el cumplimiento de las normas establecidas facilitarán el manejo sostenido de este recurso.

Se plantea como alternativa la construcción de lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales, que son adecuadas para pequeñas poblaciones.

Otra alternativa planteada para esta zona es la del sistema de tratamiento mediante tanques IMHOFF, este sistema es planteado por el Ing. Carlos H. Loaiza para optimizar los usos de los terrenos en la zona y evitar los efectos en el uso de áreas grandes de las lagunas de estabilización.



### Para residuos sólidos

Los residuos sólidos principalmente provenientes de actividades urbano-domésticas causan contaminación en el río, así como deterioro del paisaje natural de la zona que no cuenta con rellenos sanitarios, sólo con botaderos, salvo la ciudad de Urubamba.

### *Propuestas de medidas de mitigación y posible remediación*

Se propone una adecuada gestión por parte de los municipios y campañas de educación de la población pero con mayor énfasis la construcción de rellenos sanitarios para las poblaciones que no cuentan con ellos y una adecuada recolección de los residuos sólidos

## PARTICIPACIÓN CIUDADANA

No existe una organización adecuada por parte de los sectores encargados del desarrollo y el cuidado de las zonas ubicadas en el área de estudio como son los municipios, las organizaciones sociales y el sector privado.

Se plantea la participación de las distintas organizaciones y los pobladores de manera organizada en la implementación de las medidas de prevención y mitigación de los problemas ambientales de la zona de estudio así como en la toma de decisiones en la parte de gestión y en la constante fiscalización del cumplimiento de todas las medidas a realizar.

La activa participación de la ciudadanía depende de una adecuada formación ambiental de la ciudadanía y la capacitación de las personas encargadas de la gestión.

## Tratamiento del cauce del río Vilcanota

Se recomienda el tratamiento de las riberas del río Vilcanota con la ejecución de obras de control de erosión y protección de las riberas para poder evitar daños en las áreas adyacentes a éstas en épocas de lluvias y la contaminación de las aguas subterráneas.

## Planeamiento urbano

A este nivel se tiene que adecuar el planeamiento de la zona teniendo en cuenta.

- Las áreas agrícolas existentes tendrán que ser conservadas, pues no impactan de manera negativa en el paisaje de la zona.
- Recuperar las zonas afectadas por la disposición inadecuada de residuos; en algunos casos, reforestar áreas circundantes al río afectadas por este motivo.

## Programa de monitoreo ambiental

El monitoreo es una de las herramientas de vital relevancia para la gestión ambiental, porque permite evaluar las tendencias temporales y espaciales de la calidad o estado del ambiente. Dicha herramienta ayuda a implementar acciones a priori, evitando que la degradación ambiental adquiera un carácter irreversible, evaluar los efectos de la introducción de contaminantes al ambiente. Este monitoreo se realizará a través de la medición periódica de todos los parámetros ambientales que sirven como indicadores de los impactos generados por las diversas fuentes de contaminación, y para evaluar el efecto de las medidas de mitigación, remediación y sistema de gestión.

## CONCLUSIONES

- Del análisis ambiental realizado en la zona de estudio se pudo determinar que la contaminación en las aguas del río Vilcanota en el área de Calca-Urubamba excede los límites máximos permisibles, como es el caso de coliformes fecales y totales de acuerdo a la ley de aguas.
- Se puede observar que durante las épocas de lluvia este río es también afectado por la contaminación, producto del material suspendido y particulado que es arrastrado por el río.
- Las principales fuentes de contaminación están constituidas, principalmente, por los efluentes líquidos provenientes de las actividades urbano-domésticas de las distintas poblaciones asentadas en el área de estudio y de las poblaciones que se ubican en la cuenca alta de esta zona.
- Otra fuente de contaminación del río, de menor magnitud, pero que si afecta de manera negativa al paisaje y al turismo de la zona, es la contaminación por residuos sólidos domésticos.
- La efectividad de las medidas de mitigación y remediación que pudieran asumirse dependerán, para su cumplimiento, de la activa participación de las poblaciones y el impulso adecuado por parte de los municipios de la gestión de esta zona.
- El alto nivel de coliformes fecales nos indica que el río es contaminado, principalmente, por efluentes líquidos urbano-domésticos.

## RECOMENDACIONES

- Las propuestas de remediación y mitigación están relacionadas con las actividades que se realizan con mayor intensidad en la zona de estudio, como es la agricultura y el turismo que necesitan de un adecuado manejo ambiental.

- Se recomienda que las entidades privadas encargadas de las actividades de turismo y la población organizada en conjunto con los municipios, participen de manera activa en la gestión y en la ejecución de las medidas de remediación y mitigación a efectuarse.
  - Se recomienda elaborar un manual de gestión ambiental para el manejo adecuado y ordenado del área de estudio así como para el entendimiento de la población en general y dinamizar la participación de todos los pobladores y autoridades de la zona.
  - Se recomienda realizar estudios más detallados para la ubicación de las zonas de tratamiento de aguas provenientes de usos urbano-domésticos así como para la ubicación de los rellenos sanitarios para los residuos sólidos.
  - Se recomienda realizar un adecuado planeamiento urbano en esta zona para prever el acelerado crecimiento poblacional y el incremento de la actividad turística en la zona.
  - Se recomienda conservar las áreas agrícolas y naturales en las márgenes del río para la mejor conservación de este y de su ecosistema.
2. Cabrera Carranza C. (2002). *Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay: propuesta de recuperación*. Tesis (Mg.) Mención: Ordenamiento y gestión ambiental. UNMSM. Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas. Escuela de Post-Grado, 182 pp.
  3. Centro Bartolomé de la Casas (2003). *Evaluación social e institucional y análisis de riesgos en el valle del Vilcanota*, Cusco, 175 pp.
  4. Consorcio de Investigación Económica y Social Observatorio del Derecho a la Salud (2005). *Construyendo ciudadanía derecho humano al agua ciclo hidrológico de los afluentes del río Vilcanota*. Según Guillen, 1997 (1), Cap. IV IMA, Cusco (93) 285 pp.
  5. Fair, Geyer, Okun (2002). *Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales*. 547 pp.
  6. SEDACUSCO S.A. Informe de supervisión y fiscalización numero174-2004 SUNASS-120-F
  7. Carlos Hugo Loaiza Schiaffino (1999). *Tratamiento de aguas servidas de pequeños poblados en la subcuenca del río Huatanay*. XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES-Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), 16 pp.
  8. Ministerio de salud-Minsa-Diresa-Cusco (2002). *Vigilancia de la calidad de los residuos hídricos río Vilcanota*.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Allende Ccahuana Teófilo (2002). *Evaluación geológico ambiental de áreas para relleno sanitario de las ciudades de Urubamba, Ollantaytambo y Machupicchu, departamento de Cusco*. 24 pp.