

## ANÁLISIS DEL DETERIORO AMBIENTAL DE LA SUBCUENCA DEL RÍO TINAQUILLO, ESTADO COJEDES, VENEZUELA

(Analysis of environmental deterioration of the Tinaco river subbasin, Cojedes state, Venezuela)

Marlenis Aguilar<sup>1</sup>, Edgar Jaimes<sup>2</sup>, Neida Pineda<sup>2</sup>, José G. Mendoza<sup>2</sup>, Yolimar Garcés<sup>2</sup> e Idánea Pineda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctorante en Ambiente y Desarrollo. UNELLEZ San Carlos - Cojedes.marlenisaguilar9@gmail.com

<sup>2</sup> Grupo de Investigación de Suelo y Agua (GISA). ULA-NURR, Trujillo. [Venezuela.jaimes@ula.ve](mailto:Venezuela.jaimes@ula.ve); [pineida@ula.ve](mailto:pineida@ula.ve); [jgmendoz@ula.ve](mailto:jgmendoz@ula.ve); [yoligarv@gmail.com](mailto:yoligarv@gmail.com); [idaneapineda@gmail.com](mailto:idaneapineda@gmail.com)

Recibido: 04/01/17 -Aceptado: 20/06/17

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el deterioro ambiental de la subcuenca del río Tinaquillo, cuenca del río Tinaco, estado Cojedes, Venezuela. Se utilizó una metodología de auditoría socio ambiental participativa, basada en el conocimiento local de las comunidades que habitan en esa área. La información fue obtenida a través de la aplicación de un modelo de encuesta, entrevistas personales y tablas de cotejo. Con la información recabada se elaboraron matrices Causa-Efecto, en los principales núcleos poblacionales localizados en la subcuenca del río Tinaquillo, a los fines de establecer una relación de causalidad, consistente y coherente, considerando al habitante de la subcuenca, que con sus actividades antrópicas utilizan los servicios ambientales y causan deterioro y al mismo tiempo es receptor de los impactos, negativos y positivos, que se originan e influyen en su calidad de vida. Se determinaron índices de deterioro por comunidades y por sectores. Entre los resultados destacan: i) los índices de deterioro ambiental, con matriz Causa-Efecto original, por comunidades y global, se encontraron en el rango de 30 al 40%, respectivamente. Se concluye que la sub-cuenca del río Tinaquillo es propensa a un deterioro ambiental extremo por su creciente actividad humana.

**Palabras Clave:** Deterioro ambiental, relación causa-efecto, sostenibilidad ambiental, subcuenca río Tinaquillo

### SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the environmental deterioration of the Tinaquillo river subbasin, Tinaco River basin, Cojedes State, Venezuela. A participatory methodology was used, based on the local knowledge of the communities that inhabit that area. The information was obtained through the application of a survey model, personal interviews and comparison tables. With the information collected, Cause-Effect matrices were elaborated in the main population nuclei located in the Tinaquillo River sub-basin, in order to establish a consistent and coherent causal relationship, considering the inhabitant of the sub-basin as the cause and at the same time recipient of the negative and positive impacts that originate and influence their quality of life. Deterioration rates were determined by communities and by sectors. Among the results, we can highlight: i) the environmental deterioration indexes, with original Cause-Effect matrix, by communities and global, were found in the range of 30 to 40%, respectively. It is concluded that the Tinaquillo sub-basin is prone to extreme environmental deterioration given its increasing human activity.

**Keywords:** Environmental deterioration, cause-effect relationship, environmental sustainability, Tinaquillo River sub-basin

## INTRODUCCIÓN

El deterioro ambiental hace referencia a la disminución del valor ecológico, económico y humano que posee cualquier ecosistema o sus componentes, los cuales determinan su estructura, dinámica y funcionamiento como un todo, a consecuencia de los impactos negativos causados por su uso inadecuado, en particular por las actividades productivas (extractivas) que frecuentemente omiten o desconocen los límites de la capacidad de carga de esos ecosistemas (Catton, 2010)

En efecto, el creciente deterioro de los servicios ambientales está asociado a la incidencia combinada de diversos factores y procesos de origen antrópico entre los cuales se destacan: la tala y quema de vegetación; contaminación del aire y cuerpos de agua, de ríos y quebradas por aguas servidas provenientes de la actividad urbano-industrial-agrícola; erosión y degradación del suelo (Jaimes et al, 2006); todo lo cual trae como efectos problemas sanitarios como la propagación de enfermedades, por ejemplo: diarreas, cólera, paludismo, entre otras (Aguilar, 2005); además, el crecimiento poblacional ha llevado a la ocupación de espacios frágiles, conformándose núcleos urbanos cerca de los cauces naturales (MINEA, 2014)

El objetivo general de este trabajo es analizar las principales causas y efectos que inciden en el creciente deterioro ambiental de la subcuenca del río Tinaquillo, estado Cojedes, Venezuela,

recomendando los correctivos más pertinentes con miras a mitigar tal deterioro.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

Los procedimientos para realizar este análisis se indican a continuación:

**Localización del área de estudio.** El área de estudio se encuentra localizada entre las coordenadas 8°53-00 a 10°05-00 de latitud norte y 68°12-00 a 68°17-00 de longitud oeste, en la jurisdicción de los municipios Falcón, Tinaco, San Carlos y Pao de San Juan Bautista, en el estado Cojedes, ocupa una extensión de 362.112,0 has hasta el sitio de presa denominado El Potrero donde el río cruza la cadena de Galeras del Pao. Tiene una superficie estimada de 1.425 Km<sup>2</sup> (Figura 1). Se caracteriza por estar fuertemente intervenida debido al urbanismo anárquico, producto del acelerado crecimiento poblacional vigente.

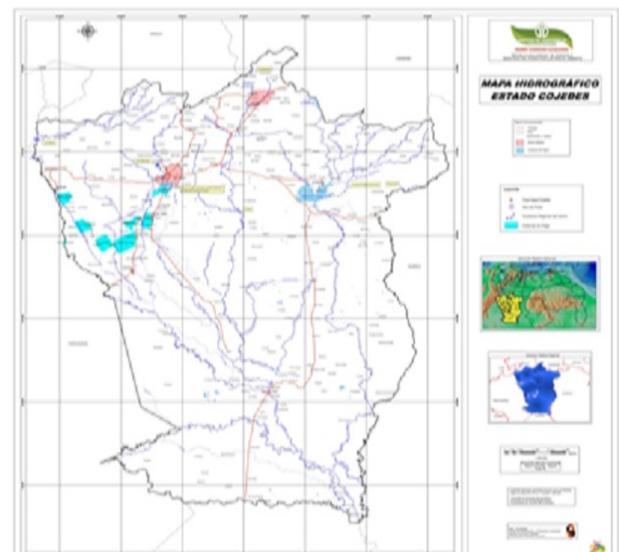


Figura 1. Subcuenca del río Tinaquillo desde su origen hasta la desembocadura  
Fuente: DPDEGEC (2014).

**Selección de las comunidades asentadas en la subcuenca.** Se seleccionaron 39 comunidades, de un total de 104, con base en los siguientes criterios: cantidad de personas por comunidad; actividad económica con la cual se relacionan; conocimiento de los problemas de contaminación del agua del río Tinaquillo; existencia de estudios sobre calidad del agua del río Tinaquillo; descargas mayores de efluentes líquidos industriales, agropecuarios y urbanos; tiempo de residencia y origen de los residentes.

**Determinación del tamaño de muestra.** En lo referente al tamaño de muestra a priori, se procedió de la siguiente manera, de los 39 sectores seleccionados, se evaluaron en cada uno 12 familias para un total de 468 familias. Esta última corresponde a la muestra estimada aplicando la ecuación 3.

$$n = \frac{NZ^2\sigma^2}{d^2(N-1) + Z^2\sigma^2} \quad \text{Ec. 3.}$$

Dónde: N = Tamaño de la población, e = error de estimación, n = Tamaño de la muestra, Z = nivel de confianza, d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

Para el cálculo se consideró un 10% de seguridad por encima del valor total obtenido de la aplicación de la ecuación antes señalada; lo que indicó que 468 familias evaluadas es una muestra probabilística aceptable.

**Matriz Causa – Efecto.** Para el desarrollo de esta actividad, se aplicó la metodología propuesta por Jaimes et al (2006) cuyo objetivo es identificar y establecer la relación entre las causas y los efectos

que más inciden en el deterioro ambiental de un determinado lugar. Para registrar la información se utilizó una matriz causa-efecto (Tabla 1), estructurada por un conjunto de filas y columnas. En una primera columna se asigna un código a cada una de las causas (Ci). En la segunda columna se describen, por medio de palabras clave, las diferentes causas que fueron consideradas en el taller participativo. De la columna 3 a la 10 se colocan los códigos de cada uno de los efectos identificados (Ei).

El cruce entre las causas y los efectos produce un total de 100 celdas en las que se colocan las valoraciones que el participante considere pertinente asignar, permitiendo cuantificar la relación entre las causas y los efectos con los cuales se relacionan cada una de aquellas. La columna 11 permite totalizar la sumatoria por cada una de las causas. La última columna expresa el valor porcentual de cada causa, considerando la totalidad de los efectos. Así mismo, las dos últimas filas permiten totalizar las sumatorias y el valor porcentual por cada uno de los efectos, considerando la totalidad de las causas.

**Análisis global del deterioro.** El Análisis global del deterioro en la subcuenca del río Tinaquillo, se realizó con base a la información obtenida de la aplicación de la Matriz Causa-Efecto (Tabla 1) y de las ecuaciones 4 y 5; esto es:

$$\text{VDC} = (\sum C / V (\text{máx.}) D) \times 100. \quad (\text{Ec. 4})$$

$$\text{VDE} = (\sum E / V (\text{máx.}) D) \times 100. \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

**VDC** = Valor de deterioro asociado a las causas, expresado en %

VDE = Valor de deterioro asociado a los efectos, expresado en %.

ΣC = Incidencia de las causas sobre el nivel de deterioro

ΣE = Incidencia de los efectos sobre el nivel de deterioro

V (Max) D = Valor máximo de deterioro que se esperaría en toda la subcuenca que se obtendría si cada una de las causas tuviese un valor de incidencia que maximice los efectos asociados con aquellas. Luego, su magnitud sería el producto de  $9 \times 100 = 900$ .

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

El deterioro ambiental en la subcuenca del río Tinaquillo está determinado por las causas siguientes: contaminación socio ambiental (C9), seguida por la inadecuada sanidad y asistencia socio ambiental (C3) y por la carencia de espacios recreativos (C4). Además, los principales efectos asociados con estas causas son: Migración de personas con poco retorno a su sitio de origen (E7); daños en la infraestructura y servicios socio – ambientales (E10) e insalubridad socio- ambiental (E3) (Tabla 1).

En cuanto a los valores de índices de deterioro ambiental, con matriz Causa-Efecto, por comunidades y global, se encontraron en el rango de 30 al 40%, respectivamente. El nivel de importancia para las causas estudiadas (Tabla 1), se encuentra en orden decreciente, las siguientes:  $C3 > C9 = C10 = C8 > C2 > C5 > C7 = C6 = C1 > C4$ ; en cuanto a la secuencia decreciente de los efectos, su comportamiento es el siguiente:

$E7 > E10 > E3 > E7 = E4 > E9 > E5 > E2 = E8 > E1$  (Tabla 1)  
 Con base en los resultados antes indicados se pueden destacar los aspectos del deterioro ambiental de la subcuenca del río Tinaquillo; a saber:

1. Es importante resaltar que dicha área se caracteriza por estar fuertemente intervenida debido al urbanismo anárquico (producto del acelerado crecimiento poblacional), con alta intervención y deterioro ambiental y agroecológico. En efecto, en la subcuenca del río Tinaquillo, se observa una mayor concentración poblacional del municipio Tinaquillo,

Causa Específica	Efecto Específico										Subtotales	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Σ	%
	Valoración de Incidencia Causa – Efecto											
C1: Indignidad social	3	5	5	3	4	7	5	3	6	14	936	
C2: Desempleo	6	4	6	4	5	6	5	4	5	15	954	
C3: Inadecuada sanidad y asistencia socio ambiental	7	5	7	7	4	5	7	8	5	18	1134	
C4: Carencia de espacios recreativos	4	5	2	3	5	7	5	4	5	11	872	
C5: Asesores	2	7	5	4	3	5	4	5	6	17	1101	
C6: Desnutrición	7	3	4	2	2	5	5	4	7	14	936	
C7: Escaso sentido de pertenencia por el lugar donde vive	2	5	6	8	6	4	5	5	2	14	936	
C8: Exceso y uso inadecuado del agua potable	2	5	3	6	7	4	5	7	9	19	1242	
C9: Contaminación socio- ambiental	8	5	7	3	6	5	5	4	7	12	1105	
C10: Deterioro de espacios naturales resguardados	4	6	3	6	6	8	9	3	2	19	1242	
Subtotal Σ	12	45	49	48	46	48	55	45	47	54	171	
%	1.8	5.5	10.4	10.2	5.7	10.2	11.3	9.5	10.1	11.4	130	

Tabla 1. Matriz Causa – Efecto para evaluar el deterioro ambiental de la subcuenca del río Tinaquillo estado Cojedes

<p><b>Efectos asociados al deterioro ambiental</b></p> <p>E 1: Violencia social y delincuencia                  E 2: Desocupación laboral formal                  E 3: Insalubridad socio – ambiental                  E 4: Falta de distracción o recreación                  E 5: Atraso, ignorancia y desinformación                  E 6: Calidad y cantidad de ingesta alimentaria                  E 7: Migración de personas con poco retorno a su sitio original                  E 8: Carencia de agua potable                  E 9: Deterioro ecológico – ambiental                  E 10: Daños en la infraestructura y servicios socio-ambientales</p>	<p><b>Escala de valoración de la relación causa – efecto</b></p> <p>1: no aplica                  2 ó 3: Mínima o leve                  4 ó 5: Moderada                  6 ó 7: Fuerte                  8 ó 9: Severa</p>
--	---

donde se concentra el 67% de los habitantes, siendo este porcentaje menor para el resto del municipio.

2. El deterioro detectado está asociado a diversas combinaciones de factores y procesos degradativos, la mayoría de los cuales son de tipo antrópico, cambiantes en su intensidad, efectos y grado de complejidad. Se evidenció que la zona de estudio es altamente susceptible al deterioro ambiental.

### **CONCLUSIONES**

1. El estudio reveló que los índices de deterioro ambiental mostraron un patrón de incidencia bien definido.

2. Hay sectores con un gran desconocimiento de los problemas que afectan la calidad del agua de la subcuenca.

3. Se detectó un moderado deterioro ambiental (30 - 40 %) en la subcuenca del río Tinaquillo, lo cual podría limitar de forma significativa su desarrollo sostenible.

### **RECOMENDACIÓN GENERAL**

Con base en los resultados obtenidos en este estudio es recomendable que los organismos gubernamentales locales, regionales y nacionales, con la participación de los habitantes de este municipio, principalmente los asentados en el área de influencia del curso actual del río Tinaquillo, implementen programas y proyectos de

conservación y recuperación de áreas degradadas por las distintas actividades que se realizan en la subcuenca.

### **AGRADECIMIENTO**

Al CDCHTA-ULA por el apoyo financiero aprobado para el Proyecto NURR-C-588-15-01-B, con base en el cual se realizó el presente trabajo a través de la participación de los integrantes del GISA-NURR-ULA.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aguilar, M. 2005. Evaluación de las Tecnologías de Coagulación, Floculación, Oxidación Ozonificación en efluentes provenientes de industria textiles. Trabajo de Grado MSc. UCAB. Caracas. 120 pp.

Catton, William R. 2010. Rebasados. Las bases ecológicas para un cambio revolucionario. Edit. OCEANO. ISBN: 978-607-400-296-6. México. 404 pp.

DPDEGEC. 2014. Plan anual. Dirección de Planificación y Desarrollo Económico/Gobernación del estado Cojedes.

Jaimes, E., Mendoza, M., Ramos y Pineda, C. 2006. Metodología multifactorial y participativa para evaluar el deterioro agroecológico y ambiental de dos subcuencas en el estado Trujillo, Venezuela. Interciencia. Vol. 31 (10): 720-727.

MINEA. 2014. Memoria 2014. Informe de la Memoria y Cuenta del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.