

Levantamiento y trazado digital de la red hídrica de la ciudad de Santiago de Veraguas

Lifting and digital layout of the water network of Santiago City - Veraguas

Natalie Afú¹, Gabriel Chang¹, Madeleyn Cumbreira¹, Juan Germán¹, Imara Ortega¹, Alí Suleiman¹ & Alexis Tejedor De León^{2*}

¹Licenciatura en Ingeniería Civil – Centro Regional de Veraguas – Universidad Tecnológica de Panamá, ²Departamento de Materiales y Metalurgia – Centro Regional de Veraguas – Universidad Tecnológica de Panamá.

Resumen Este proyecto de investigación forma parte de la asignatura Geología de la carrera de Ingeniería Civil y trata sobre los procedimientos para conocer cuál ha sido el cambio en el curso, si es que los hubo, de la red hídrica de la Ciudad de Santiago de Veraguas. Una de las causas por las cuales ocurren las alteraciones a las fuentes hídricas, se deben entre otras, al crecimiento desordenado de la población, la cual no toma en consideración las afectaciones que su descontrol pueden ocasionar. Razón por la cual, el presente proyecto tiene como objetivo fundamental conocer los principales cambios realizados por el hombre a las fuentes hídricas en la Ciudad de Santiago. Para tal efecto se muestran e indican las áreas removidas y las zonas alteradas mediante la utilización de imágenes impresas y satelitales de la región de estudio.

Palabras claves Alteraciones, meandro, red hídrica, Santiago de Veraguas, trazado digital.

Abstract This project is part of the Geology course of the Civil Engineering career, and it's about the procedures to know what has been the change in the course, if any, of the water network of the City of Santiago de Veraguas. One of the causes for these alterations of the water sources are due, among others, to the disorderly growth of the population, which does not consider the effects that their lack of control can cause. This is why, the present project has as main objective to acknowledge the main changes made by the man to the water sources in the city of Santiago. For this purpose, are shown and indicated the removed areas and altered areas using printed and satellite images of the region.

Keywords Alterations, meander, water network, Santiago de Veraguas, digital layout.

* Corresponding author: alexis.tejedor@utp.ac.pa

1. Introducción

A lo largo de la historia, la necesidad de crear asentamientos poblacionales ha perseguido al hombre de tal forma que este se ha visto obligado a alterar la naturaleza [1].

Al inicio fueron cambios pequeños, luego las necesidades fueron aumentando hasta el punto de que el hombre no tuvo más remedio que alterar la principal fuente de vida en el mundo, como son las fuentes o las redes hídricas del entorno.

En este sentido, una red hidrográfica consiste es un sistema de circulación lineal, jerarquizado y estructurado que asegura el drenaje de una cuenca; específicamente una cuenca hidrográfica [2].

Cuando hablamos de una red hídrica digitalizada, nos referimos a los afluentes que convergen hacia un mismo punto, si ese punto tiene un ángulo muy agudo decimos que es una estructura pinnada [3].

Diversos asentamientos humanos, incluyendo a la Ciudad de Santiago de Veraguas, República de Panamá, no han escapado de esta realidad, su población ha crecido en los últimos años, lo que ha afectado sus fuentes hídricas, a tal punto que muchas de ellas han sido desviadas, e incluso sepultadas. En este proyecto de investigación aplicada se hace una representación digital de cuáles han sido las principales fuentes hídricas de Santiago que se han visto afectadas debido al crecimiento de la población y el consecuente desarrollo urbanístico, comercial e industrial de la misma. Se hace énfasis sobre el río Cuvíborá de cómo al pasar de los años, este ha sido la fuente hídrica que más alteraciones ha sufrido.

2. Materiales y métodos

El proyecto de levantamiento y trazado digital de la red hídrica de la ciudad de Santiago de Veraguas, comprende la investigación y análisis de cómo en un período determinado los ríos y sus afluentes han sido afectados físicamente por el desarrollo urbano en esta ciudad.

2.1 Obtención de los registros históricos

La obtención de los registros históricos para esta investigación provino principalmente del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Además del MOP, se visitaron las siguientes instituciones:

- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente): Departamento de Impacto Ambiental.
- ANATI (Autoridad Nacional de Administración de Tierras): Departamento de Mensura.
- IDAAN (Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales): Departamento Técnico.
- IGNTG (Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia).

De las instituciones visitadas, se pudo obtener imágenes impresas de planos de la red hídrica que presentaba el distrito de Santiago de varios años atrás, aproximadamente entre 1980 y 2004.

Los datos actuales los tomamos de la aplicación Google Earth®.

2.2 Identificación de los elementos hídricos afectados

Con el fin de determinar los ríos y afluentes que sufrieron cambios físicos en la ciudad de Santiago, se comparó la red hídrica del año 2004 con la de 2016 y se identificaron las obras civiles que han hecho posibles las modificaciones en la red hídrica. Las obras civiles tomadas en consideración, como alteradoras de la red hídrica, incluyeron el ensanchamiento de las calles, un pavimento de rodadura de mejor calidad (concreto en vez de capas asfálticas), construcción de aceras y luminarias en los tramos de las vías, puentes elevados y construcción de viviendas o edificios comerciales.

2.3 Utilización de *software*

Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron dos *software* el Google Earth® y el Free Map Tools.

Con el Google Earth® se procede de la siguiente manera:

- Abierto el programa Google Earth®, se busca la región en donde se va a trabajar este caso Panamá, Veraguas.
- Luego se utiliza el deslizador de tiempo, y se

busca el año que se desea comprar, en este caso el año 2004, con el año actual.

- Se procede de igual manera que para el año 2016.
- Ya teniendo ambas fotos, se utiliza la herramienta sobre posición, en donde se despliega una ventana, en donde se busca la imagen del 2004 que se guardó.
- Con esta imagen aparecerá el mapa y se debe ajustar con la imagen del año actual y así observar la comparación. Este método se hace con todos los lugares que se desee comparar.

3. Resultados y discusión

3.1 Modificación de la red hídrica de Santiago de Veraguas

En el cuadro 1 a continuación se indican los lugares identificados en la ciudad de Santiago de Veraguas en donde se realizaron algún tipo de modificación, debido a construcciones civiles en los últimos años.

3.2 Comparación entre imágenes

En las figuras con las imágenes a continuación se muestran las principales modificaciones de los afluentes en la ciudad de Santiago, por medio de imágenes captadas

Cuadro 1. Elementos hídricos identificados, ubicación y causas de afectaciones

Lugar	Ubicación	Construcción
Frente a la Panadería Flores Bosques	Calle Quinta	Entubación
Cooperativa Juan XXIII	Calle Cuarta	Entubación
Súper 99 (Sanja Madre)	Calle Décima	Construcción de infraestructura sobre el cauce del río
Ampliación de la terminal de transporte	Calle Décima	Construcción de infraestructura sobre cauce
Boulevard de Santiago	Carretera Interamericana	Construcción de infraestructura sobre su cauce
Río Cuvibora		Desvío del cauce
Santiago Mall	Carretera Interamericana	Construcción de infraestructura sobre su cauce

en Google Earth® del año 2004 y 2016 respectivamente:



Figura 1. Red hídrica en las inmediaciones de la Panadería Flores Bosques – Santiago de Veraguas. Imagen superior 2014 e inferior del 2016.



Figura 2. Red hídrica en las inmediaciones de la Terminal de Autobuses – Santiago de Veraguas. Imagen superior 2014 e inferior del 2016.



Figura 3. Red hídrica en las inmediaciones de la Cooperativa Juan XXIII (Calle Quinta) – Santiago de Veraguas. Imagen superior 2014 e inferior de 2016.



Figura 5. Red hídrica en las inmediaciones del Hotel Gran David – Santiago de Veraguas. Imagen superior 2014 e inferior del 2016.



Figura 4. Red hídrica en las inmediaciones del Súper 99 – Santiago de Veraguas. Imagen superior 2014 e inferior del 2016.



Figura 6. Red hídrica en las inmediaciones del Boulevard Santiago – Santiago de Veraguas. Imagen superior 2014 e inferior del 2016.



Figura 7. Red hídrica del Río Cuvibora cerca del Residencial Villa Serena – Santiago de Veraguas. Imagen superior 2014 e inferior de 2016.



Figura 8. Red hídrica en las inmediaciones del Mall Santiago – Santiago de Veraguas. Imagen superior 2014 e inferior de 2016.

3.3 Variación física de los cauces

3.4.1 Estabilidad del cauce

La estabilidad del cauce de una corriente es la permanencia en el tiempo de las características geométricas de este.

En condiciones normales todos los tramos de todos los ríos han alcanzado un cierto grado de equilibrio, esto quiere decir que, si en forma artificial no se modifican uno o varios de los parámetros que intervienen en la condición de estabilidad, el agua y los sedimentos continuaran escurriendo en la forma como lo vienen haciendo.

Si se modifica en forma natural o artificial alguno de los parámetros, con el tiempo y lentamente el tramo de río cambiará a una nueva condición de equilibrio.

3.4.2 Causas que pueden alterar las condiciones de equilibrio

Son diversas las causas por las cuales se pueden modificar las condiciones de equilibrio de una red hídrica. De las observaciones realizadas en campo, se pudieron identificar las siguientes:

- Cambios en el río debido a cortes de las orillas por efectos naturales (derrumbes) o ejecutadas por el hombre.
- Factores humanos como la deforestación, la construcción de puentes con reducida capacidad hídrica, obras de control de inundaciones que producen, en mayor o menor grado, cambios en los cauces.

3.4 Superficie de terreno afectada

Por medio del *software* Free Maps® Tools se calcularon las áreas de las superficies alteradas, obteniendo los siguientes resultados que se presentan en la tabla 1.

3.5 Regiones susceptibles de inundaciones

Los fuertes aguaceros que se registran en Santiago de Veraguas, aumentan los niveles de los caudales de ríos, arroyos, cañadas y provocan inundaciones urbanas en este distrito.

Las inundaciones registradas en calles y avenidas de Santiago de gran movimiento vehicular provocan grandes taponamientos,

creando caos en el tránsito. Sin embargo, pese a las abundantes precipitaciones, al menos en Santiago, no son frecuentes los reportes de casas inundadas.

Tabla 1. Superficie de terreno alterada en los lugares identificados en el estudio

Lugares	Área calculada	
	Metros cuadrado (m ²)	Hectáreas(ha)
Frente a la Panadería Flores Bosques	466,36	4,269
Cooperativa Juan XXIII (Calle Quinta)	2287,795	0,226
Súper 99	7226,432	0,723
Ampliación de la terminal de transporte	14238,314	1,424
Boulevard de Santiago	42687,605	4,269
Río Cuvibora	4146,542	0,415
Santiago Mall	120563,054	12,056
Estacionamientos del Hotel Gran David	4479,763	0,448



Figura 10. Área detrás del Terminal de Autobuses de la ciudad de Santiago de Veraguas. 2016.

Áreas detrás de la terminal de transporte de Santiago: Se observa una acumulación excesiva de basura y el tramo por donde circula el flujo es muy angosto.



Figura 11. Zona aledaña a Santiago Mall Santiago de Veraguas. 2016.

Zonas aledañas a Santiago Mall: Acumulación excesiva de basura; mal planeamiento del cambio de cause del río Cuvibora y desarrollo inadecuado y sin medida de las construcciones cercana a la zona.

Barriada Jesús Nazareno: Acumulación excesiva de basura y obstrucción en la circulación de flujo.



Figura 12. Zona aledaña a la Barriada Jesús Nazareno - Santiago de Veraguas. 2016.

Las siguientes imágenes, mostradas en las figuras a continuación, fueron capturadas por personas que se encontraban en el lugar de los hechos y muestran los lugares afectados por inundaciones en la ciudad de Santiago y sus principales causas.

Avenida Central de Santiago a la altura del Edificio Saleta 2: Acumulación excesiva de basura y carece de desembocadura.

Poca intensidad del flujo debido a inexistencia de cambio de elevación en tramo.



Figura 9. Tramo de la Avenida Central de Santiago de Veraguas inundada. 2016.

4. Conclusiones

En este trabajo pudimos observar las modificaciones que sufren los ríos de manera natural ya que, aunque no lo vemos a simple vista o no nos percatamos, el agua es un poderoso desgastante natural y si se le da unos cuantos años este podrá afectar en gran parte el terreno donde transita.

Por lo tanto, en nuestra área de ingeniería civil es un aspecto importante porque al momento de construir una obra este es un factor que se debe tomar en cuenta y tomar medidas de precaución a futuros problemas.

Otro punto es que no solo los ríos se ven afectados por manera natural, el hombre desde muchos años ha afectado y cambiado los ríos por muchas razones, ya sea por interés industrial o por el más común que es la construcción de infraestructuras dentro y fuera de las ciudades, un ejemplo claro de esto último es la construcción del Boulevard de Santiago en el que antes pasaba el río superficialmente y ahora pasaba por debajo de toda la infraestructura, y como este hay muchos ejemplos más en los que por necesidades del hombre se han modificado ríos de forma artificial.

Y, por último, hay que tomar en cuenta la relación que debe existir entre el hombre y la naturaleza, ya que nosotros dependemos mucho más de ella que ella de nosotros.

Si vamos a cambiar o modificar algún terreno natural, debemos tomar conciencia y hacerlo de manera en que ni la naturaleza ni el hombre salgan afectados, un ejemplo de esto son las innumerables inundaciones que sufrimos durante tiempos de lluvia en nuestro país.

Esto no es algo que solo sufriremos en el presente sino que será visto por las futuras generaciones, por lo tanto, si creamos conciencia podemos incluso mejorar la situación para un mejor futuro.

Referencias

- [1] Lezama, J. L., & Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. Papeles de población, 12(49), 153-176.
- [2] Chebataroff, J. (1942). La vegetación del Uruguay y sus relaciones fitogeográficas con la del resto de la América del Sur. Revista Geográfica, 2(4/5/6), 49-90.
- [3] Barrera, S., Díaz-Granados, M., Ramos-Bonilla, J. P., Camacho, L. A., Rosales, R., Escalante, N., & Torres, M. (2005). Aplicación de un modelo numérico para la priorización de la inversión en tratamiento de aguas residuales en Colombia. Revista de Ingeniería, (22), 76-83.