

**RESTAURACIÓN AMBIENTAL SOSTENIBLE DE SUPERFICIES
DEGRADADAS EN EL VALLE DEL MANTARO, PERÚ**

Héctor Andrés Agosto
haagot@hotmail.com

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
DESARROLLO	5
• La degradación superficial y la restauración ambiental	5
• Objetivos de la investigación	8
• Aportación ambiental	8
METODOLOGÍA	8
• Técnicas de investigación	8
• Procesamiento y análisis de datos	8
DINAMICA DEL SISTEMA	9
• Modelo de simulación de las superficies degradadas en el valle del Mantaro	9
• Resultados del modelo de simulación	15
CONCLUSIONES	17
BIBLIOGRAFIA	18

RESUMEN

El valle del Mantaro, localizado en la región Altoandina de Perú, es la principal dispensa alimenticia de la capital, Lima. Sin embargo, la ausencia de un ordenamiento territorial y una adecuada planificación ambiental ha generado que las distintas actividades que ocupan el territorio se encuentren en una lucha de poder por dominar la superficie. Para tener una percepción de la disponibilidad de superficie que existe en un periodo de tiempo determinado y del comportamiento que tiene cada una de ellas, se creará un modelo de simulación utilizando el “software” Vensim PLE. Los resultados obtenidos de esa simulación están basados en las informaciones compiladas y en la realidad actual del valle.

Palabras claves: degradación de superficies, valle del Mantaro, restauración ambiental, modelo de simulación ambiental, disponibilidad de superficie, crisis ambiental

SUMMARY

The Mantaro Valley, located in the high Andean region of Peru, is the main food dispensation from the capital, Lima. However, the absence of a proper land use and an adequate environmental planning has meant that the various activities that occupy the territory are in a power struggle for dominate the area. To get a sense of the surface availability that exists in a certain period of time and the behavior that each one of them have, it will be created a simulation model using the software Vensim PLE. The results of this simulation are based on the information compiled and the current reality of the valley.

Keywords: surface degradation, Mantaro Valley, environmental restoration, environmental simulation model, surface availability, environmental crisis

1. INTRODUCCIÓN

La desertificación, sequía y pobreza que ha experimentado el planeta Tierra es el resultado de la degradación ambiental causada por el ser humano. Con una huella ecológica muy alta y un sentido opuesto del ser humano en ser buen administrador de los recursos, el asunto ambiental se ha convertido en uno intolerante e insostenible.

El afán de naturalistas, ecólogos, científicos y personas comunes por ayudar a la naturaleza a recuperarse, a veces resulta muy difícil ante el revés ecológico, los procesos antropogénicos y el cumplimiento de las leyes ambientales. Con la hegemonía de la globalización y la explotación desmedida de los recursos naturales, la degradación y sus consecuencias son más que evidentes en distintas partes del mundo, afectando grandemente la existencia y permanencia de todas las especies.

Para este proyecto, el caso que nos atañe es el valle del Mantaro en Perú. Esa valorada zona alto andina, con mosaicos paisajísticos pintorescos que se contrastan y complementan entre sí; también es de vital importancia porque es la dispensa principal de alimentos de los diez (10) millones de habitantes que se encuentran en la capital, Lima. Sin embargo, el valle del Mantaro está experimentado diversas actividades que están transformando todo su territorio, trayendo consigo alteraciones, fragmentaciones y degradaciones. La expansión urbana, el cambio climático y la ausencia de compromiso son algunos de los gradientes que han socavado la gestión ambiental.

Por ello, la vía más adecuada para restablecer esas áreas o superficies degradadas es precisamente intervenir con ellas y restaurarlas ambiental. Esta práctica permite en cierta manera que procesos tales como la sucesión ecológica, la reintroducción de especies nativas, la mutualidad entre especies, entre otros; contribuyan con la naturaleza a acelerar el equilibrio y la armonía; según lo establece la teoría de Gaia.

2. DESARROLLO

2.1 La degradación superficial y la restauración ambiental

La transformación y alteración de los ecosistemas a través del mundo cada vez amplía la brecha entre la pérdida de biodiversidad, la insostenibilidad y la huella ecológica. La destrucción de bosques, áreas verdes, manantiales, ríos, nevados, humedales, cerros; en conjunto con la contaminación y la idea de que los recursos naturales nunca van a agotarse, están creando un gran problema de gestión ambiental y desarrollo sostenible. Los esfuerzos mundiales por detener esta problemática se hace evidente ante el grado de fragmentación presente en diferentes partes del planeta. Según la Organización de Naciones Unidas: dos (2) billones de hectáreas de superficie en el mundo están degradadas, encontrándose la mayor parte en las zonas húmedas. Esta transformación superficial se debe al aumento desproporcionado de la población humana y al consumo insostenible de sus recursos.

Basado en la Sociedad Internacional de Restauración Ecológica, la restauración se define como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, aún con las tremendas presiones que los humanos actualmente ejercen sobre los ecosistemas. El grado de degradación de un ecosistema surge como consecuencia de las actividades humanas, los procesos naturales o una combinación de ambos¹.

Para que una restauración sea efectiva, depende en gran medida de las condiciones eco sistemáticas en que se encuentran. El éxito de la restauración dependerá del compromiso que exista entre los actores involucrados en llevar a cabo los trabajos de restauración, y por otro, del grado de modificación que

¹ Barrow, C. J. Land degradation. Development and breakdown of terrestrial Environments. Cambridge University Press. N.Y.; 1991.

sufrieron las características intrínsecas del propio ecosistema, la composición de especies, la estructura y su funcionalidad, etc.².

La diversidad biológica y la gama de ecosistemas que existen en el Perú están sufriendo impactos directos, algunos de ellos con significancia ambiental. La restauración ecológica sostenible resulta ser una alternativa para subsanar los daños causados a la naturaleza, basados en la integridad de los ecosistemas, la preservación de la biodiversidad y la sostenibilidad de las especies y ecosistemas.

El valle del Mantaro no es la excepción y la importancia del mismo lo amerita, ya sea por ser parte de la cordillera de los Andes, por su capacidad de producción alimentaria, por la biodiversidad que contiene, por los grandiosos panoramas que lo componen o por la interrogante de que sucederá cuando ya no exista. Parte de las prácticas comunes de las culturas pre-incaicas e incaicas era la de plantar especies forestales en el valle tales como el aliso (*Alnus acuminata*), chachacomo (*Escallonia spp*), quinal (*Polylepis spp*), quishuar (*Buddleja incana*) y el molle (*Schinus molle*). Sin embargo, con el advenimiento de la conquista española los árboles plantados eran utilizados como leña, madera de construcción y estabilización de laderas hasta mermar considerablemente la población^(3,4).

² Márquez Huitzil, Juárez R.B., Gutiérrez S. Informe final del Programa de Evaluación de la Restauración ecológica. Convenio Apasco- Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México; 1998.

³ Padilla, S. Manejo agroforestal andino, Quito, Ecuador, Proyecto FAO Holanda DFPA, 262. 1995. Citado por Instituto Geofísico del Perú. Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro. ISBN: 978 612 45795 5 4. Lima, Perú; 2012.

⁴ Chepstow-Lusty, A., Jonsson, M. Inca agroforestry: lessons from the past. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 29 (6): 322-328. 2002. Citado por Instituto Geofísico del Perú. Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro. ISBN: 978 612 45795 5 4. Lima, Perú; 2012.

En el siglo 19, el valle del Mantaro fue el primer lugar del Perú donde se iniciaron actividades de reforestación con la introducción del *Eucalyptus globulus* por parte de los frailes franciscanos del Convento de Ocopa. Posterior a ese esfuerzo, los campesinos del valle comenzaron a plantar el eucalipto, estableciendo una tradición forestal que no existía⁵.

La zona del valle del Mantaro es vulnerable a una serie de situaciones sociales que están relacionadas con el medio ambiente tales como la inequidad social, económica, educativa, entre otros⁶. Aunque la agricultura es la principal actividad económica, la misma se ha visto opacada por externalidades que han alterado la estructuración del paisaje y por consiguiente, los ecosistemas tradicionales del entorno.

Si los intentos de reforestación y restauración que han sido implementados en el valle del Mantaro han sido infructuosos o no, se determinará en esta investigación utilizando como herramienta la modelación basado en la dinámica de sistemas. El problema de ordenamiento y gestión ambiental en el valle del Mantaro representa actualmente una amenaza contra la seguridad alimentaria, la biodiversidad y la sostenibilidad de la región y el Perú.

⁵ Schwartz, E., Parraga, R. Las plantaciones de eucalipto en el departamento de Junín. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002. Fortalecimiento de los Programas de Desarrollo Forestal en Selva Central. M. A., PNUD, FAO. 56 p. 1982. Citado por Instituto Geofísico del Perú. Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro. ISBN: 978 612 45795 5 4. Lima, Perú; 2012.

⁶ Instituto Geofísico del Perú, Ministerio del Ambiente. Eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas) en el valle del Mantaro. Perú; 2012

2.2 Objetivos de la investigación

Desarrollar un modelo de simulación que permita analizar la transformación y degradación de la superficie en el valle del Mantaro.

2.3 Aportación Ambiental

- Presentación de un modelo de simulación ambiental que permita manejar, ampliar y mejorar la toma de decisiones en la gestión ambiental del valle del Mantaro de manera eficaz y sostenible
- Concientizar a la sociedad sobre el valor ecológico que representa el valle del Mantaro, los servicios ambientales que puede ofrecer, su importancia de ser dispensa y reserva alimentaria en el Perú y su rol socio-ambiental en la zona de los Andes.

3. MÉTODOLÓGÍA

3.1 Técnicas de investigación

Se utilizará imágenes satelitales para la identificación de las superficies transformadas; observaciones de campo, datos estadísticos, censos, publicaciones, artículos científicos, tesis investigativas, etc.

3.2 Procesamiento y análisis de datos

3.3.1 Procesamiento de los datos

Los datos obtenidos de las imágenes satelitales serán evaluados utilizando los programas ArcGIS y qGIS. Para los datos estadísticos, censos y demás informaciones se utilizará el programa Microsoft Office Word.

3.3.2 Análisis de los datos

Los resultados obtenidos de los datos serán procesados y analizados mediante modelo de simulación de dinámica de sistemas utilizando el programa Vensim.

4. DINAMICA DEL SISTEMA

4.1. Modelo de simulación de las superficies degradadas en el valle del Mantaro

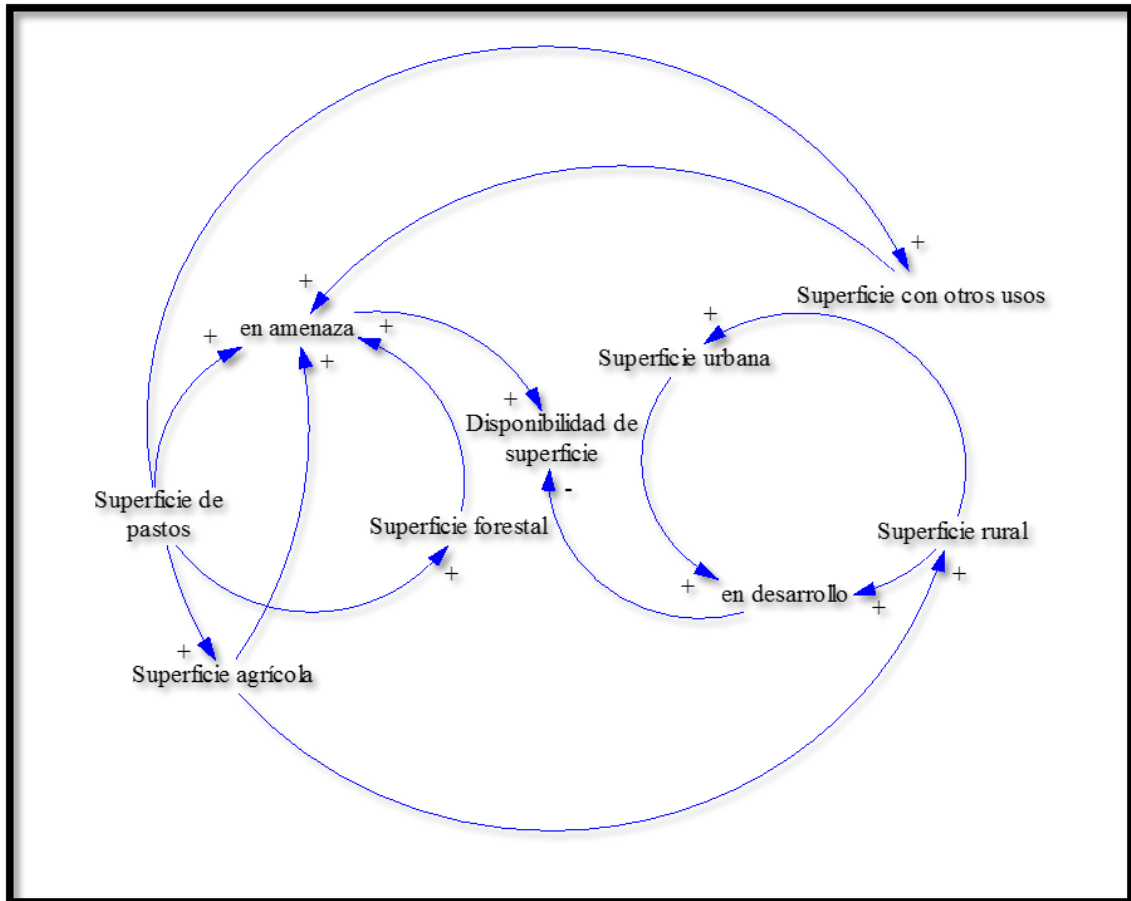
El valle del Mantaro ha experimentado en la última década un crecimiento poblacional desproporcionado carente de un ordenamiento territorial que lo rijan. La idiosincrasia de la sierra central andina ha sido poco a poco desplazada por la idea de que el territorio paulatinamente se convierta en una mega ciudad igual o más grande que la propia capital. La falta de acciones estrictas por preservar y restaurar el territorio se hace evidente en casi todos los distritos que componen el valle.

Esta situación de desequilibrio en la mal llamada política de desarrollo ha traído consigo una fragmentación medioambiental crítica para el valle del Mantaro. Su principal cuerpo de agua, el río Mantaro, se encuentra “prácticamente muerto” por las fuentes dispersas o no puntuales que están distribuidas en todo el territorio y por las fuentes precisas o puntuales que descargan directamente sobre el mismo. El conformismo de no hacer nada, la neo idea del modernismo y el materialismo que invade a la población y la respuesta de la naturaleza por auto regularse de distintas formas pueden abocar en consecuencias críticas para la bioregión.

La situación actual ambiental del valle está descrita en el diagrama causal del modelo en el cuadro No.1. En este diagrama se describen las distintas actividades que ocupan la superficie del valle, la relación que existe entre ellas y el conflicto que existe entre cada actividad por ganar más disponibilidad de área⁷.

⁷ Las superficies correspondientes a cuerpos de agua (ríos y lagunas) no están contempladas en este modelo al igual que las destinadas a la disposición de residuos sólidos y líquidos.

Cuadro 1
Diagrama causal de la degradación superficial en el valle del Mantaro

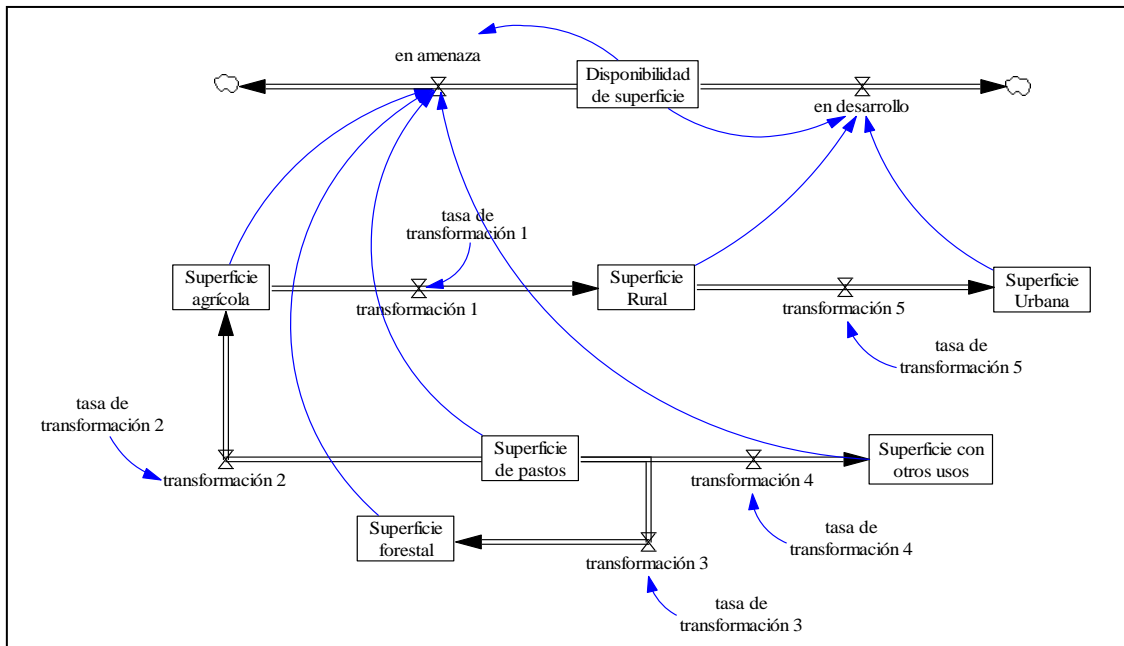


Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la dinámica que existe en la zona y con la finalidad de tener una idea más clara de cómo reducir la degradación superficial y ambiental que aumenta en el valle del Mantaro, se ha desarrollado el diagrama de flujos mediante la simulación de modelo ambiental (Cuadro No.2). Este diagrama permitirá conocer el comportamiento y la transformación que tiene cada actividad en el valle del Mantaro y la disponibilidad de superficie que existe antes de llegar al déficit y crisis ambiental entre las superficies naturales y las poblacionales.

Cuadro 2

Diagrama de flujos para la simulación de la degradación superficial en el valle del Mantaro



Fuente: Elaboración propia

Los elementos que componen el modelo y sus respectivas ecuaciones se representan a continuación:

Niveles:

- Disponibilidad de superficie (DS): superficie que están disponible para su uso.
 - $DS = \text{en desarrollo} + \text{-en amenaza}$
 - Valor inicial: 10000
 - Unidades: hectáreas
- Superficie agrícola (SA): superficie agrícola que se utiliza para uso agrícola y bioagricultura.
 - $SA = \text{transformación 2} - \text{transformación 1}$
 - Valor inicial: 61810.10
 - Unidades: hectáreas

- Superficie con otros usos (SO): superficie que se utiliza para otros usos no agrícolas.
 - SO= transformación 4
 - Valor inicial: 6208.83
 - Unidades: hectáreas

- Superficie forestal (SF): superficie que se encuentra en bosques y montes
 - SF= transformación 3
 - Valor inicial: 2494.78
 - Unidades: hectáreas

- Superficie de pastos (SP): superficie que se encuentran en pastos manejados y no manejados.
 - SP= -transformación 2-transformación 3-transformación 4
 - Valor inicial: 155837
 - Unidades: hectáreas

- Superficie rural (SR): superficie poblada en áreas rurales.
 - SR= transformación 1 -transformación 5)
 - Valor inicial: 236480
 - Unidades: hectáreas

- Superficie urbana (SU): superficie poblada en áreas urbanas mayores a la rural.
 - SU= transformación 5
 - Valor inicial: 653840
 - Unidades: hectáreas

Flujos:

- transformación 1: superficie agrícola que se convierte en superficie rural.
 - transformación 1= tasa de transformación 1*Superficie Rural
 - Unidades: hectáreas/año

- transformación 2: superficie en pastos que se convierten en superficie agrícola.
 - transformación 2= tasa de transformación 2*Superficie Agrícola
 - Unidades: hectáreas/año

- transformación 3: superficie en pastos que se convierten en superficie forestal.
 - transformación 3= tasa de transformación 3*Superficie forestal
 - Unidades: hectáreas/año

- transformación 4: superficie en pastos que se convierten en superficie con otros usos.
 - transformación 4= tasa de transformación 4*Superficie con otros usos
 - Unidades: hectáreas/año

- transformación 5: de superficie rural que se convierte en superficie urbana.
 - transformación 5= tasa de transformación 5*Superficie Urbana
 - Unidades: hectáreas/año

- en amenaza: superficies amenazadas a ser transformadas.
 - en amenaza= (SA+SO+SF+SP) - DS
 - Unidades: hectáreas

- en desarrollo: superficies pobladas en expansión o desarrollo.
 - en desarrollo= (SR+SU) – DS
 - Unidades: hectáreas

Variables:

- tasa de transformación 1:
 - Tasa de transformación rural= 0.03
 - Unidades: 1/año

- tasa de transformación 2:
 - Tasa de transformación agrícola= 0.03
 - Unidades: 1/año

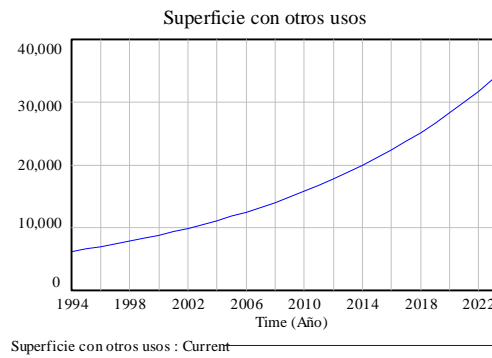
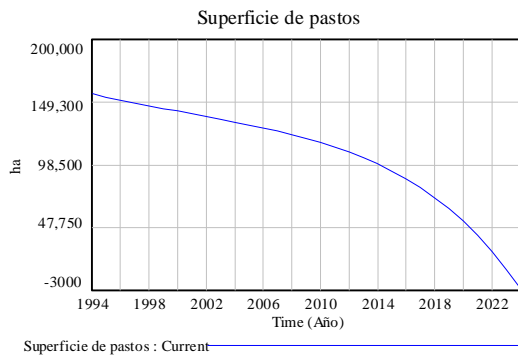
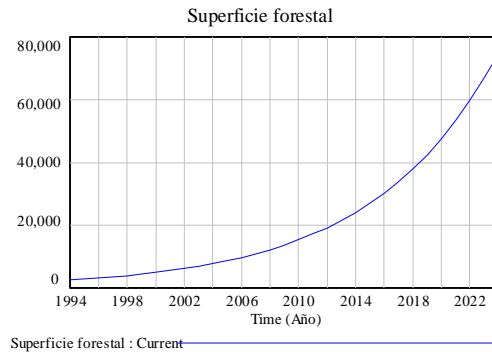
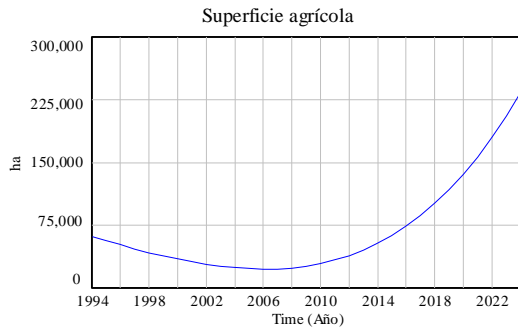
- tasa de transformación 3:
 - Tasa de transformación forestal= Se contemplará una tasa aproximada de 0.12 dada las reforestaciones que se están realizando en cada distrito que integra el valle del Mantaro.
 - Unidades: 1/año

- tasa de transformación 4:
 - Tasa de transformación a otros usos= Se contemplará una tasa aproximada de 0.06 dado los cambios que están ocurriendo en la superficie de pastos que existen en el valle.
 - Unidades: 1/año

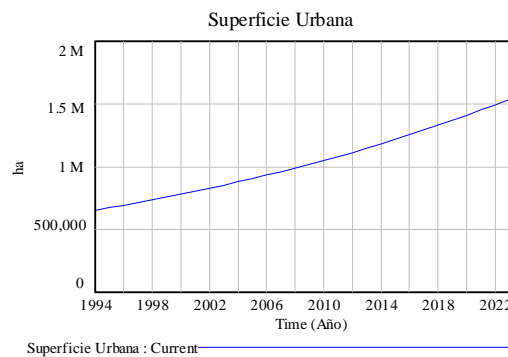
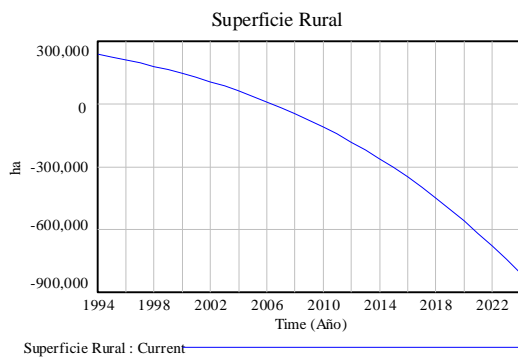
- tasa de transformación 5:
 - Tasa de transformación urbana= 0.03
 - Unidades: 1/año

4.2. Resultados del modelo de simulación

I. Resultados en torno al comportamiento de las superficies no poblacionales:

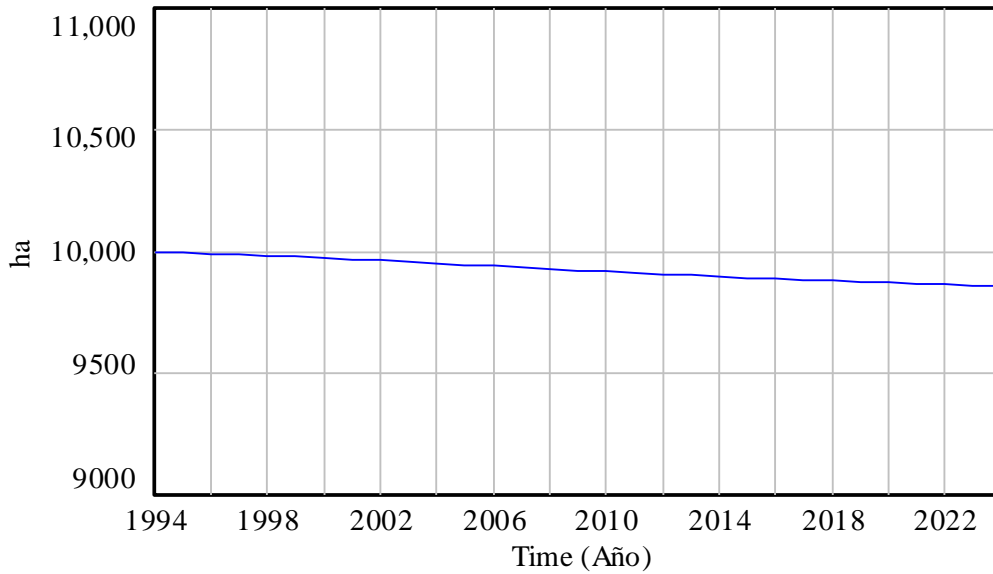


II. : Resultados en torno al comportamiento de las superficies poblacionales:



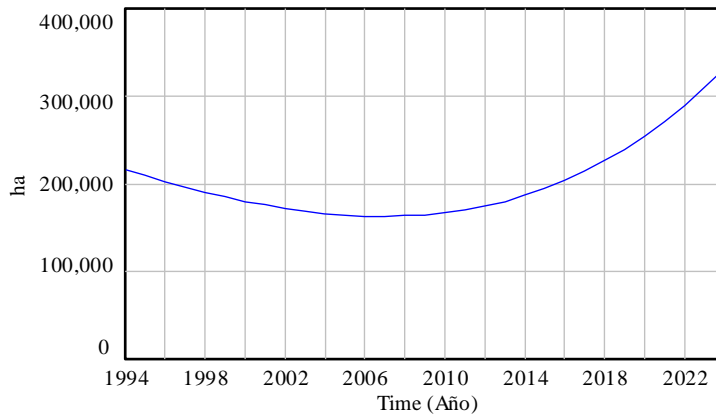
III. Resultados en torno a la disponibilidad de superficie en el valle del Mantaro:

Disponibilidad de superficie



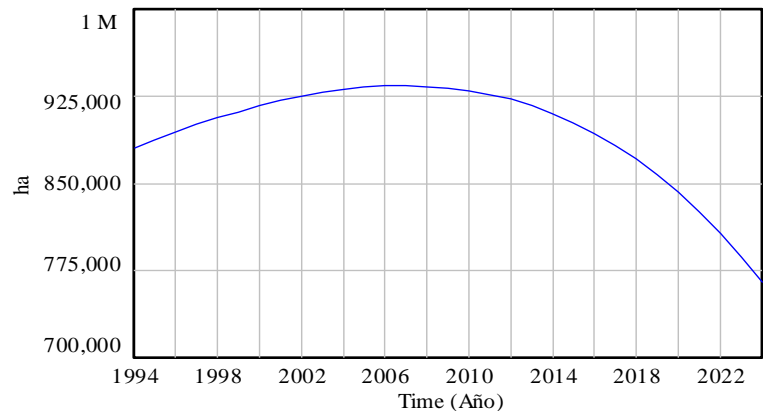
Disponibilidad de superficie : Current

en amenaza



en amenaza : Current

en desarrollo



en desarrollo : Current

4.3 CONCLUSIONES

I. Comportamiento de las superficies no poblacionales

Basado en los resultados del modelo de la simulación y en la realidad de la zona, es apreciable observar que la superficie destinada para pastos es una muy vulnerable a ser transformada, esto en parte por la ausencia de cobertura arbórea o leñosa. El incremento de la superficie para otros usos no agrícolas nos muestra que los procesos antropogénicos de alguna manera están presionando la manera de cambio en el uso superficial. Las superficies agrícola y forestal muestran desde un leve hasta un moderado avance, respectivamente; siendo perceptible la afinidad que existe entre ambas actividades y el interés por mantener garantizado el soporte alimentario y la restauración de las superficies degradadas.

II. Comportamiento de las superficies poblacionales

Las superficies poblacionales se comportan de manera opuesta pero interrelacionada a la vez. La superficie rural decrece mientras la superficie urbana incrementa, esto debido a una posible fusión de las zonas rurales con las urbanas. El comportamiento de estas superficies da indicios de que las zonas urbanas se están expandiendo con la integración de otros distritos anexos. La posibilidad de que las distintas zonas rurales se estén concretando para formar una zona urbana no debe ser descartada.

III. Disponibilidad de superficie en el valle del Mantaro

La disponibilidad de superficie o suelo se encuentra en una compleja lucha de poder. La superficie amenazada, aquella que representa los activos alimenticios y forestales se encuentran sensitivos ante las presiones poblacionales. La ausencia de un ordenamiento territorial y de una garantía constitucional que declare el valle área de seguridad alimentaria atenta con la disponibilidad actual de todas las superficies y la sostenibilidad misma del valle. Lo modelado en esta simulación respecto al comportamiento y disponibilidad de las superficies en el valle del Mantaro se ajusta a la realidad actual del valle del Mantaro

BIBLIOGRAFÍA

- Barrow, C. J. Land degradation. Development and breakdown of terrestrial Environments. Cambridge University Press. N.Y.; 1991.
- Chepstow-Lusty, A., Jonsson, M. Inca agroforestry: lessons from the past. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 29 (6): 322-328. 2002. Citado por Instituto Geofísico del Perú. Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro. ISBN: 978 612 45795 5 4. Lima, Perú; 2012.
- Instituto Geofísico del Perú. Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro. ISBN: 978 612 45795 5 4. Lima, Perú; 2012.
- Instituto Geofísico del Perú, Ministerio del Ambiente. Eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas) en el valle del Mantaro. Lima, Perú; 2012.
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI). Censo Agropecuario 1994. Perú. <http://www.inei.gob.pe/>
- Márquez Huitzil, Juárez R.B., Gutiérrez S. Informe final del Programa de Evaluación de la Restauración ecológica. Convenio Apasco- Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México; 1998.
- Morello J. Perfil ecológico de Sudamérica: Características estructurales de Sudamérica y su relación con espacios semejantes del planeta. Ediciones Cultura Hispánica, Instituto de Cooperación Iberoamericana, Barcelona; 1984.
- Padilla, S. Manejo agroforestal andino, Quito, Ecuador, Proyecto FAO Holanda DFPA, 262. 1995. Citado por Instituto Geofísico del Perú. Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro. ISBN: 978 612 45795 5 4. Lima, Perú; 2012.
- Santos T, Tellería, J. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas* 2006151-7. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54015202>

- Schwartz, E., Parraga, R. Las plantaciones de eucalipto en el departamento de Junín. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002. Fortalecimiento de los Programas de Desarrollo Forestal en Selva Central. M. A., PNUD, FAO. 56 p. 1982. Citado por Instituto Geofísico del Perú. Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro. ISBN: 978 612 45795 5 4. Lima, Perú; 2012.
- Society for Ecological Restoration. <http://www.ser.org/>
- Valdés. A. Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *Ecosistemas* 20(2-3):11-20. España; 2011.

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



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



[Avanzado](#)



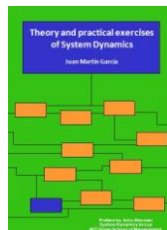
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



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



[English](#)



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



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)