Libro Científico Memorias

III

Encuentro Nacional de la Red Ecuatoriana de Ciencia Regional

RECIR

RECiR

FAU | FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
"Arq. Guillermo Cubillo Renella"

MANGLAR editores
Un espacio para la ciencia

Dinamización Productiva y Crecimiento Regional en el Marco del Desarrollo Sustentable del Ecuador

ISBN: 978-9978-11-029-4

9 789978 110294

Libro Científico Memorias

III

Encuentro Nacional de la Red Ecuatoriana de Ciencia Regional

RECIR

Dinamización Productiva y Crecimiento Regional en el Marco del Desarrollo Sustentable del Ecuador

Organizado por:

RECiR

Universidad de Guayaquil

FAU FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO "Arq. Guillermo Cubillo Renella"

MANGLAR editores
Un espacio para la ciencia

Co-organizadores:

UNIVERSIDAD DE CUENCA

UTPL UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

Con el apoyo de:

Universidad de Guayaquil

RSAI

PRSCO

Libro Científico Memorias

III Encuentro Nacional de la Red Ecuatoriana de Ciencia Regional RECIR

Comité Institucional y Organizadores

RECIR
Econ. Fabián Vilema Escudero, Ph.D (c)
Coordinador Nacional

Universidad de Guayaquil
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Arq. Ivetheyamel Morales Vergara
Decana

Universidad de Cuenca
Rodrigo Mendieta Muñoz, Ph.D
Decano de la Facultad de Ciencias Administrativas

Universidad Técnica Particular de Loja
Ronny Correa Quezada, Ph.D
Director del Departamento de Economía

Comisión Académica

Econ. Segundo Vilema Escudero
Universidad de Guayaquil

Ronny Correa Quezada, Ph.D
Universidad Técnica Particular de Loja

Grace Carolina Guevara Rosero, PhD.
Escuela Politécnica Nacional

L. Carlos Freire-Gibb, Ph.D.
Universidad de Guayaquil

Tangya del Carmen Tandazo Arias, Ph.D.
Universidad Técnica Particular de Loja

Gabriela del Rocio Jaramillo Loaiza, MSc.
Universidad Técnica Particular de Loja

Yonimiler Castillo Ortega, MSc.
Universidad Católica de Cuenca

Henry Emilo Mendoza Avilés, MSc.
Universidad de Guayaquil

Katty Vanessa Celi Sanchéz, MSc.
Universidad Técnica Particular de Loja

Edesmin Wilfrido Palacios Paredes, Ph.D.
Universidad Central del Ecuador

Víctor Hugo Briones Kusactay, MSc.
Universidad de Guayaquil

ManglarEditores

Econ. Patricia Navarrete Zavala
Coordinación Editorial

Lcdo. Iván Murillo Arteaga
Perito Traductor Registrado - Función Judicial
Responsable Científico de la Lengua Inglesa

ManglarEditores coordinó el proceso de evaluación de las contribuciones presentadas al III Encuentro Nacional de la Red de Ciencia Regional (RECIR, 2017), bajo la metodología *double blind review*.

Revisión de citas y referencias bajo Normas APA 6a. edición.

Edición, diagramación, publicación y registro del libro científico.

Oficina: Cdla. La Garzota Mz. 59 Sl. 37, Cel.: (+593-9) 9288 2503
Networking y Capacitaciones: Cdla. Comegua Mz. I Villa 3
Planta: Alcedo 405-409 y 6 de Marzo, Telfs: (+593-4) 241 0379 / 241 0582 / 241 0332
Guayaquil, Ecuador
E-mail: info@manglareditores.com
www.manglareditores.com

Datos Técnicos

Libro Científico Memorias III Encuentro Nacional de la Red Ecuatoriana de Ciencia Regional - RECIR (2017)

Segundo Vilema Escudero,*Compilador*

Edición 1, 31 de julio de 2018

ISBN: 978-9978-11-029-4

Derechos de Autor: GYE-009594

Número de ejemplares: 100

Edición digital disponible en CD-Rom

Copyright
Todo el material que se publica en el Libro Científico Memorias III Encuentro Nacional de la Red Ecuatoriana de Ciencia Regional - RECIR (2017), se encuentra protegido por derechos de autor. Se prohibe la reproducción total o parcial del mismo por cualquier medio mecánico o electrónico, sin el permiso del Comité Institucional. Se autoriza la reproducción de los textos siempre y cuando se cite la fuente. Lo expuesto por los autores en las contribuciones publicadas, son de su entera responsabilidad, y no reflejan las opiniones del Comité Institucional y Organizadores.

www.manglareditores.com

Presentación

Las Ciencias Regionales han tenido un importante desarrollo del conocimiento científico en las dos últimas décadas. La aproximación holística de las ciencias regionales permite articular distintas disciplinas logrando un esfuerzo multidisciplinario por comprender la complejidad de los cambios sociales, económicos y ambientales al modificar las estructuras del espacio. En este sentido, la tendencia de los saberes globales da mayor relevancia hoy en día, al Desarrollo Sostenible como el factor base de bienestar de las sociedades, donde el pilar de la dinamización productiva es sustancial en el crecimiento de los países. Por tanto, la Red Ecuatoriana de Ciencia Regional en su afán de consolidar un grupo de investigadores especializados y motivados en el estudio de los problemas complejos del territorio y las regiones, promueven diferentes actividades de intercambio y transferencia de conocimiento entre los actores claves de la sociedad Ecuatoriana.

La presente publicación es el resultado de la divulgación, intercambio y discusión de proyectos de investigación realizados por los participantes del III Encuentro de la Red Ecuatoriana de Ciencia Regional realizada en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Guayaquil, y se presenta a la sociedad científica ecuatoriana como un instrumento de consulta que estamos seguros será de su relevancia e importancia.

Econ. Fabián Vilema Escudero
Coordinador de RECIR

Línea 1

Ordenamiento Territorial, Urbanismo y Tecnología de Sistemas Constructivos (HÁBITAT)

pp. 11-86

Línea 2

Desarrollo Local y Emprendimiento Socio-Económico Sustentable.

Línea 3

Ciencias Básicas, Bioconocimiento y Desarrollo Industrial.

Línea 1

Ordenamiento Territorial, Urbanismo y Tecnología de Sistemas Constructivos (HÁBITAT)

Capítulo 1 13-26

Indicador ambiental de Confort Acústico para el Ordenamiento Territorial: Proceso metodológico.

Laura Calero Proaño, Marcial Calero Amores, Marcia Teneda González

Capítulo 2 27-45

Sistemas hídricos como insumos técnicos en la actualización de planes de ordenamiento territorial.

Juan Carlos Torres Espinoza, Héctor Danilo Hugo Ullauri

Capítulo 3 47-60

Sistemas estructurales menos vulnerables y más resilientes ante sismos en Quito.

Luis Wladimir Morales Gubio

Capítulo 4 61-74

Efectos del cambio de cobertura del suelo en la geomorfología fluvial del río Tena, Amazonía Ecuatoriana.

Jorge René Hurtado Pidal, Jorge Emilio Celi Sangurima, Luis Alfredo Yaguache Ordoñez

Capítulo 5 75-86

Transformación de la imagen urbana-ambiental por aumento de la densidad poblacional.

Silvia Corina Alcívar Macías, Luz Arianna Castrillón Andrade, Gina Eudocia Samaniego Alcívar

Línea 2

Desarrollo Local y Emprendimiento Socio-Económico Sustentable.

Capítulo 6 91-107

Crowdfunding, una oportunidad de financiamiento para emprendimientos.

David Alejandro Zaldumbide Peralvo, Julio Alejandro Albuja Sánchez, Óscar Xavier Gómez Manotoa

Capítulo 7 109-120

Acción participativa para el diseño de productos eco turísticos. Caso Comunidad Shuar Napurak.

Clara Gonzaga Vallejo, Salvador Cortés García, María Gabriela Suasnavas Rodríguez

Capítulo 8 121-130

Estudio y análisis para la propuesta de un centro de desarrollo infantil integral para la comunidad de Babahoyo.

Ivana Patricia Hernández Chumo, Silvia Corina Alcívar Macías

Línea 3

Ciencias Básicas, Bioconocimiento y Desarrollo Industrial.

Capítulo 9 135-148

Análisis de los beneficios de las energías renovables en el sector transporte en Ecuador.

Julio Santiago Guime Calero, Richard Romero Izurieta, Leonardo Roberto Espinoza Roca

Capítulo 10 149-163

Derechos y responsabilidades de los actores sociales frente al consumo de alcohol.

Programa de desarrollo de la inteligencia emocional para prevenir el consumo de alcohol en adolescentes.

Josué Villarreal Puga, Grace Katherine Andrade Abad

Capítulo 11 165-184

Características de la caficultura ecuatoriana en el marco del desarrollo sostenible en Ecuador.

Renier Esquivel García, Borisse Javier Bello Sabando, Miguel Giancarlo Ormaza Cevallos, Faviola Beatriz Vera Velásquez

Cap. 4

Efectos del cambio de cobertura del suelo en la geomorfología fluvial del río Tena, Amazonía Ecuatoriana

Código JEL: Q51.

Jorge René Hurtado Pidal
Universidad Regional Amazónica Ikiam
jorge.hurtado@ikiam.edu.ec

Jorge Emilio Celi Sangurima
Universidad Regional Amazónica Ikiam
jorge.celi@ikiam.edu.ec

Luis Alfredo Yaguache Ordoñez
Universidad Nacional de Loja
lyaguache1978@gmail.com

Resumen

La dinámica geomorfológica de los ríos puede verse afectada por diversos factores naturales y antrópicos, como la deforestación, mismos que pueden magnificar la producción de sedimento en una cuenca. En este trabajo se realizó un análisis multitemporal de la cobertura del suelo de la cuenca del río Tena, y se utilizó una serie de imágenes satelitales para identificar y medir los cambios geomorfológicos que ha tenido el río en el tiempo con el fin de determinar si la deforestación de la cuenca ha influido en la geomorfología fluvial. Los resultados obtenidos muestran una relación clara entre la cantidad de cobertura boscosa de la cuenca y los cambios en la sinuosidad del río aguas abajo; sin embargo, no muestran una relación evidente entre la

deforestación y los cambios en la sinuosidad aguas arriba, lo que hace necesario profundizar más el conocimiento de estas dinámicas para tomar medidas oportunas de planificación territorial.

Palabras clave: Río Tena, Deforestación, Sedimento, Geomorfología.

Abstract

The geomorphological dynamics of rivers can be affected by various natural and anthropic factors, such as deforestation, which can magnify the production of sediment in a basin. In this work a multi temporal analysis of the ground cover of the Tena river basin was carried out, and a series of satellite images was used to identify and measure the geomorphological changes that the river has had over time in order to determine if the deforestation of the basin has influenced the fluvial geomorphology. The results obtained show a clear relationship between the amount of forest cover in the basin and the changes in the sinuosity of the river downstream; however, they do not show an obvious relationship between deforestation and the changes in sinuosity upstream, which makes it necessary to further deepen the knowledge of these dynamics in order to take opportune territorial planning measures.

Key words: Tena River, Deforestation, Sediment, Geomorphology.

Introducción

La dinámica fluvial es el proceso mediante el cual la acción de los ríos modifica de alguna manera el relieve terrestre (Hernández, 2015). Los cauces fluviales no son geoformas estáticas, por el contrario pueden cambiar y de manera rápida y a veces de forma impredecible lo que provoca que el comportamiento del río en general cambie. Por eso se hace indispensable analizar su variación espacio temporal.

Para esto uno de los parámetros más utilizados para caracterizar la forma de los ríos son la curvatura, amplitud o la sinuosidad, esta última definida como la relación entre la longitud del eje central del río y la longitud del tramo (Friend y Sinha, 1993; Hasfurther, 1985).

Por otro lado, los cambios de cobertura del suelo dentro de una cuenca pueden claramente tener un impacto significativo en la producción y dinámica del sedimento (Coulthard y Van De Wiel, 2017; Yaguache, Rodrigues, Blanco y Hurtado, 2016).

Además variables ambientales como la precipitación también tienen una estrecha relación con la generación de sedimento (Li y Gao, 2015), tal es así que uno de los factores más importante a la hora de cuantificar la producción de sedimento es la erosividad de la lluvia (Yaguache et al., 2016). Sin embargo, a la hora de analizar el fenómeno de transporte de sedimento hasta su incorporación en el canal o corriente fluvial, es la escorrentía superficial el mecanismo que hace posible esto (Gardner y Gerrard, 2003; Osterkamp y Toy, 1997).

Otro aspecto importante a considerar son las perturbaciones que se puedan dar aguas arriba en un tramo, debido a actividades antrópicas como la minería de pétreos por ejemplo, ya que es sabido que las condiciones aguas arriba son muy influyentes en los cambios morfológicos del cauce (Güneralp y Rhoads, 2010; Morais, Rocha y Hooke, 2016). En este contexto se hace necesario analizar la dinámica

fluvial del río Tena, tanto por los problemas de deforestación como de minería de pétreos (Sierra, 2013). A esto hay que sumar la capacidad de la cuenca para generar caudales de crecida, tanto por factores geomorfológicos como climáticos, tal es así que para un período de retorno de 500 años lo caudales esperados en esta cuenca son del orden de 1100 m^3/s (Fernández, 2004).

A pesar de que la deforestación o la minería de pétreos alteran la dinámica de los sedimentos y en consecuencia la dinámica fluvial, no es menos cierto que los cambios en la geomorfología de un río son normales y naturales e incluso necesarios para la dinámica ecológica de los ríos (Elosegi, Díez y Mutz, 2010). Sin embargo, cuando no se tiene en cuenta este comportamiento, ocupando la llanura de inundación y las márgenes con infraestructura, o peor aún se lo altera o magnifica a partir de actividades antrópicas como la deforestación, aparecen problemas socioambientales como los que han ocurrido en la ciudad de Tena, donde se han ocupado zonas que el río inunda de forma frecuente aumentando la vulnerabilidad y riesgo de su población.

El presente artículo trata de un estudio de caso, en la cuenca y tramo fluvial del río Tena (a lo largo del río). En este sentido los objetivos del estudio fueron (i) identificar los cambios morfológicos del río Tena en dos tramos, uno alto y otro bajo, en el período 1986-2017, (ii) medir la sinuosidad del río (morfometría) en los dos tramos y años diferentes y (iii) relacionar el cambio de cobertura del suelo con los cambios en la sinuosidad. De esta manera se pudo entender mejor las interrelaciones entre bosque y dinámica fluvial, información importante a la hora de planificar el territorio.

Área de estudio

En la organización política del Ecuador, el área de estudio se encuentra dentro del cantón Tena en la provincia de Napo, y comprende parte del área urbana de la ciudad de Tena que es la capital de la provincia (figura 1).

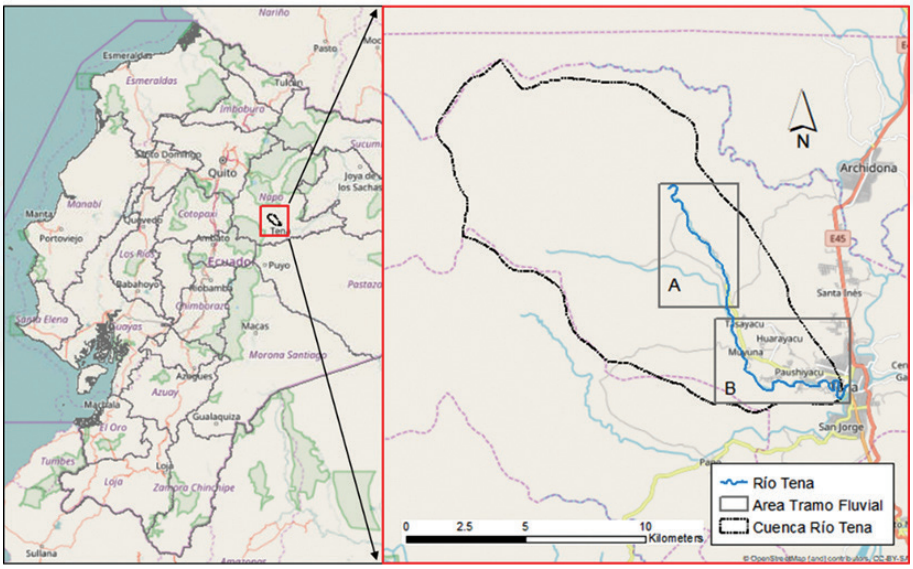

Figura 1. Mapa de ubicación de la cuenca del río Tena en Ecuador (izquierda) y de los tramos fluviales de análisis (A y B) dentro de esta cuenca (derecha).

El área de estudio se encuentra en la cuenca del río Tena (132 Km²) a lo largo del canal principal del río (16 Km) entre las siguientes coordenadas: 0° 59' 08.8723" S y 77° 47' 17.2189" O.

De forma general, y de acuerdo al mapa geológico, la zona de estudio pertenece a una extensa cuenca de sedimentación cretácica-terciaria. La parte alta del canal se desarrolla sobre depósitos coluvio-aluviales, con bloques sub-angulosos, y algunas rocas que incluso superan el 1m de diámetro, mientras que en la parte más baja predominan los depósitos aluviales, compuestos de arenas, limos y arcillas y con rocas de hasta 10 y 50 cm de diámetro (figura 2).

Se estudiaron dos tramos; uno en la parte alta del río (tramo A) de 6.7 km de longitud con una pendiente media de 6.4% y otro en la parte baja del río (tramo B) de 8.7 km de longitud con una pendiente de 3.6%.

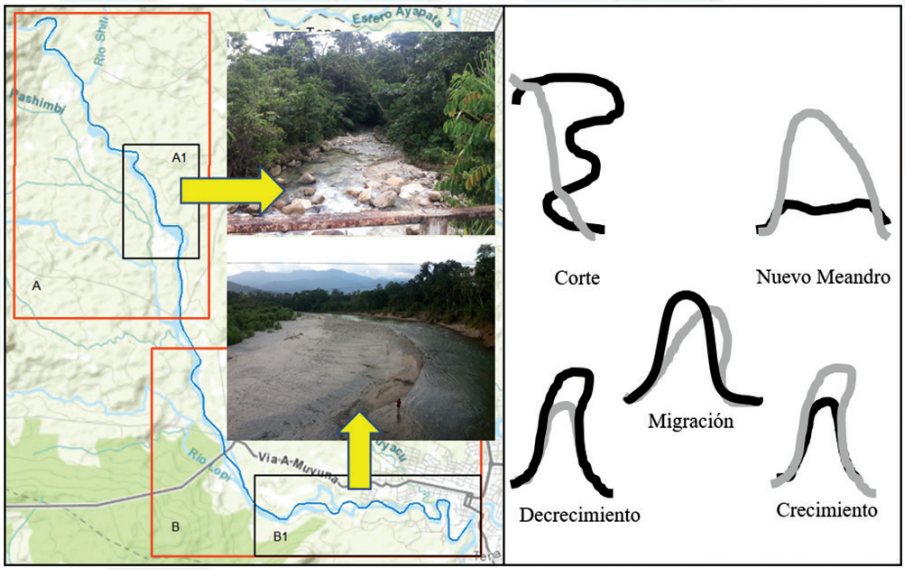

Figura 2. Tramos A y B con subtramos A1 y B1, con ilustración fotográfica (izquierda). Ilustración de los tipos de cambios morfológicos identificados (derecha).
Fuente: Adaptado de Morais et al., 2016.

Metodología

La metodología se basa en el análisis multitemporal de imágenes satelitales y de mapas de cobertura del suelo. Mientras que las imágenes se utilizaron para digitalizar y definir la forma del eje del río, los mapas de cobertura del suelo sirvieron para cuantificar los cambios en la cobertura boscosa dentro de la cuenca. El siguiente paso fue el análisis de correlación entre la sinuosidad del río y la cobertura de bosque en la cuenca.

Información geográfica

Se descargaron 18 imágenes satelitales que corresponden al período 1986 – 2017. Este repositorio se completó usando información de diferente origen como LandSat, Aster y Sentinel2A, de acuerdo

a la disponibilidad y calidad de las imágenes (figura 3). Los mapas de cobertura del suelo corresponden a los años 1990, 2000, 2008, 2014 (figura 3), y fueron elaborados por el Ministerio del Ambiente (MAE). Por último, el modelo de elevaciones SRTM 1 arco-segundo (30 metros) fue utilizado para medir la pendiente longitudinal de los tramos, esto sirvió al momento de definir los tramos fluviales de análisis para mantener cierta homogeneidad en los mismos.

Análisis de la dinámica fluvial

Después de digitalizar el eje del río en 5 años diferentes (1986, 1997, 2002, 2007, 2017) se identificaron los tipos de cambios morfológicos (figura 2) en dos períodos (1986-2002; 2007-2017), los mismos que se definieron en función de la calidad de las imágenes satelitales disponibles.

Es importante destacar que la identificación de los cambios morfológicos es muy importante en la caracterización de la dinámica fluvial, porque la migración de meandros, por ejemplo, depende de la resistencia a la erosión de los materiales del valle aluvial (Motta, Langendoen, Abad y García, 2014).

Para medir los cambios en la geomorfología, el parámetro utilizado fue la sinuosidad, definida como la relación entre la longitud del río y la longitud del valle medida en línea recta, así valores menores a 1.25 definen un cauce con baja sinuosidad (Hasfurther, 1985). Previo a la medición de la morfometría fue necesario definir tramos fluviales más homogéneas en función de la pendiente longitudinal dentro de cada tramo, a éstos les llamamos subtramos A1 y B1 (figura 2).

Relación entre cobertura del suelo y morfometría

También se hizo un análisis multitemporal de la relación entre la sinuosidad y la cobertura del suelo. Se usaron cuatro mapas de cobertura del suelo; 1990, 2000, 2008, 2014 (figura 3) reclasificados de acuerdo a su tipo en: cobertura natural (bosque, vegetación arbustiva y herbácea) y antrópico (cultivos, pastos y área urbana).

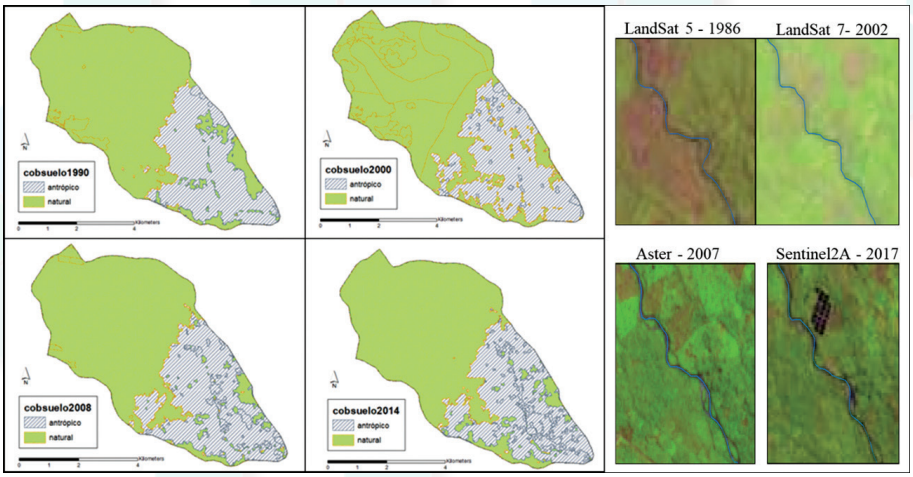

Figura 3. Cobertura de suelo en diferentes años reclasificada de acuerdo a su tipo en natural y antrópico (izquierda). Ilustración de los cambios morfológicos del río Tena a partir de imágenes satelitales de diferentes años (derecha).

Una vez reclasificadas las diferentes categorías del mapa de cobertura del suelo, se calcularon las áreas que corresponden a coberturas de tipo natural y antrópicas para analizar la correlación estadística de estas áreas con la sinuosidad.

Resultados y discusión

Se pudieron identificar los cambios morfológicos del río Tena desde 1986 hasta 2017. Además, se pudo medir la sinuosidad del río en 4 años diferentes para relacionar esto al cambio de cobertura del suelo (tabla 1).

Dinámica fluvial del río Tena

Resultó evidente que, en ambos períodos, el número de cambios se acentúa en el tramo B (seis procesos), respecto al tramo A (dos procesos), en ambos períodos (tabla 1). Esto es característico de esta

parte de la cuenca, ya que la parte baja con pendientes menores favorece el asentamiento del sedimento. Además, el material sobre el que se desarrolla el río son mayormente depósitos aluviales que favorecen la erosión y los cambios morfométricos, procesos acentuados por las causas antrópicas como la deforestación, que se analiza más adelante. Sin embargo, a pesar de que el número de cambios es el mismo en ambos períodos, no sucede los mismo con la morfometría a lo largo del río, ya que mientras el subtramo A1 presenta más cambios en la sinuosidad, el subtramo B1 se mantiene con pocos cambios, es decir es más estable (tabla 2).

Estos cambios en la sinuosidad en la parte alta (subtramo A1) si tienen una tendencia temporal clara ($R^2 = 0.89$) a disminuir, mientras que la parte baja (subtramo B1) no presenta una tendencia en el tiempo ($R^2 = 0.16$), pero si tiene valores mayores de sinuosidad (figura 4).

Estos resultados pueden ser indicadores de que los procesos morfológicos del río Tena en la parte alta y baja, tienen orígenes diferentes. Sin embargo, es necesario completar el análisis midiendo otros parámetros como la longitud de onda y la amplitud, por ejemplo, y su variación entre períodos, para entender aún mejor la dinámica fluvial del río.

Relación entre la cobertura del suelo y la morfometría

En el análisis multitemporal de la cobertura del suelo se pueden ver indicios de como la cobertura natural (bosque, vegetación arbustiva y herbácea) se ha ido perdiendo en la microcuenca de forma paulatina (tabla 3), por ejemplo, con la deforestación, y cómo se relaciona esto con los valores de sinuosidad en los diferentes años (figura 5).

Es claro que la dinámica fluvial del río en la parte baja, tendría una relación más directa con el cambio de cobertura del suelo. El coeficiente de determinación (R^2) de 0.72 así lo confirma (ligura 4), lo

Tabla 1. Cambios morfológicos identificados en el río Tena.

Periodo	Tramo	Corte	Nuevo	Crecimiento	Decrecimiento	Migración	Total
1986-2002	A	2	0	0	0	0	2
	B	1	1	3	0	1	6
2007-2017	A	0	0	1	1	0	2
	B	1	0	1	3	1	6

Tabla 2. Sinuosidad en los subtramos A1 y B1 para diferentes años.

Año	Subtramo A1 (2,032 Km)		Subtramo B1 (3,718 Km)	
	Río (Km)	Sinuosidad	Río (Km)	Sinuosidad
1986	2.528	1.24	5.57	1.50
2002	2.272	1.12	5.66	1.52
2007	2.326	1.14	5.69	1.53
2017	2.191	1.08	5.60	1.51

Tabla 3. Áreas y porcentajes de cada tipo cobertura en la microcuenca del río Tena.

Año	Cobertura				Total	
	Natural		Antrópico			
	Area (ha)	Porc (%)	Area (ha)	Porc (%)	Area (ha)	Porc (%)
1990	9185.42	69.14	4099.88	30.86	13285.3	100.00
2000	8771.91	66.03	4513.46	33.97	13285.37	100.00
2008	8577.41	64.56	4707.94	35.44	13285.35	100.00
2014	8741.9	65.80	4543.45	34.20	13285.35	100.00

cual es muy lógico, ya que esta zona presenta valores de pendiente longitudinal menores y por tanto los procesos se sedimentación serían mayores, y el flujo de agua al desarrollarse sobre este material tiene más posibilidades de cambiar la morfología en los procesos de erosión en el canal (Coulthard y Van De Wiel, 2017). En cambio en la parte alta la sinuosidad no tiene una relación al cambio de cobertura del suelo respecto a la cobertura del bosque ($R^2 = 0.6$), o al menos es una relación mucho menor que en la parte baja del río.

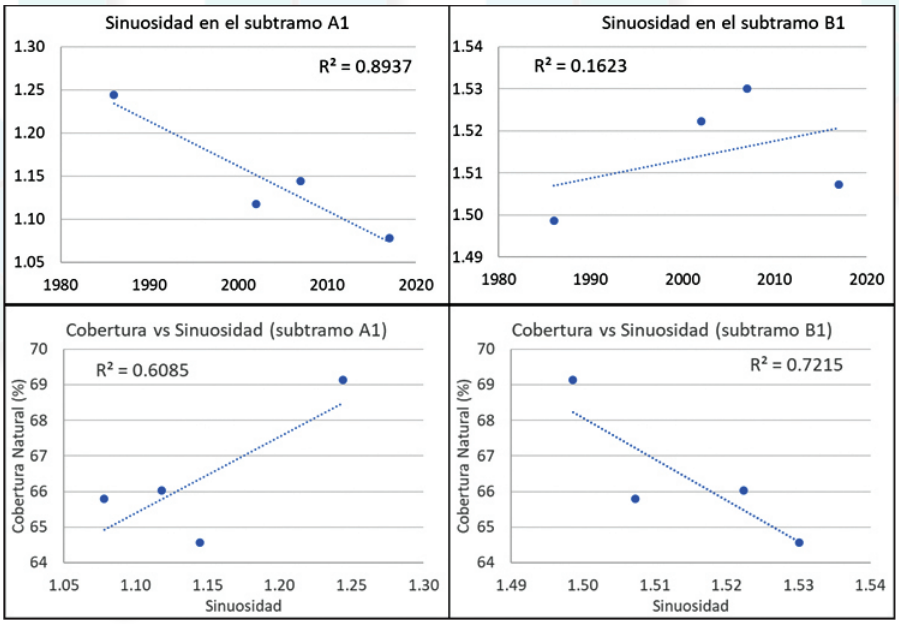

Figura 4. Gráfico de tendencia de la sinuosidad en el subtramo A1 (arriba izquierda) y en el subtramo B1 (arriba derecha). Correlación entre la cobertura natural y la sinuosidad en la parte alta, subtramo B1 (abajo izquierda) y en la parte baja, subtramo A1 (abajo derecha).

Conclusiones

La parte baja del río (subtramo B1) tiene más lugares con procesos de cambios, además de tener mayores valores de sinuosidad, respecto a la parte alta (subtramo A1), en todos los años analizados, siendo el crecimiento y decrecimiento de meandros los procesos que están más presentes en el período 1986 – 2017.

La sinuosidad en la parte baja del río está más relacionada al cambio de cobertura del suelo dentro de la cuenca, respecto a la sinuosidad en la parte alta, ya que como se dijo, al reemplazar la cobertura natural que protege mejor al suelo, se intensifica la producción del sedimento que viaja hasta la parte baja para

depositarse, y por tanto en esta parte la dinámica fluvial se intensifica. En este sentido los resultados sirven de apoyo a la gestión del riesgo por inundación en la ciudad de Tena, por ejemplo, debido a que las áreas en riesgo por desbordamientos del río también se modifican si la morfología del canal cambia. En este sentido sería recomendable monitorear el subtramo B1, para actualizar la cartografía de riesgos por inundación cuando se produzcan cambios significativos en la morfología del cauce, que por lo general ocurren después de una crecida grande del río.

El bosque presta muchos servicios ecosistémicos y uno de esos está en relación a la dinámica del sedimento, alterar estos procesos nos vuelve más vulnerables a los riesgos de inundación por ejemplo, ya que se si la morfología de los cauces cambia muy rápido, en relación al cambio de cobertura dentro de la cuenca, se volvería impredecible el comportamiento del río durante las crecidas y por tanto los daños que pudiera ocasionar serían mayores.

Es importante considerar algunos aspectos que podrían mejorar los resultados de este trabajo, por ejemplo, mejorar la escala de los mapas utilizados (150.000), realizar un muestreo del material que componen el lecho del canal y las terrazas de inundación, para conocer mejor la susceptibilidad a la erosión que tiene el río en los diferentes tramos. Por último sería importante también analizar en qué medida las actividades como minería de pétreos están afectando a la dinámica fluvial del río Tena.

Referencias

Coulthard, T. y Van De Wiel, M. (15 January, 2017). Modelling long term basin scale sediment connectivity, driven by spatial land use changes [Abstract]. *Geomorphology*, *277*, 265-281.Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.05.027

Elosegi, A., Díez, J. y Mutz, M. (2010). Effects of hydromorphological integrity on biodiversity and functioning of river ecosystems [Abstract]. *Hydrobiologia*, *657*(1), 199-215. Recuperado de https://doi.org/10.1007/s10750-009-0083-4

Fernández, M. (2004). *Recuperación paisajística y estudio de inundabilidad del sistema hídrico a su paso por Tena*. Recuperado de http://www.gits.ws/2004/11/29/recuperacion-paisajistica-y-estudio-de-inundabilidad-del-sistema-hidrico-a-su-paso-por-tena-ecuador/

Friend, P. y Sinha, R. (1993). Braiding and meandering parameters. *Geological Society, London, Special Publications*, *75*(1), 105-111. Recuperado de https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1993.075.01.05

Gardner, R. y Gerrard, A. (January, 2003). Runoff and soil erosion on cultivated rainfed terraces in the Middle Hills of Nepal [Abstract]. *Applied Geography*, *23*(1), 23-45. Recuperado de https://doi.org/10.1016/S0143-6228(02)00069-3

Güneralp, I. y Rhoads, B. (15 August, 2010). Spatial autoregressive structure of meander evolution revisited [Abstract]. *Geomorphology*, *120*(3-4), 91-106. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.02.010

Hasfurther, V. (1985). The use of meander parameters in restoring hydrologic balance to reclaimed stream beds. *The Restoration of Rivers and Streams* (pp. 21-40). Recuperado de *library.wrds.uwyo.edu/wrp/85-44/85-44.pdf*

Hernández, J. (2015). *Geomática en el análisis de la dinámica fluvial del río magdalena en el tramo Neiva – Honda entre 1974 y 2011* (Tesis de grado, Universidad del Tolima, Colombia). Recuperada de http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1534/1/RIUT-GDA-spa-2015-Geom%C3%A1tica%20en%20el%20an%C3%A1lisis%20de%20la%20din%C3%A1mica%20fluvial%20del%20r%C3%ADo%20Magdalena.pdf.pdf

Li, T. y Gao, Y. (2015). Runoff and Sediment Yield Variations in Response to Precipitation Changes: A Case Study of Xichuan Watershed in the Loess Plateau, China. *Water, 7*(10), 5638–5656. Recuperado de https://doi.org/10.3390/w7105638

Morais, E., Rocha, P. y Hooke, J. (15 November, 2016). Spatiotemporal variations in channel changes caused by cumulative factors in a meandering river: The lower Peixe River, Brazil [Abastract]. *Geomorphology*, *273*, 348–360. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.07.026

Motta, D., Langendoen, E., Abad, J. y García, M. (1 April, 2014). Modification of meander migration by bank failures. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, *119*(5), 1026–1042. Recuperado de https://doi.org/10.1002/2013JF002952

Osterkamp, W. y Toy, T. (February, 1997). Geomorphic considerations for erosion prediction. *Environmental Geology*, *293*(7), 152-157 Recuperado de https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs002540050113.pdf

Sierra, R. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años.* Recuperado de https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/rsierra_deforestacionecuador1950-2020_180313-pdf

Yaguache, L., Rodrigues, V., Blanco, L. y Hurtado, J. (junio de 2016). Análisis de la erosión laminar en cuatro tipos de cobertura vegetal, con ayuda de la RUSLE (revised universal soil loss equation) en la microcuenca del río Pimenta. *Revista Geoespacial, 13*(1) 30-38. Recuperado de http://geoespacial.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/01/Geoespacial13.1.pdf

Código QR del capítulo

ISBN: 978-9978-11-029-4