

Modelo de simulación para la identificación y
cuantificación de los impactos ambientales producidos
en el río Suches

Laura Andrea Soliz Miranda
laura.soliz.8@gmail.com

2016

Índice de Contenido

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCIÓN	1
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
4.	OBJETIVO	5
5.	IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN	5
6.	METODOLOGÍA.....	5
7.	DESCRIPCIÓN DEL MODELO.....	6
8.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	7
9.	RESULTADOS	8
10.	CONCLUSIONES	9
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	9

Modelos de Simulación para la Identificación y Cuantificación de los Impactos Ambientales en el Río Suches

1. RESUMEN

La cuenca del río Suches, en su porción alta y media se constituye en la frontera política natural entre Bolivia y Perú. Las nacientes de esta cuenca se ubican tanto en Perú como Bolivia, específicamente en la cordillera de Apolobamba, y su desembocadura se encuentran en territorio Boliviano, en la zona del lago Mayor del lago Titicaca.

La cuenca del río Suches cuenta con 53 comunidades que se asientan en un área cercana a lo largo de esta corriente de agua dulce. Las principales causas de contaminación debido al tipo de actividades que se realizan en la región son: la contaminación por mercurio, proveniente de las actividades de extracción de oro y por la descarga de residuos sólidos y líquidos que son depositados debido a una inadecuada gestión y planificación municipal en las diferentes comunidades.

La cuenca del río Suches se encuentra como límite del Área Natural de Manejo Integrado – ANMI Apolobamba, y es debido a esto que es importante realizar monitoreos y controles continuos que garanticen la preservación y conservación de los ecosistemas de la región.

Desde el punto de vista biológico y de conservación de la flora y fauna silvestre en el ANMI Apolobamba, la acumulación de mercurio en el suelo y sedimento y las descargas de residuos líquidos y sólidos se constituyen en un punto central y estratégico del presente estudio puesto que los primeros eslabones de la cadena alimentaria comienzan en los cuerpos acuáticos; los cuales influyen tanto en la conservación del ecosistema como en la salud de las comunidades que se encuentran en la región.

2. INTRODUCCIÓN

En nuestro planeta, la pequeña fracción de agua dulce de los cuerpos de agua continentales constituye un recurso cada vez máspreciado para los diferentes usos de la humanidad, que duplicó su población de 3 mil millones a 6 mil millones entre los años 1960 y 2000, bordeando actualmente los 7 mil millones. Mientras que la demanda de agua de buena calidad, se incrementa continuamente, su disponibilidad se hace más limitada por problemas de contaminación y por alteraciones en el ciclo hidrológico, a causa del cambio climático.

El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el

que arrojamos los residuos producidos por nuestras actividades. Pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, etc., se encuentran, en cantidades mayores o menores, al analizar las aguas de los ríos y lagos en el País. Muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana, y dañinas para la vida.

En Bolivia, a 23 años de la promulgación de la Ley de Medio Ambiente y 20 años del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, que establece normas de calidad de agua, todavía no se observa una reducción significativa de la contaminación de aguas. Muchos ríos y los acuíferos asociados siguen recibiendo las descargas de centros urbanos, de la industria manufacturera y de actividades mineras, constituyéndose en un peligro para la salud humana y ambiental. La contaminación hídrica en el país presenta las siguientes fuentes: Contaminación doméstica, Contaminación Minera, Contaminación Industrial y Contaminación por Hidrocarburos.

En el caso de la Cuenca del río Suches la contaminación doméstica y la contaminación minera son los principales causantes de la presencia de agentes tóxicos tanto en el agua como en la fauna, flora y suelo que absorben estos químicos.

Es importante mencionar que la cuenca del río Suches se encuentra altamente degradada por acción de la minería, lo que ha determinado cambios en las características naturales de la cuenca. (LIDEMA, 2010)

El factor fundamental sobre la preservación de la cuenca del río Suches es que se encuentra ubicado como límite del Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba, es decir presenta una alta importancia biológica para conservación; además que sus aguas desembocan en el Lago Titicaca y son utilizadas por 53 comunidades que se encuentra en la región, y la modificación en su calidad afectaría la salud de la población.

En las siguientes figuras se muestra su ubicación:

Figura 1: Ubicación de la Cuenca del Río Suches respecto al ANMI Apolobamba

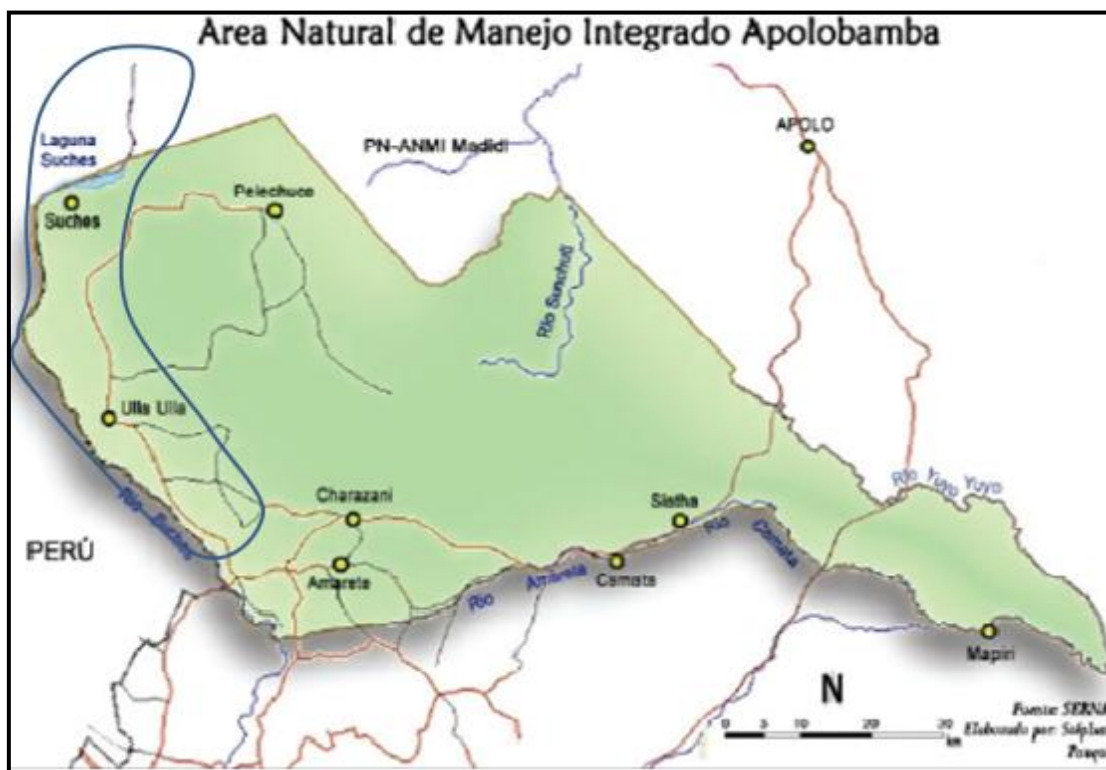


Figura 1. Mapa del Area Natural de Manejo Integrado ANMI-Apolobamba. El polígono inserto indica la cuenca del río Suches. (Figura tomada de Pauquet, 2005)

Figura 2: Ubicación de la Cuenca del Río Suches

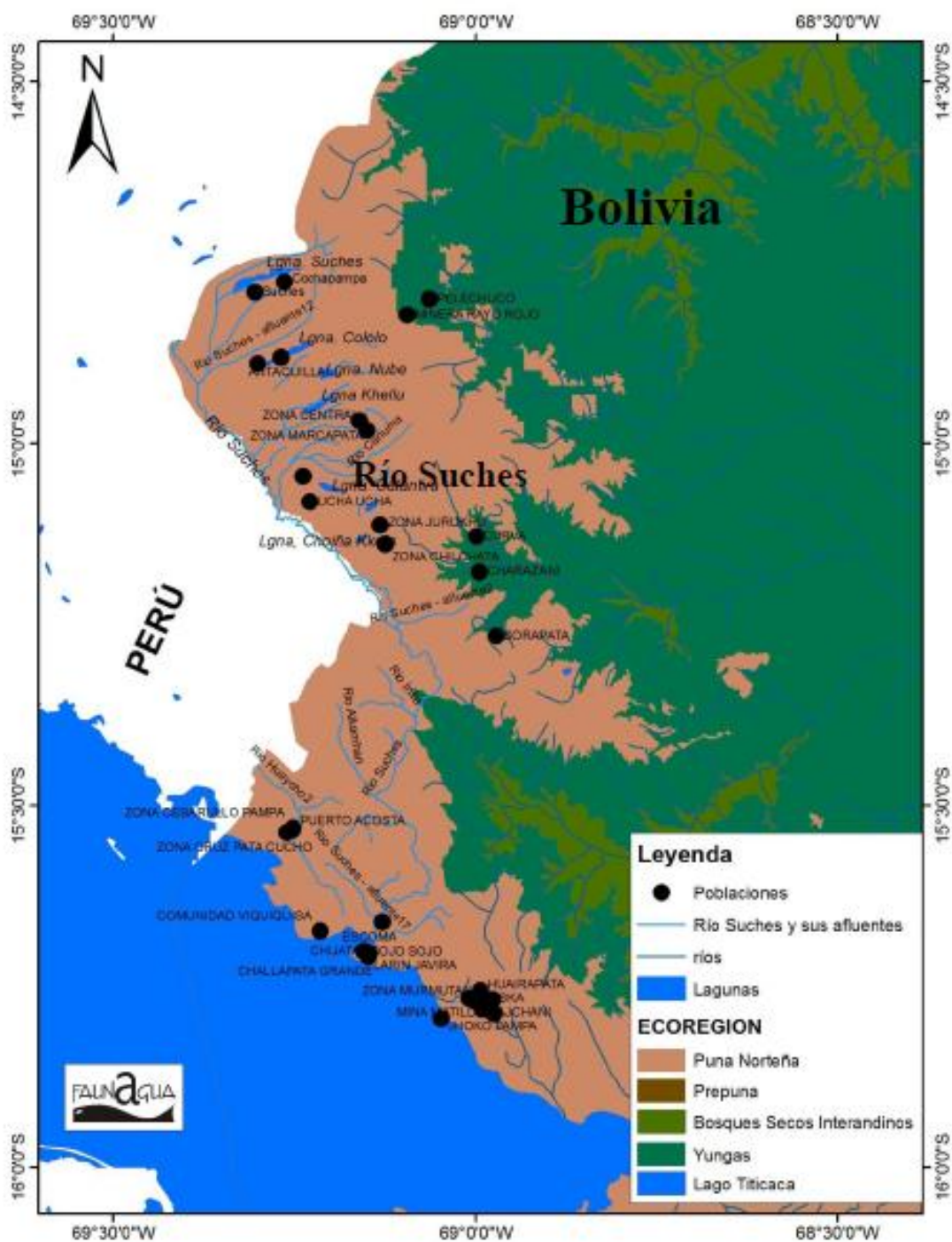


Figura 2. Mapa físico de la cuenca del río Suches, (Figura tomada de Perez, 2012)

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Cuenca del Río Suches ubicada entre Perú y Bolivia se encuentra afectada por distintas actividades que descargan sus residuos de manera directa, modificando así la calidad del agua y afectando a la fauna, flora y poblaciones de la región.

4. OBJETIVO

- Identificar las principales causas y consecuencias de la contaminación de la Cuenca Suches y plasmarla en un modelo para una mejor comprensión del problema.

5. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

Es imperativo determinar las causas y consecuencias de la contaminación de las aguas de la Cuenca del Río Suches debido a que de esta manera se puede tomar las medidas correspondientes para mitigar los impactos ambientales y sociales a mediano y largo plazo.

6. METODOLOGÍA

Para realizar el presente trabajo se ha utilizado la herramienta de Modelización de Dinámica de Sistemas a través del análisis bibliográfico y la utilización del programa VENSIM para obtener resultados que muestren de manera gráfica el problema planteado. Se realizó el siguiente proceso para la obtención del modelo:

- La identificación y análisis del objetivo de estudio, que se refiere a definir el sistema que se estudiará, las entidades que conforman el sistema, las variables, el entorno, los límites y el objetivo del sistema.
- La recolección de datos es la parte más lenta y costosa, ya que exige tiempo y dedicación, además es la parte que reflejará el éxito de los resultados según la calidad de la información.
- El diseño del modelo de simulación, es donde se expresan los conocimientos e información de los dos pasos anteriores, dentro de una mezcla que constituirá un reflejo de la esencia del sistema, así como de los cambios deseados en los parámetros y variables para ver distintos escenarios de este.
- La construcción del modelo, su validación y verificación son los pasos que despejan las dudas respecto a la funcionalidad del modelo en relación a la realidad del problema planteado.

- Por último el análisis del modelo de simulación es el punto en el cual se estudian los resultados obtenidos y se utilizan distintos datos para simular el proceso de repetir el comportamiento del sistema bajo distintas condiciones.

7. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo realizado comprende tres partes:

A. Causas de la contaminación de la Cuenca:

Entre las principales causas identificadas se tiene a:

- Contaminación por minería: La extracción de oro es la principal actividad minera en la región, es por este motivo que se han encontrado en los análisis de calidad del agua cantidades considerables de mercurio, dicho elemento químico es perjudicial tanto para la población como de la flora y fauna de la región que absorbe esta sustancia.
- Contaminación por aguas residuales: El sistema de aguas residuales de las poblaciones que se encuentran en el área circundante a la cuenca no cuentan con un adecuado Plan para el tratamiento de las aguas residuales, por lo que estas son vertidas directamente a los cuerpos de agua.

B. Consecuencias de la contaminación de la Cuenca

Entre los principales impactos que se genera a raíz de la contaminación de la cuenca se presentan:

- Enfermedades: la contaminación hídrica es una de las principales fuentes de enfermedad gastrointestinales en niños menores de un año, causados por bacterias, virus y protozoarios patógenos que se dispersan a través de la ruta fecal-oral y que potencialmente pueden ser transmitidos por el agua de consumo, utilizada para diversas actividades en el hogar. Entre las enfermedades tenemos cólera, hepatitis y disentería.
- Contaminación del suelo: desequilibrio físico, químico y biológico causado por el arrojado de residuos domésticos, uso indiscriminado de agroquímicos y aguas residuales, que afectan negativamente a las plantas, a los animales y a los seres vivos.
- Productos contaminados: entre los principales productos agrícolas contaminados tenemos a las hortalizas y frutas, las cuales son regadas por el agua del río.

C. Medidas de mitigación

- Limpieza del río: para la limpieza de un río se debe iniciar con solucionar la causa del problema, es decir controlar el vertido de mercurio por parte de las cooperativas mineras y realizando proyectos de captación y tratamiento de aguas residuales antes de ser vertidas a los cuerpos de agua.
- Multas: las multas o sanciones deben ser aplicadas para las cooperativas que no cumplan con un Plan de Manejo de residuos químicos adecuado.
- Educación Ambiental: Para que la población exija al Estado un plan de tratamiento de aguas residuales debe conocer las causas y consecuencias de la contaminación de los ríos, es por este motivo que es importante inculcar la cultura ambiental entre los pobladores de la región.

8. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

a) Variables de nivel:

- Contaminación de la Cuenca

b) Variables de flujo:

- Total agua residual (Entrada)
- Concentración de Hg en el río (Entrada)
- Entrada
- Salida
- Concentración de Hg en Pez
- Entrada de Pez
- Salida de Pez

c) Variables auxiliares:

- Producción per cápita
- Total Población
- Número de cooperativas
- Mercurio utilizado por cooperativa
- Tasa de retención en pez
- Contaminación de alimentos
- Muerte de seres vivos
- Enfermedades

- Contaminación del suelo

d) Variables constantes:

- Educación Ambiental
- Multas
- Tasa de limpieza del río

9. RESULTADOS

A continuación se muestra la figura del modelo de simulación realizado:

Figura 3: Modelo de Simulación para la contaminación de la Cuenca del Río Suches

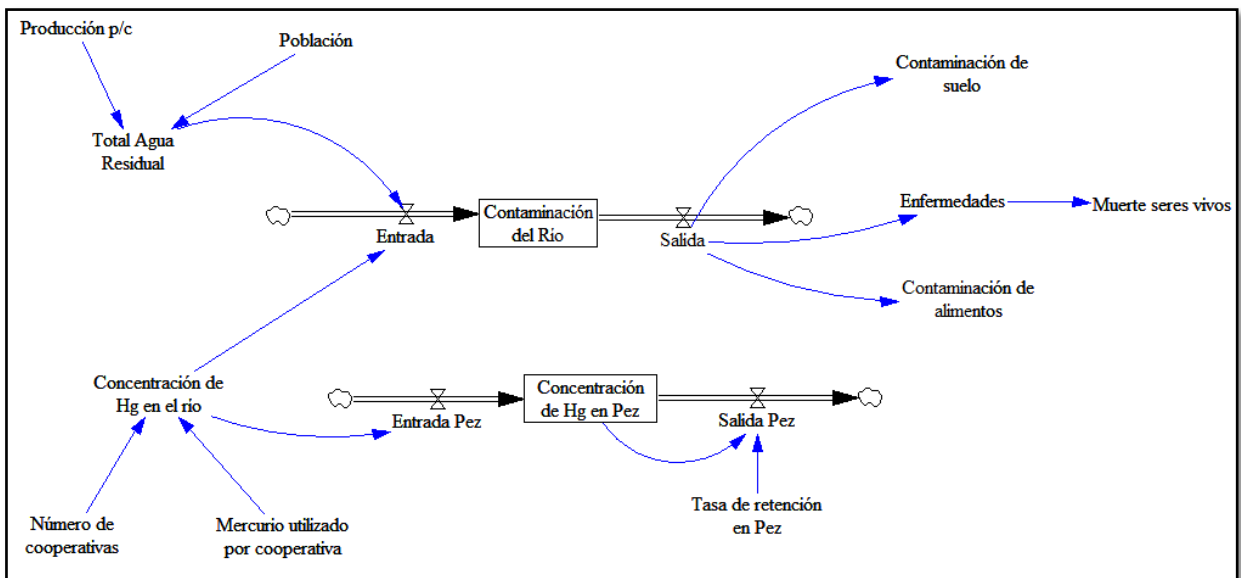


Figura 3. Modelo de simulación, elaboración propia

De acuerdo a este modelo y con los datos obtenidos, se pudo observar que la contaminación de la cuenca del río Suches es un problema ecológico y social que va en aumento debido a la falta de políticas que regulen la actividad minera en el sector y de proyectos que ayuden a la captación y tratamiento de las aguas residuales provenientes de las comunidades.

Las consecuencias de esta contaminación se pueden verificar en los análisis de calidad de agua, así como en plantas y animales que captan los contaminantes y los transfieren a través de la cadena trófica.

De acuerdo al modelo, un aumento en la cantidad de mercurio en el agua y la continua descarga de aguas residuales aumentará la cantidad de población enferma que ingiere los

contaminantes a través del consumo de alimentos que estuvieron de alguna forma en contacto con los contaminantes mencionados.

10. CONCLUSIONES

De acuerdo al modelo realizado se puede observar que las principales causas de contaminación del río Suches son la minería y el vertido de aguas residuales, las cuales causan problemas ambientales y sociales como la contaminación de suelo y alimentos, pérdida de población de fauna y flora y generación de enfermedades en la población de las comunidades aledañas que pueden terminar en la muerte.

Es así que de acuerdo al análisis realizado se ve por pertinente la creación de políticas que capten financiamiento para proyectos de mitigación ambiental en la región.

11. BIBLIOGRAFÍA

- LIDEMA, *Estado Ambiental de Bolivia, 2010*, Bolivia, Pág. 214-231
- García, Juan Martín, *Teoría y Ejercicios Prácticos de Dinámica de Sistemas*, 2014, Barcelona, España, Cuarta Edición.
- Pérez Tamara , *Estado de Contaminación de Cuerpos de Agua*, Junio – 2012, Bolivia
- Pouilly Marc, *Diagnóstico de Contaminación por Mercurio en Bolivia*, Agosto – 2008, Bolivia

**Evaluación: Es un trabajo excelente
10/10**

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the bottom.

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



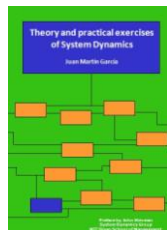
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



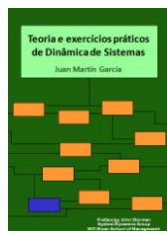
[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)