

## Análisis multitemporal de la dinámica de cobertura/uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas

### *Multi-temporal analysis of the land cover/use dynamics in the Esmeraldas River basin*

- <sup>1</sup> Jesmar Jandry Corozo Hurtado  <https://orcid.org/0009-0003-0908-129X>  
Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Estación Experimental Mutile, Esmeraldas, Ecuador.  
[jesmar.corozo@utelvt.edu.ec](mailto:jesmar.corozo@utelvt.edu.ec)
- <sup>2</sup> Patricio Alejandro Merino Córdova  <https://orcid.org/0000-0001-5068-8673>  
Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Estación Experimental Mutile, Esmeraldas, Ecuador.  
[patricio.merino@utelvt.edu.ec](mailto:patricio.merino@utelvt.edu.ec)
- <sup>3</sup> Byron Fabricio Estupiñán Cox  <https://orcid.org/0000-0001-6523-667X>  
Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Estación Experimental Mutile, Esmeraldas, Ecuador.  
[byron.estupinan@utelvt.edu.ec](mailto:byron.estupinan@utelvt.edu.ec)
- <sup>4</sup> Joel Darvin Velasco Quiñónez  <https://orcid.org/0000-0001-8864-9557>  
Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Estación Experimental Mutile, Esmeraldas, Ecuador.  
[joel.velasco@utelvt.edu.ec](mailto:joel.velasco@utelvt.edu.ec)

#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 20/01/2024

Revisado: 22/02/2024

Aceptado: 15/03/2024

Publicado: 25/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.3021>

#### Cítese:

Corozo Hurtado, J. J., Merino Córdova, P. A., Estupiñán Cox, B. F., & Velasco Quiñónez, J. D. (2024). Análisis multitemporal de la dinámica de cobertura/uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas. *ConcienciaDigital*, 7(2), 178-195. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.3021>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

Cuenca hidrográfica del río Esmeraldas, uso de suelo, zona antrópica, análisis multitemporal, proyección.

**Keywords:**

Esmeraldas River watershed, land use, anthropic zone, multitemporal analysis, projection.

**Resumen**

**Introducción:** El análisis multitemporal de la cobertura y uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas se realizó para el periodo del año 2000 al 2022, junto con una proyección para el año 2044 que fue elaborada en el software Idrisi Selva v.17 y ArcGIS 10.8. **Objetivo:** Analizar los cambios de cobertura y el uso del suelo de la cuenca del río Esmeraldas para el periodo del año 2000 al 2022 con proyección para el año 2044. **Metodología:** Para esta investigación se establecieron 2 etapas: Delimitación del área de estudio, seguido de la obtención de la información cartográfica de las coberturas y uso de suelo, las que fueron adquiridas del portal del ministerio de ambiente, agua y transición ecológica. **Resultados:** La tasa de cambio de cobertura y uso de suelo fue la siguiente: Bosque -73.94%, tierra agropecuaria 12.68%, zona antrópica 100.00%, Vegetación Arb y Herb -98.70%, Otras Tierras -82.48%, Cuerpo de Agua -89.21%. **Conclusión:** El análisis multitemporal demostró los cambios que tuvieron las coberturas de la cuenca del río Esmeraldas en un periodo de 22 años con el fin de dar a conocer como las actividades humanas influyen en los cambios de cobertura y el uso del suelo. **Área de estudio general:** Ecología y medio ambiente. **Área de estudio específica:** Hidrología.

**Abstract**

**Introduction:** The multitemporal analysis of the land cover and land use of the Esmeraldas River basin was conducted for the period from 2000 to 2022, along with a projection for the year 2044 that was prepared in the Idrisi Selva v.17 and ArcGIS 10.8 software. **Objective:** To analyze changes in land cover and land use in the Esmeraldas River basin for the period from 2000 to 2022 with a projection for 2044. **Methodology:** For this research, 2 stages were established: Delimitation of the study area, followed by obtaining cartographic information on land cover and use, which were acquired from the portal of the Ministry of Environment, Water and Ecological Transition. **Results:** The rate of change in land cover and land use was as follows: Forest -73.94%, Agricultural Land 12.68%, Anthropic Zone 100.00%, Arb and Herb Vegetation -98.70%, Other Land -82.48%, Water Body -89.21%. **Conclusion:** The multitemporal analysis demonstrated the changes in the coverage of the

---

Esmeraldas River basin over a period of 22 years to show how human activities influence changes in land cover and land use.

**General area of study:** Ecology and environment. **Specific area of study:** Hydrology.

---

## 1. Introducción

En Ecuador por medio de la agricultura y la expansión de zonas urbanas se han experimentado intensos cambios de cobertura y el uso del suelo, el aumento demográfico está actuando directamente sobre estas áreas, porque cada vez se tienen que sacrificar más área para establecer cultivos y zonas urbanas (Pinos, 2016).

la cobertura y el uso del suelo de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas es un asunto de interés común debido al crecimiento demográfico que ha tenido la sociedad en los últimos años y como resultado de esto se ha producido variaciones entre las coberturas y uso del suelo (García, 2022).

El análisis multitemporal es un proceso que nos permite predecir futuros escenarios y determinar como el avance de la sociedad está relacionada con la perdida de áreas naturales, En la actualidad con las herramientas SIG podemos realizar análisis de las coberturas y obtener información de los usos que tiene el suelo, al mismo tiempo se busca demostrar a la sociedad que la degradación del suelo y la contaminación del agua es un problema irreversible (Pesantez, 2015).

Según Harbaugh (1972 citado en Vásconez et al., 2019), la cuenca hidrográfica es un área definida topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, que dispone de una salida simple para que todo el caudal efluente sea descargado.

La cuenca del río Esmeraldas corresponde a la vertiente del Pacífico, está formada por tres grandes afluentes como son: el río Guayllabamba, el río Blanco y el río Quindí, con una superficie de 21.669 km<sup>2</sup>. En esta unidad territorial drenan aproximadamente 70 ríos y numerosas quebradas. Su cauce es navegable desde la confluencia con el río Guayllabamba hasta su desembocadura en el océano Pacífico (Reyes et al., 2022).

El presente trabajo tiene como objetivo realizar el análisis multitemporal de la cobertura y uso de suelo de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas en el periodo de los años 2000 al 2022 con una proyección para el año 2044 utilizando los sistemas de información geográfica, a través de las herramientas Idrisi Selva v.17 y ArcGIS 10.8, al mismo tiempo

esta investigación busca dar a conocer a la ciudadanía como las influyen actividades humanas al cambio y uso de suelo.

## 2. Metodología

### Área de estudio

La cuenca hidrográfica del río Esmeraldas está ubicada al noroeste de la Provincia de Esmeraldas abarca territorio de Pichincha, Santo Domingo, Imbabura, Manabí y Cotopaxi, la topografía de la cuenca hidrográfica va desde 0 Hasta 5896 m s.n.m, ocupa el 5to lugar en las cuencas nacionales, esta unidad territorial posee una área de 21 658.4 Km<sup>2</sup> donde se encuentran las fuentes hídricas: el Blanco, Guayllabamba, Toachi, Pilatón y Esmeraldas, cabe destacar que el río Esmeraldas desemboca en el océano Pacífico (Dorigo, 2012).

Figura 1

Localización de área de trabajo



### Obtención de información cartográfica

La información cartográfica de la cobertura y uso de suelo se obtuvo del portal del ministerio de ambiente, agua y transición ecológica (MAATE), La selección de la

cobertura se realizó en el mapa interactivo del (MAATE) Procediendo a escoger la capa de cobertura y uso de suelo del año 2000 y 2022 considerando que estas coberturas están en escala 1:100 000 para luego descargarlas en formato *Shapefile* para procesar la información en el software ArcGIS 10.8, Una vez cargada la información en ArcGIS se procedió a recortar la cobertura general con base a *Shapefile* de la cuenca del río Esmeraldas, continuando con el procesamiento de la información seleccionamos las coberturas y nos dirigimos a propiedades de capa en la opción en simbología para luego en categorías colocar las coberturas que en este caso son: bosque , tierra agropecuaria, otras tierras , vegetación arbustiva y herbácea, zona antrópicas y cuerpo de agua, una vez categorizada y simbolizadas las capas se elaboró el mapa de coberturas y usos de suelo para el años 2000 y 2022.

La proyección de cobertura para el año 2044 se realizó con las de cobertura y uso de suelo del año 2000 y 2022 convirtiendo los archivos de formato *Shapefile* a ráster para reclasificarlos y convertirlos en archivos de formato ASCII para procesarlos en software Idrisi selva v.17.

En el software Idrisi selva v.17 se cargaron las capas de formato ASCII del año 2000 y 2022, para convertirlas archivos de formato (RST), para utilizarlas con la cadena de Márkov para realizar la predicción del cambio a futuro que puede tener la cobertura y el uso del suelo para el año 2044.

El análisis multitemporal se realizó comparando las coberturas del año 2000-2022 y la proyección del año 2044 con el fin de comparar los cambios de coberturas y el uso del suelo que han ocurrido en estos periodos de tiempo. con los resultados del procesamiento de los datos se realizó la matriz de transición con el software Excel (tabla 1), para la matriz de transición se asignará un código para cada cobertura teniendo en cuenta que las filas corresponden a las coberturas del primer periodo (tiempo 1), y las columnas corresponden al segundo periodo (tiempo 2), al completar la matriz de transición los valores de cobertura que se muestran diagonales son que no han sufrido cambios en este periodo de tiempo (Niño, 2020).

**Tabla 1**

*Matriz de códigos de la tabulación cruzada entre los años 2000-2022*

Cobertura/Usode suelo	Código	Año 2						
		Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de Agua	
		10	20	30	40	50	60	
Año 1	Bosque	1	11	21	31	41	51	61
	Tierra Agropecuaria	2	12	22	32	42	52	62

**Tabla 1**

*Matriz de códigos de la tabulación cruzada entre los años 2000-2022 (continuación)*

Cobertura/Usode suelo	Código	Año 2					
		Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de Agua
		10	20	30	40	50	60
Vegetación Arb y Herb	3	13	23	33	43	53	63
Zona Antrópica	4	14	24	34	44	54	64
Otras Tierras	5	15	25	35	45	55	65
Cuerpo de Agua	6	16	26	36	46	56	66

### 3. Resultados

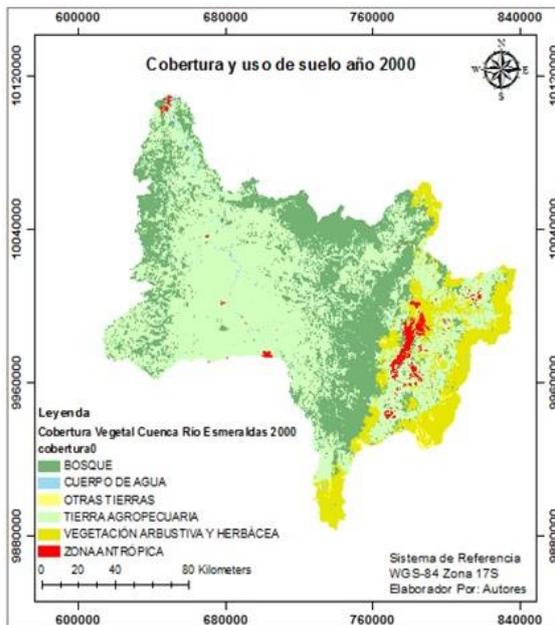
#### *Cobertura vegetal y uso del suelo 2000 2022*

En la cobertura y uso de suelo del año 2000 (figura 2), se puede observar que la categoría de tierra agropecuaria fue la categoría que tenía mayor proporción para ese año con un área de 1163157.20 hectáreas, la que corresponde a 53.71% del área total de la cuenca. La segunda categoría con mayor superficie correspondió a bosque con 681048.22 hectárea, que sería el 31.45% de la superficie total, la categoría de vegetación arbustiva y herbácea ocupó el 3er lugar contando con 265309.25 hectáreas, que en porcentaje corresponde al 12.25% del área, la categoría zona antrópica en el año 2000 tenía 31480.92 hectáreas o 1.45% del área de la cuenca, otras tierras tuvieron un área de 11925.31 hectáreas, que en porcentaje es el 0.55% y la categoría cuerpo de agua tuvo 0.60% del área total de la cuenca, que son 12900.76 hectáreas (tabla 2).

En la cobertura y uso de suelo del año 2022 (figura 3) se puede apreciar que la categoría de tierra agropecuaria continuó siendo la categoría con mayor superficie de la cuenca del río Esmeraldas, la categoría de tierra agropecuaria en 2022 tuvo una superficie de 1310623.06 hectáreas, que corresponde a un 60.51% de las coberturas, la categoría de bosque cuenta con el 23,25% de la cobertura de la cuenca, que son 503584.00 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea tuvo para el año 2022 261865,37 hectáreas, que sería 12.09 %. Estos datos se pueden comprobar en la tabla 2. Siguiendo con las coberturas tenemos la zona antrópica con 68395.52 hectáreas, que corresponde al 3.16% de la superficie total, otras tierras tienen 9845.50 hectáreas que corresponde a 0,45% de la cuenca y la categoría de cuerpo de agua cuenta con 11508.21 hectáreas que es el 0.53% del área de la cuenca.

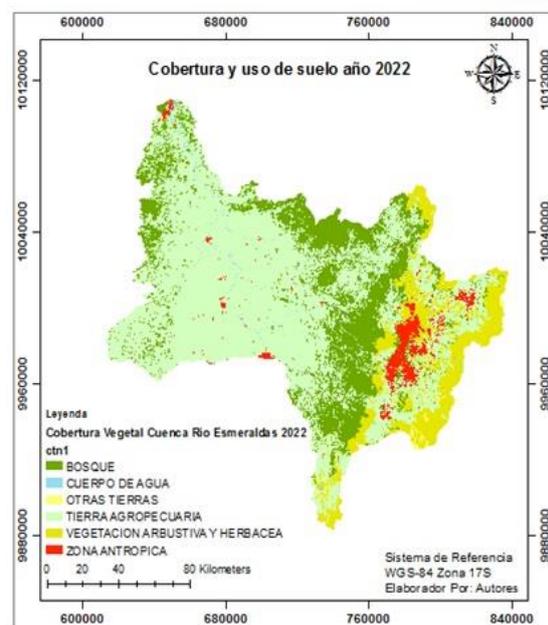
**Figura 2**

*Cobertura y uso de suelo del año 2000*



**Figura 3**

*Cobertura y uso de suelo del año 2022*



*Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo 2000-2022*

El cambio de cobertura para el periodo 2000-2022 (tabla 2), se observa que la categoría de tierra agropecuaria tiene un cambio neto de 147465.86 hectáreas y una tasa de cambio de 12.68%, la cobertura de bosque en 2000-2022 tuvo un cambio neto de 177464.22 hectáreas con una tasa de cambio -73.94%, la categoría de vegetación arbustiva y herbácea tuvo un cambio neto de 3443.88 hectáreas, con una tasa de cambio de -98.70%, la categoría de zona antrópica tiene un cambio neto de 36914.60 hectáreas y una tasa de cambio >100%, la cobertura de otras tierras tiene un cambio neto de superficie 2079.81 hectáreas con una tasa de cambio de -82.56 %, cuerpo de agua tiene un cambio de 1392.55 hectáreas con una tasa de -89.21% (tabla 2 y figura 4).

**Tabla 2**

*Cambio de cobertura y uso de suelo año 2000-2022*

Categoría	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de Agua
Cobertura y uso de suelo año 2000 (Ha)	681048.22	1163157.20	265309.25	31480.92	11925.31	12900.76
Cobertura y uso de suelo año 2022 (Ha)	503584.00	1310623.06	261865.37	68395.52	9845.50	11508.21

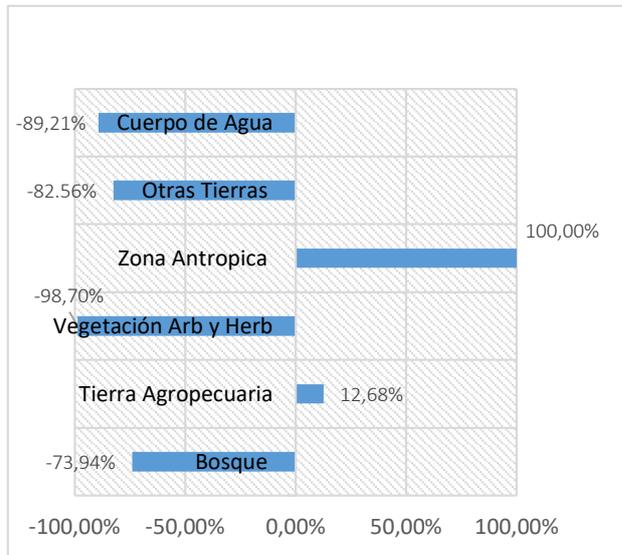
**Tabla 2**

*Cambio de cobertura y uso de suelo año 2000-2022 (continuación)*

Categoría	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de Agua
Cambio neto entre 2000-2022 (Ha)	177464.22	147465.86	3443.88	36914.60	2079.81	1392.55
Tasa de cambio (%)	-73.94%	12.68%	-98.70%	100.00%	-82.56%	-89.21%

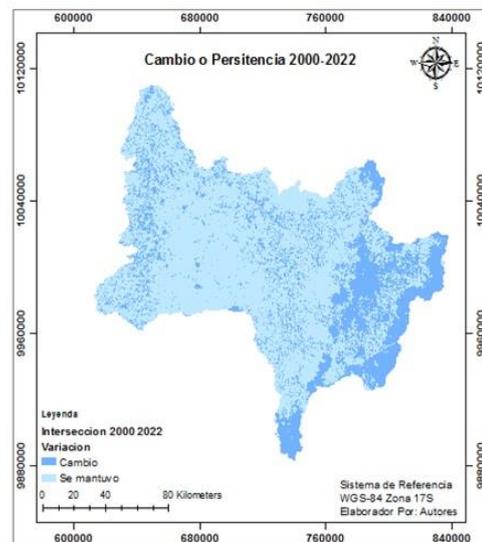
**Figura 4**

*Tasa de cambio 2000-2022*



**Figura 5**

*Cambio o persistencia 2000-2022*



*Perdida y ganancia de cobertura y uso de suelo 2000-2022*

Los resultados de la tabla 3, corresponde a la matriz de transición del año 2000-2022, Las superficies que se muestran en la fila de tiempo 1 (2000), corresponde perdida superficie de las siguientes categorías: Bosque ha perdido en 22 años 221570.10 hectáreas, la categoría de tierra agropecuaria ha perdido 106354.80 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea 48680.50 hectáreas, la categoría de zona antrópica no ha perdido superficie 0.00 hectáreas, la categoría de Otras tierras perdió una superficies de 5288.90 hectáreas y cuerpos de agua perdió una superficie de 4020.20 hectáreas. Las superficies de la columna tiempo 2 (2022) corresponden las Ganancia que han tenido las siguientes categorías: Bosque ha ganado 44113.20 hectáreas, Tierra agropecuaria 253822.30 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea, 47103.76 hectáreas, zona antrópica 36914.60 hectáreas, otras tierras 1332.96 hectáreas y cuerpo de agua gano 2667.64 hectáreas.

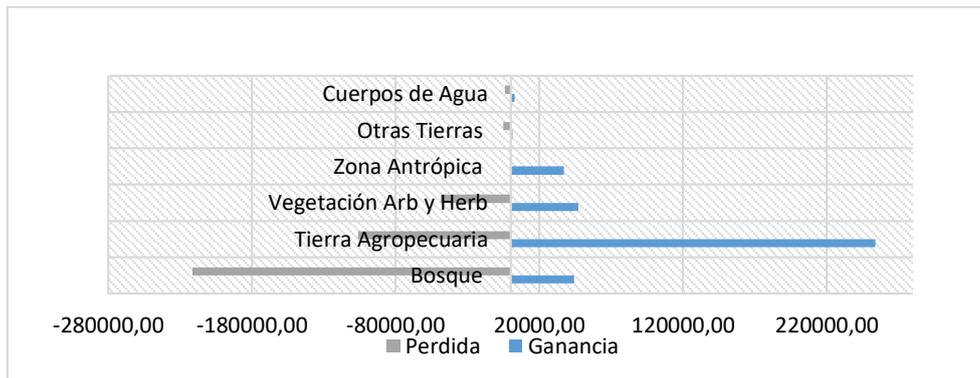
**Tabla 3**

*Matriz de códigos de la tabulación cruzada entre los años 2000-2022*

Cobertura / Uso suelo	Tiempo 2 (2022)					
	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de agua
Bosque	459478.10	208204.20	11094.20	1836.60	223.30	211.90
Tierra Agropecuaria	40460.90	1056802.40	31419.60	31621.70	551.30	2301.40
Vegetación Arb y Herb	3507.30	41249.50	214761.60	3283.70	551.30	88.80
Zona Antrópica	0.00	0.00	0.00	31480.90	0.00	0.00
Otras Tierras	92.50	683.50	4452.10	35.20	6636.50	25.60
Cuerpos de Agua	52.60	3685.20	137.80	137.50	7.10	8880.60
Total 2000	681048.20	1163157.20	263442.10	31480.90	11925.30	12900.80
Total 2022	503591.30	1310624.70	261865.40	68395.50	7969.40	11508.20
Perdida	221570.10	106354.80	48680.50	0.00	5288.90	4020.20
Ganancia	44113.20	253822.30	47103.76	36914.60	1332.96	2627.60

**Figura 6**

*Perdida - ganancia cobertura y uso de suelo 2000-2022*



*Cobertura vegetal y uso del suelo 2022 -2044*

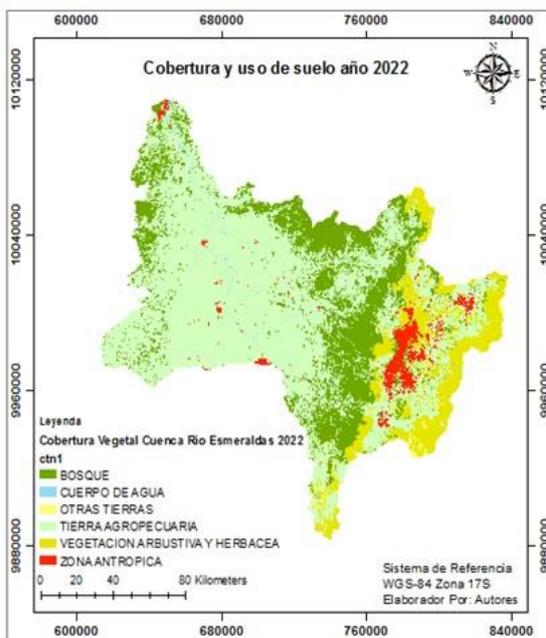
En la cobertura y uso de suelo del año 2022 se puede observar que la categoría de tierra agropecuaria es la superficie que se encuentra en mayor proporción con un área de 1310623,06 hectáreas, que corresponde al 60.51 % del área de la cuenca. La segunda categoría con mayor área son los bosques con 503584.00 hectárea que corresponde a un 23.25% de la superficie total. En 3er lugar está la categoría de vegetación arbustiva y herbácea con 261865.37 hectáreas, que en porcentaje corresponde al 12.09% del área. En 4to lugar está la categoría zona antrópica con 68395.52 hectáreas o 3.16% del área

total de la cuenca, categoría de otras tierras tiene un área de 9845.50 hectáreas que sería 0.45% del área total, y la cobertura de cuerpo de agua tiene el 0.53% de área total que en hectáreas sería de 11508.21 (tabla 4).

En la cobertura y uso de suelo del año 2044 se puede apreciar que el 1er lugar lo tendrá la categoría de tierra agropecuaria con una superficie para el 2044 de 1294589.49 hectáreas, que corresponderá al 59.77 % del área; el 2do lugar lo tendrá la categoría de bosque que contará con 411372.71 hectáreas, que corresponde al 18.99%; 3er lugar lo tendrá la categoría de vegetación arbustiva y herbácea que contará para el año 2044 con 288465.83 hectáreas, que en porcentaje sería 13.31%, datos que se pueden comprobar en la tabla 4. En 4to lugar esta las coberturas de zona antrópica con 147758.47 hectáreas, que corresponde al 6.92 % del área de la cuenca, la categoría de otras tierras tendrá 9672.86 hectáreas, esta superficie corresponde a 0.44 % del área de la cuenca, la categoría de cuerpo de agua tendrá 13962.30 hectáreas, que en porcentajes es 0.64% del área total de la cuenca del río Esmeraldas para el año 2044.

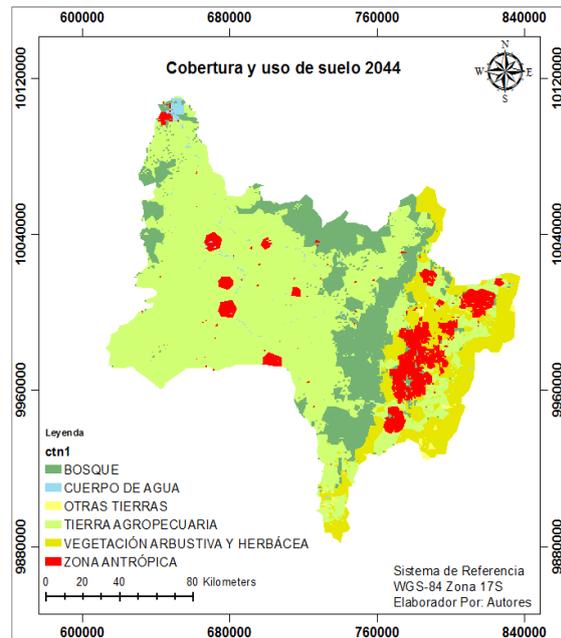
**Figura 7**

*Cobertura y uso de suelo del año 2022*



**Figura 8**

*Cobertura y uso de suelo del año 2044*



*Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo 2022 2044*

El cambio de cobertura para el periodo 2022-2044 (tabla 4), se observa que la categoría de tierra agropecuaria tendrá un cambio neto de 16033.57 hectáreas y una tasa de cambio de -98.78%, en la cobertura de bosque se logra apreciar que del 2022-2044 disminuirá 92211.28 hectáreas con una tasa de cambio -81.69%, la categoría de vegetación arbustiva

y herbácea reducirá 26600.46 hectáreas con una tasa de cambio de 10.16%, en la categoría de zona antrópica tiene un cambio de 79362.95 hectáreas y una tasa de cambio del 100%, la cobertura de otras tierra hará un cambio de superficie para 2044 de 172,64 hectáreas con una tasa de cambio de -98.25%, cuerpo de agua tendrá un cambio de 2454.09 hectáreas con una tasa de cambio de 21.32% (figura 9 y 10).

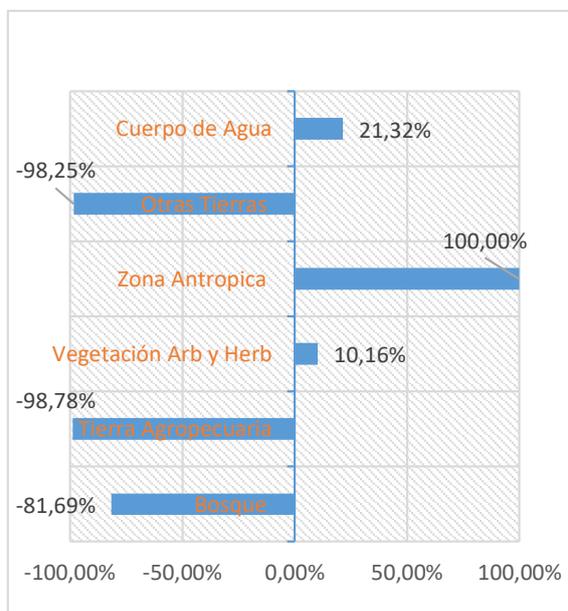
**Tabla 4**

*Cambio de cobertura y uso de suelo año 2022-2044*

Categoría	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de Agua
Cobertura y uso de suelo año 2022 (Ha)	503584,00	1310623,06	261865,37	68395,52	9845,50	11508,21
Cobertura y uso de suelo año 2044 (Ha)	411372,71	1294589,49	288465,83	147758,47	9672,86	13962,30
Cambio neto entre 2022-2044 (Ha)	92211,28	16033,57	26600,46	79362,95	172,64	2454,09
Tasa de cambio	-81,69%	-98,78%	10,16%	100,00%	-98,25%	21,32%

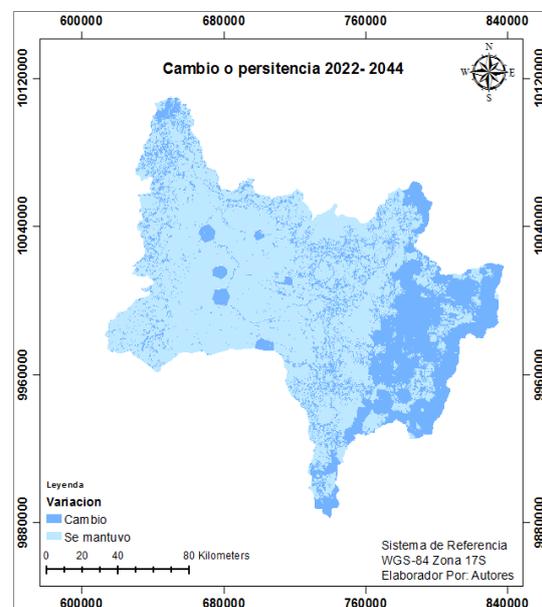
**Figura 9**

*Tasa de cambio (%) 2022-2044*



**Figura 10**

*Cambio o persistencia 2022-2044*



*Perdida y ganancia de cobertura y uso de suelo 2022-2044*

Los resultados que se observan en el (tabla 5), corresponde a la matriz de transición del año 2022-2044, las superficies que se muestran en la fila de tiempo 1 (2022), corresponde a la superficie de la siguientes categorías: bosque perderá en 22 años 156973.98 hectáreas, la categoría de tierra agropecuaria perderá en 2044 187852.35 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea perderá 35052.43 hectáreas, zona antrópica perderá 11360.99 hectáreas, la categoría de otras tierras perderá una superficies 4753.13 hectáreas, cuerpos de agua perderá una superficie de 8498.17 hectáreas. Las superficies que se observa en la columna de tiempo 2 (2044) corresponden las ganancias que han tenido las siguientes categorías: bosque ganara en 22 años 65442.26 hectáreas, tierra agropecuaria ganara 171617.48 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea 61447.89 hectáreas, zona antrópica ganara 90525.45 hectáreas, otras tierras ganara 4640.75 hectáreas y cuerpo de agua ganara 10817.21 hectáreas. Con base a la proyección realizado de la perdida y ganancia de cobertura y uso de suelo para el año 2044, teniendo en cuenta que los resultados obtenidos del cambio de uso de suelo son escenarios son preocupantes porque en 22 años desaparecerá una gran superficie de los bosques por los aumentos demográficos. Según Mielles & Jaramillo (2020), un descontrolado aumento demográfico lleva a la deforestación del bosque con el objetivo de obtener madera para construcciones, áreas para tierras de pastoreo o actividades agrícolas.

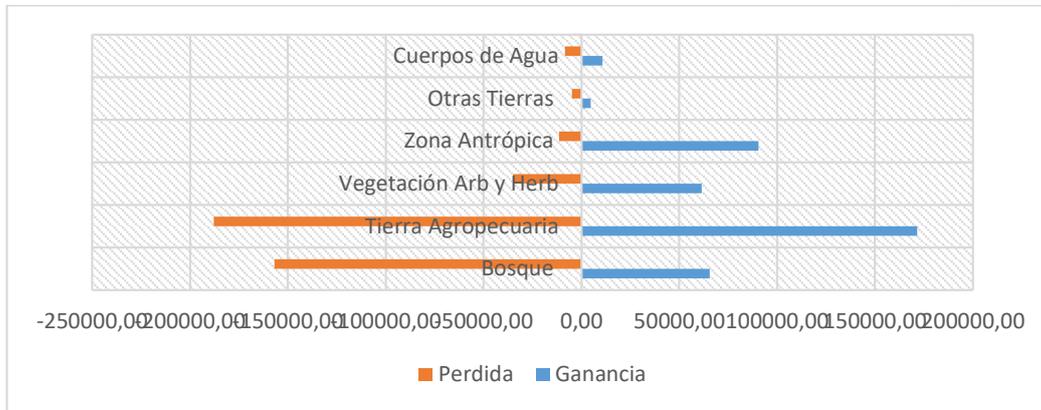
**Tabla 5**

*Matriz de transición de las categorías de uso de suelo entre 2022- 2044*

Cobertura / Uso suelo	Tiempo 2 (2044)					
	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de agua
Tiempo 1 (2022)						
Bosque	343675,58	138906,56	11856,04	4879,03	125,48	1206,88
Tierra Agropecuaria	59275,96	1119268,24	42746,29	77486,17	1033,13	7310,79
Vegetación Arb y Herb	4487,00	20740,45	224194,54	7545,50	1949,95	329,53
Zona Antrópica	1050,33	4107,85	2711,36	56756,52	1532,19	1959,26
Otras Tierras	85,81	1031,12	3610,67	14,78	4819,90	10,75
Cuerpos de Agua	543,16	6831,51	523,54	599,96	0,00	3000,19
Total 2000	500649,56	1307120,59	259246,97	68117,51	9573,03	11498,36
Total 2022	409117,84	1290885,72	285642,44	147281,96	9460,65	13817,40
Perdida	156973,98	187852,35	35052,43	11360,99	4753,13	8498,17
Ganancia	65442,26	171617,48	61447,89	90525,45	4640,75	10817,21

**Figura 11**

*Perdida o ganancia cobertura y uso de suelo 2022-2044*



#### 4. Discusión

El análisis multitemporal de la cobertura y uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas permitió conocer, que la cuenca del río Esmeraldas en el año 2000 tuvo una superficie de 681048.22 hectáreas de bosque, que para el 2022 fue de 503584.00 hectáreas, por lo tanto tuvo un cambio neto de 177464.22 hectáreas, estos resultados representan un caso preocupante por la pérdida de bosque teniendo en cuenta los que mencionó García (2016), los bosques tienen gran importancia en la seguridad alimentaria, por el motivo que son parte esencial para reservar alimentos para cubrir las necesidades alimentarias en el futuro, al afectar nuestros bosques en consecuencia tendremos que migrar a otras tierras fértiles y con disponibilidad de agua con el fin de cubrir nuestras necesidades esenciales pero debemos recordar que la búsqueda de otras tierras por causa de las deforestación y desertificación son situaciones cada vez más comunes a la que nos enfrentamos si no tomamos las debidas precauciones al manejar los bosques (Falcón, 2014).

La categoría de tierra agropecuaria al contrario del bosque ha aumentado la superficie de 1163157.20 hectáreas en el año 2000 a 1310623.06 hectáreas para el año 2022. Cuando nos referimos al uso de la tierra se conoce que cada vez se necesita más superficie para la producción agropecuaria, pero debemos tener en cuenta que el sector agropecuario en Ecuador es esencial para la economía del país por el motivo de que representa el 29,4% la población económicamente activa (Pino et al. 2018).

La categoría zona antrópica en 22 años pasaron a tener 31480.92 hectáreas a 68395.52 hectáreas, por tanto dentro de las categorías de coberturas y usos de suelo considero que estas tres son las que tienen mayor influencia en los cambio de coberturas y uso de suelo que se dan en la cuenca del Río Esmeraldas, por el motivo que los porcentajes de deforestación de bosque que se han dado el Ecuador están ligados en un 99,4% a la

transformación de bosque en áreas agropecuaria, 0,37% a la creación de infraestructuras, zonas urbanas, zonas rurales y 0,37% a otros (Sierra, 2013). A medida que la sociedad aumenta los bosques pierdan superficie y las tierras agropecuarias y antrópicas aumenta su área, por otra parte considero que las categorías analizadas como son: vegetación arbustiva y herbácea, otras tierras y cuerpos de agua no tiene gran influencia en los cambios de categoría y uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas.

La pérdida de superficie de la cobertura y uso de suelo se realizó comparando las coberturas del periodo 2000-2022, según el análisis multitemporal tenemos que los bosques perdieron 221570.13 hectáreas, tierras agropecuarias 106354,82 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea 48680.46, zona antrópica no perdió superficie, la categoría otras tierras perdió 5288.86 hectáreas y cuerpo de agua perdió 4020,19 hectáreas estos resultados se obtuvieron por medio de la matriz de transición dado que en un análisis de cobertura/ uso de suelo la matriz de transición identifica los cambios o la persistencia de cada una las coberturas considerando que es una metodología donde se comparan dos mapas o coberturas de diferentes periodos (García, 2016). Analizando las coberturas 2000 y 2022 donde se obtuvieron los resultados de pérdida de suelo, considerando que el análisis está en un intervalo de 22 años, la sociedad ha influido en las coberturas y el uso suelo se sabe que la población que se encuentra dentro de esta cuenca aprovecha los recursos que ofrece la cuenca, pero al mismo tiempo la población está produciendo afectaciones que pueden ser irreversibles para la cuenca hidrográfica como menciona Blacio (2015), la contaminación de las cuencas hidrográficas se produce por la gestión inadecuada de los desechos humanos, acumulación de aguas residuales, agroquímicos, el sector minero, falta de un sistema de potabilización del agua para el consumo humano y falta de programas de educación ambiental para mitigar la contaminación cuencas hidrográficas.

Las ganancias de superficie de la cobertura para el periodo 2000-2022 según el análisis multitemporal tenemos que los bosques ganaron 44113.19 hectáreas, tierras agropecuarias 253822.30 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea 47103.76, zona antrópica gana 36914.60, la categoría otras tierras gana 1332.96 hectáreas y cuerpo de agua 2627.64 hectáreas. En este caso se puede notar que la cobertura de bosque, vegetación arbustiva y herbácea, otras tierra y cuerpo de agua han perdido más área de la que ganaron, pero en el caso de tierra agropecuaria y zonas antrópica ganaron más área de lo que perdieron considerando que los asentamientos humanos han provocado afectaciones en el uso del suelo, los habitantes de las cuencas hidrográficas al construir sus viviendas cerca de los pozos de agua y los productores agrícolas que construyen en estas zonas sistemas de riego para los sembríos por sus actividades pueden provocar degradación del suelo, a su vez afectaciones a la flora y fauna (Pérez & Oviedo, 2019). Por lo tanto, tierra agropecuaria y zona antrópica son las coberturas que más beneficiadas los cambio que se producen en la cuenca.

La proyección del 2044 se realizó con las coberturas del 2000 y 2022 proyectándolo para el 2044 las categorías y uso de suelo tendrán las siguientes superficies: tierra agropecuaria tendrá 1294589.49 hectáreas, los bosque tendrán 411372.71 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea contara para el año 2044 con 288465.83 hectáreas también tendremos la zona antrópica con 147758.465 hectáreas, “otras tierras” tendrá 9672,858 hectáreas y cuerpo de agua tendrá 13962.299, esta proyección para el 2044 es preocupante porque en 22 años según la proyección se perderán 156973.98 hectáreas de bosque por lo tanto tendremos problemas graves con las áreas naturales, por este motivo en la actualidad el territorio es uno de elementos más importantes por esta razón los recursos naturales que hay dentro de este territorio se pueden aprovechar con la condición de que no se afecte la sostenibilidad de lo contrario se podría producir incremento descontrolado en el cambio y uso de suelo, crisis alimentarias, contaminación y deforestación (Vidal, 2023).

## 5. Conclusión

- En el estudio multitemporal se demostró y se proyectó el cambio que tendrán la cobertura / uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas en periodos de 22 años, 2000-2022, 2022-2044 para comprobar como las actividades influyen en los cambios de cobertura, esto se respaldaron con los mapas realizados en Arcgis y con la proyección con software Idrisi v17, lo cual permitió modelar para el 2044 la cantidad de hectáreas que tendrá cada categoría de cobertura/uso de suelo.
- El estudio se realizó con la ayuda de los (SIG) sistemas de información geográficos que son herramientas que cada día van teniendo mayor importancia para la ingeniería y otra área las cuales se encargan del estudio de la tierra.
- Este estudio también tiene como objetivo para demostrarle a la sociedad como las cuencas hidrográficas puede cambiar a medida que pasa el tiempo y por las actividades que realizan los habitantes.

## 6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

## 7. Declaración de contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

## 8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores

## 9. Referencias Bibliográficas

- Blacio Vásquez, J. J. (2015). *Factores que inciden en la contaminación de las cuencas de agua para consumo en las parroquias de huertas, Muluncay y Arcapamba, pertenecientes al cantón Zaruma, durante los meses de diciembre 2013 y enero 2014* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala, Machala].  
[https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UTMACH\\_cb5e62e0d7a19aba6a0141be10cef871](https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UTMACH_cb5e62e0d7a19aba6a0141be10cef871)
- Dorigo Bravo, L. (2012). *Técnicas regionales hidrológicas para la estimación de caudales máximos aplicadas a la cuenca del río Esmeraldas* [Tesis de pregrado, Universidad Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador].
- Falcón García, O. (2014). *Dinámica de cambio en la cobertura uso del suelo, en una región del estado de Quintana Roo, México: el impacto de las políticas gubernamentales sobre el manejo forestal comunitario* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México].  
<http://132.248.9.195/ptd2014/enero/0707773/0707773.pdf>
- García Culqui, C. L. (2022). *Análisis multitemporal de la dinámica de uso de suelo y cobertura vegetal en la microcuenca del río Illangama* [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador].
- García Marín, M. E. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Revista Producción + Limpia*, 11(2), 161-168.  
<http://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/pl/article/view/1247/1038>  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1194>  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/111198>  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/35448>  
[https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2013/03/rsierra\\_deforestacionecuador1950-2020\\_180313-pdf.pdf](https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2013/03/rsierra_deforestacionecuador1950-2020_180313-pdf.pdf)
- Mieles Giler, J. W. & Jaramillo Véliz, J. J. (2020). Crecimiento demográfico e impacto ambiental de la parroquia Andrés de vera del cantón Portoviejo. *Revista ALLPA*, 3(6), 22-32  
<https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/allpa/article/view/64/140>
- Niño Martínez, Y. M. (2020). *Análisis multitemporal mediante imágenes de sensores remotos para la determinación de los cambios de uso de suelo en el municipio de*

*san francisco de sales, Cundinamarca (Colombia) entre los años 90's y 2018* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina].

- Pérez Rodríguez, N. & Oviedo Álvarez, V. (2019). Medio ambiente, medio ambiente urbano y administración pública. *Revista Espacios Universidad de la Habana*, (287), 175-184. <https://revistas.uh.cu/revuh/article/view/2742>
- Pesantez Pacheco, P. G. (2015). *Clasificación y predicción de cambio de cobertura de suelo de la cuenca del río Paute utilizando herramientas geo informáticas* [Tesis de Maestría, Universidad Estatal de Cuenca, Cuenca, Ecuador].  
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21445/1/tesis.pdf>
- Pino Peralta, S. L., Aguilar, H. R., Apolo Loaiza, G. E., & Sisalema Morejón, L. A. (2018). Aporte del sector agropecuario a la economía del Ecuador. Análisis crítico de su evolución en el período de dolarización. Años 2000 – 2016. *Revista Espacios*, 39(32), 1-11.  
<https://www.readbag.revistaespacios.com/a18v39n32/a18v39n32p07.pdf>
- Pinos Arévalo, N. J. (2016). *Prospectiva del uso de suelo y cobertura vegetal en el ordenamiento territorial - Caso cantón Cuenca*. *Revista Estoa*, 9(5), 7-19.  
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/1019/887>
- Reyes Vera, C. H., González Quiñonez, L. A., Cevallos Mina, M. G., Realpe Bolaños, K. R., Estrada Vásquez, E. L., & Delgado Rezavala, F. J. (2022). Fragmentación del paisaje en la cuenca del Río Esmeraldas – Ecuador. *Revista Sapienza*, 3(1), 1227-1238.  
file:///C:/Users/tcarr/Downloads/20.+FRAGMENTACI%C3%93N+DE+PAISA+JE.pdf
- Sierra, Rodrigo. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años*. Editorial Conservación internacional Ecuador y Forest Trends. Quito, Ecuador.
- Vásconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., & Ortiz, L. (2019). *Cuencas Hidrográficas*. Editorial de la Universidad Politécnica Salesiana.  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19038>
- Vidal Urrunaga, B. L. (2023). *Análisis de los asentamientos humanos informales en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena* [Tesis de Maestría, Universidad San Gregorio de Portoviejo, Portoviejo].  
<http://repositorio.sangregorio.edu.ec/handle/123456789/3033>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones

