

RIC

# APLICACIÓN DE SMARTPHONE EN LA DETERMINACIÓN DE CAMBIOS EN EL CAUCE DEL RÍO LAS GUÍAS

SMARTPHONE APPLICATION TO DETERMINE CHANGES IN THE BED OF THE LAS GUÍAS RIVER

68

## Autores

Madelyne Almanza, Haydee Caballero\*, Betzaida Fuentes, Massiel González, Dangelo González, Teobaldo Reyes y Diana Valdés.

## Área

Licenciatura en Ingeniería Civil  
Centro Regional de Veraguas  
Universidad Tecnológica de Panamá

## RESUMEN

Este documento es una recopilación de información sobre las aplicaciones con GPS en los Smartphones y a la forma en que se pueden utilizar para conocer los cambios en el cauce de los ríos. Conocer nuestra posición y la dirección en la cual nos desplazamos es primordial para llegar al destino correcto. Desde hace siglos la historia sobre cómo el hombre se orienta se repite, pero las nuevas tecnologías han cambiado radicalmente el mecanismo de orientación. Actualmente, la navegación con un dispositivo GPS o un Smartphone con esta opción, se ha convertido en algo habitual.

## PALABRA CLAVE

GPS, GMS, Smartphone, georeferencia, cauce de ríos.

## ABSTRACT

This document is a compilation of information regarding the use of the GPS application on smartphones and how they can be used to know the changes in riverbeds. Knowing our position and the direction in which we move is fundamental to reach the correct destination. For centuries the story of how man determine its orientation repeats itself, but new technologies have radically changed the way it is done. To navigate with a GPS or Smartphone device with the GPS option is commonplace.

## KEY WORDS

GPS, GMS, Smartphone, georeference, river beds.

## 1. Introducción

Nuestro grupo denominado Smartphone encuentra interesante el hecho de que el dispositivo que utilizamos para comunicarnos a diario, puede ser muy útil en el campo ingenieril con la ayuda de una gran variedad de aplicaciones que están en constante actualización.

Los objetivos de este estudio son los siguientes:

- Conocer la diversidad de aplicaciones para Smartphone que se pueden utilizar para el posicionamiento global con GPS.
- Aprender sobre el uso de los Smartphones para resolver problemas ingenieriles.
- Conocer por medio de esas tecnologías, la manera en la que cambia el cauce de un río.
- Comparar softwares de posicionamiento satelital.
- Aplicar los procesos de conversión de coordenadas globales o planas para ver los cambios de afluentes en los ríos en determinado tiempo.

### 1.1 Aplicación de los Smartphones

Smartphone: es un tipo de teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, con una mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades, semejante a la de una minicomputadora, y con una mayor conectividad que un teléfono móvil convencional [1].

Una de las múltiples facetas de este prodigio tecnológico es la de ir “comiéndose”, uno tras otro, todos los dispositivos electrónicos personales: cámara fotográfica, radio-mp3, consola de videojuegos, etc.

### 1.2 Cambios ribereños

El cauce o lecho fluvial es la parte de un valle por donde discurren las aguas en su curso [2].

Estabilidad del cauce de una corriente es la permanencia en el tiempo de las características geométricas de éste. En condiciones normales todos los tramos de 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 continuarán escurriendo en la

forma como lo han hecho [3].

### 1.3 Sistema de posicionamiento global

**Sistema de Posicionamiento Global (GPS):** sistema global de navegación por satélite que permite la ubicación de personas u objetos en cualquier parte del mundo con una gran precisión.[4]

**Georeferencia:** técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y “datum” específicos. Además, la georeferencia es un aspecto fundamental en el análisis de datos geoespaciales, pues es la base para la localización correcta de la información en mapas, y por ende, de la adecuada fusión y comparación de datos procedentes de diferentes sensores en diferentes localizaciones espaciales y temporales [5].

## 2. Materiales y métodos

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) no sólo brinda a los usuarios información rápida y precisa de su ubicación sobre la superficie de la Tierra, sino que además, ayuda a la resolución de diversos problemas si es respaldado con ciertos procesos y metodologías como lo explicaremos en este documento.

### 2.1 Selección del local

El proceso de selección del lugar de trabajo (río), es la parte más importante porque el proyecto en general depende de esa decisión.

Para determinar cuál es el lugar de trabajo más adecuado, la selección del lugar se fundamentó en tres variables: cercanía, peligrosidad y cambio del cauce, ver la Tabla 1.

Tabla 6. Áreas y volúmenes desplazados.

Ríos	Variables		
	Cercanía	Peligrosidad	Conocimiento de Cambios en el Cauce
Santa María	Excelente	Alta	No
Río Chico	Óptima	Media	Sí
Las Mendozas	Mala	Media	No
Las Guías	Óptima	Media	Sí
Cuvívora	Excelente	Alta	No

La selección de las aplicaciones se realizó de manera aleatoria entre 250 aproximadamente, que podemos encontrar en el *play store* de cada *Smartphone*.

### 2.3 Toma de muestras

Después de escoger el lugar y las aplicaciones, el siguiente paso fue la toma de muestras en una longitud de 250 metros aproximadamente. Los puntos fueron determinados a una distancia aproximada de 5 metros, lo que da como resultado una cantidad que alcanza las 50 muestras.

### 2.4 Transformación de datos

De la misma manera, como existen infinidad de aplicaciones, la información es presentada en diversos formatos. La mejor recomendación es obtener la ubicación a través de coordenadas geográficas, pero sin olvidar las coordenadas UTM, decimales y cartesianas.

Por otra parte, existen distintos elipsoides, por lo que determinamos una configuración estándar con el fin de obtener los resultados de manera similar.

### 2.5 Comparación con imágenes

Los datos obtenidos por medio de los *Smartphones* fueron tratados en AutoCAD® y en Microsoft® Office Excel para visualizar gráficamente los puntos obtenidos para su posterior análisis y comparación con otras imágenes, como por ejemplo: las cartográficas y ortofotográficas.

## 3. Resultados

Luego de analizar cada una de las variables para la selección del río a estudiar, el Río Las Guías cumplió satisfactoriamente con los requisitos establecidos. Este río está localizado en el distrito de Calobre.

Para el estudio del cambio en el cauce se necesitaron tres *Smartphones* y se seleccionaron las siguientes aplicaciones:

a) **Handy GPS** (*Smartphone*1): Funciona en lugares remotos del interior del país porque que no necesita de conectividad

a la red. Además, permite trabajar en coordenadas UTM o lat./lon. para el uso de la información en mapas topográficos. Los waypoints y los registros de pista grabados en el campo pueden ser vistos posteriormente en Google® Earth™, ver Figura 1.

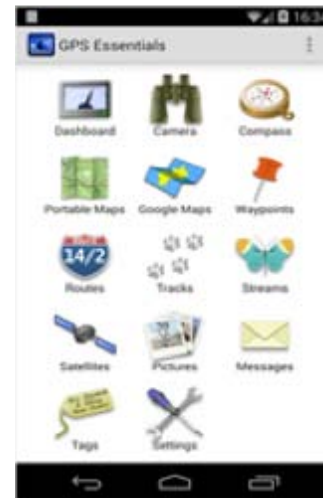


Figura 1. Interface de Handy GPS.

También, la aplicación permite guiar a un punto de ruta con la pantalla “Go-to” usando cojinetes verdaderos o brújula, soporta el “mundial datum WGS84”, muestra las ubicaciones de satélite y las intensidades de señal gráfica.

b) **GPS Esencial** (*Smartphone* 2): Herramienta GPS que permite navegar, gestionar *waypoints*, *tracks*, rutas y construir sus propios tableros de 45 widgets, ver Figura 2. Incluye, formatos de posición compatibles con UTM, MGRS, OSGB, Grado-minuto-segundo, Grado-Por-Minuto fracciones, decimales. Incluso, soporta más de 230 puntos de referencia.

La aplicación también muestra los valores de navegación, tales como: altitud, velocidad, declinación, distancia, longitud, puesta y salida del sol, puesta y salida de luna, la orientación del campo magnético de la Tierra y muestra un ángulo de seguimiento arbitrario. También ofrece una brújula de orientación marina.



Figura 2. Interface de GPS Esencial.

El tramo analizado fue aproximadamente de 250 metros de longitud y la toma de muestras se realizó con el siguiente procedimiento:

- Establecer la distancia de 5 metros de separación entre estacas utilizando una soga, ver Figura 4.
- Colocar un *Smartphone* en cada una de las estacas para la captura de coordenadas.
- Registrar las coordenadas captadas por los *Smartphones*, ver Figura 5.



Figura 4. Colocación de las estacas con una separación de 5m.

c) **Mapa Coordenada (Smartphone 3):** Permite recuperar las coordenadas y/o dirección de una ubicación específica en el mapa, de uso intuitivo, proporciona 4 tipos de mapas (Normal, Satélite, Terreno, Híbrido) y 3 tipos de representaciones de coordenadas. La Figura 3 ilustra la interface de Mapa de Coordenadas.

Antes de realizar el procesamiento de las coordenadas, el equipo de trabajo eligió el Sistema de Coordenadas UTM como un sistema estándar de uso sencillo. La conversión de coordenadas se realizó mediante una hoja de cálculo [6] y elipsoide WGS 84, ver Tabla 2.



Figura 3. Ícono de Mapa de Coordenada.



Figura 5. Visualización de coordenadas en Smartphone.

3.1 Datos visualizados en la hoja cálculo

Tabla 2. Datos de la hoja de cálculo

Mapa Coordenada		GPS Essential		Handy GPS	
X	Y	X	Y	X	Y
-25144.3088	912305.5967	525162.9531	912313.4566	525150	912305
-25146.8427	912303.9398	525159.2863	912306.0843	525154	912303
525150.92	912299.6305	525153.7840	912298.7109	525158	912296
-25151.1438	912293.5502	525159.28730	912304.2417	535151	912296
-25149.7181	912282.9362	525151.96	912278.4417	525158	912289
-25154.3486	912274.3157	525166.6431	912280.2926	525156	912282
-25149.9448	912271.7704	525166.6484	912271.0798	525149	912274
-25152.2618	912264.3646	525164.815	912267.3936	525153	912268
-25151.2723	912261.3791	525159.3158	912254.4925	525153	912272
-25152.4855	912258.3949	525150.134	912261.8575	525150	912256
-25143.6777	912253.636	525150.1414	912248.9596	525147	912255
-25134.3176	912251.8618	525148.3059	912248.9585	525150	912257
-25132.3349	912252.4134	525139.1272	912250.7959	525146	912248
-25127.3814	912248.099	525129.9538	912243.4204	525142	912254
-25123.9688	912245.6649	525118.9397	912245.2566	525134	912248
-25119.0151	912241.7927	525117.1105	912234.2002	525129	912242
525114.722	912238.2525	525111.5997	912241.5673	525129	912244
-25115.1617	912239.6899	525109.7589	912250.7791	525117	912239
-25108.7733	912241.0129	525104.2555	912245.2482	525116	912239
525107.78	912244.7712	525093.2456	912239.7143	525112	912238
-25097.6487	912243.4388	525098.7532	912237.8748	525108	912239
-25094.1217	912248.4117	525107.9192	912258.1483	512510	912240
-25090.0474	912247.3038	525080.3949	912243.3921	525099	912251
-25088.7261	912246.9714	525085.9035	912239.7101	525087	912247
-25082.4488	912246.5256	525076.7238	912243.39	525085	912246
-25075.6228	912242.8734	525085.9077	912232.3398	525081	912248
-25075.1837	912240.3304	525067.5473	912241.5422	525075	912246
-25072.8709	912240.4397	524992.29	912243.3419	525073	912253
-25067.8053	912239.6629	525071.229	912221.2761	525068	912250
-25061.8607	912235.3479	525056.53	912248.9061	525065	912250
-25059.8801	912232.2513	525056.5384	912234.1656	525067	912240
-25056.3577	912229.0432	525054.7049	912230.4795	525061	912236
-25051.8423	912229.1512	525045.5263	912232.3168	525056	912233
-25048.8694	912227.9334	525041.8563	912230.4721	525054	912232
-25043.3609	912231.3574	525041.8595	912224.9445	525049	912230
-25037.9665	912227.8166	525036.355	912221.2562	525042	912229
-25032.5729	912222.9492	525029.0119	912223.0946	525942	912228
-25028.8295	912220.9632	525026.3419	912221.2499	525037	912226
-25023.9855	912217.9694	525019.8332	912224.9319	525033	912224
525019.249	912219.5144	525019.8343	912233.0894	525031	912224
-25016.3864	912217.9651	525010.6588	912219.399	525028	912224
-25006.1265	912218.0709	525008.8233	912219.398	525016	912222
-25005.1537	912216.8531	525001.4822	912217.5512	525010	912222
-25002.5105	912216.8516	525001.4833	912215.7087	525005	912224
-24997.2244	912216.6275			525003	912221
-24992.5961	912221.4893			505002	912221
				524994	912218

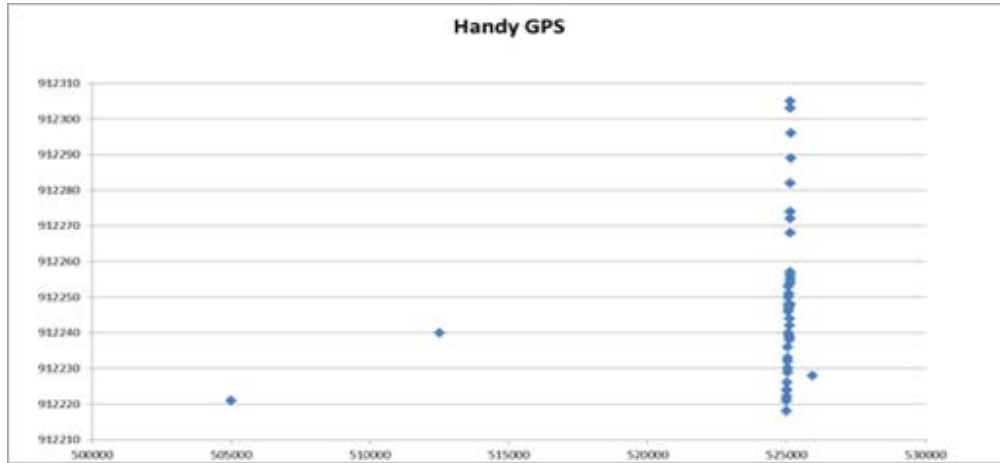


Figura 6. Datos de Handy GPS.

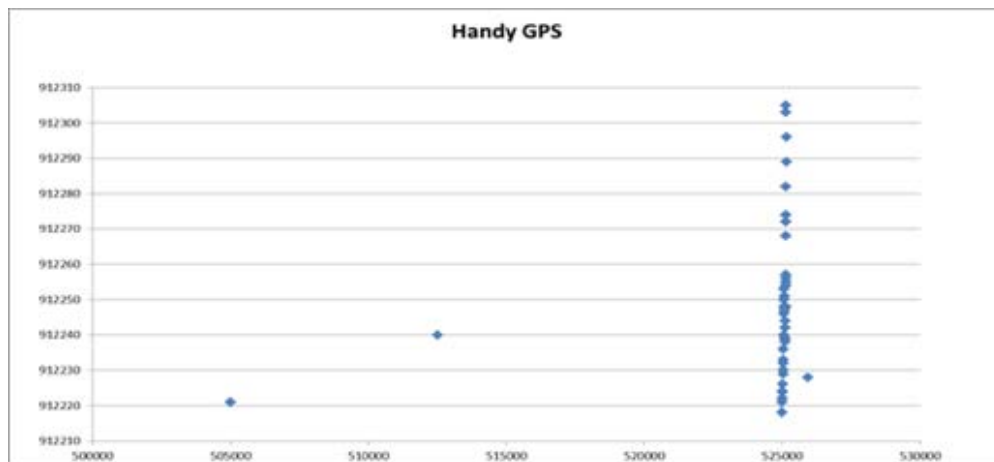


Figura 7. Datos de Mapa Coordenada.

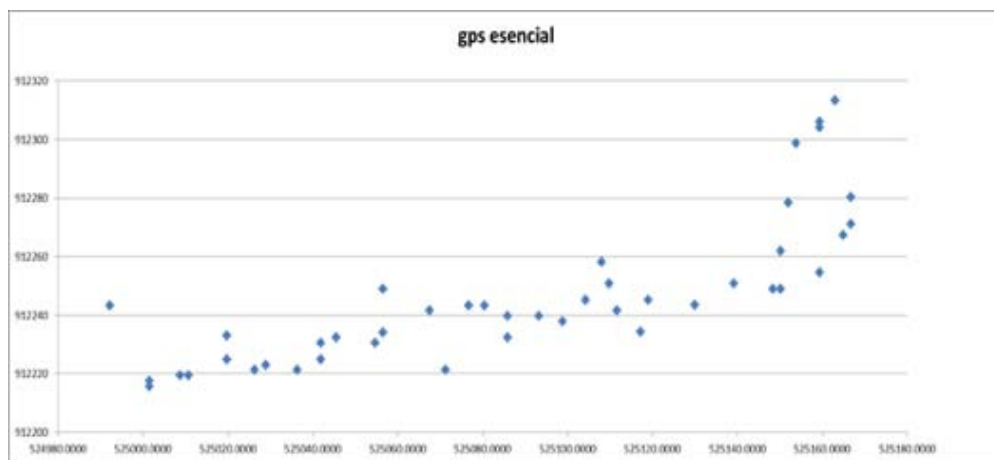


Figura 8. Datos de GPS Esencial.

Podemos observar claramente que las aplicaciones “GPS Esencial” y “Mapa Coordenada” muestran gráficamente el cauce del río, mientras que “Handy GPS” no reflejó resultados similares, ver Figuras 6, 7 y 8. Esto se debe a que la aplicación representa la información con números enteros

y las coordenadas no varían significativamente, por lo que la aplicación toma esos datos como puntos invariables. Por lo tanto, las coordenadas captadas con la aplicación “Handy GPS” fueron descartadas al momento de promediar de los datos que aparecen en la Figura 9.

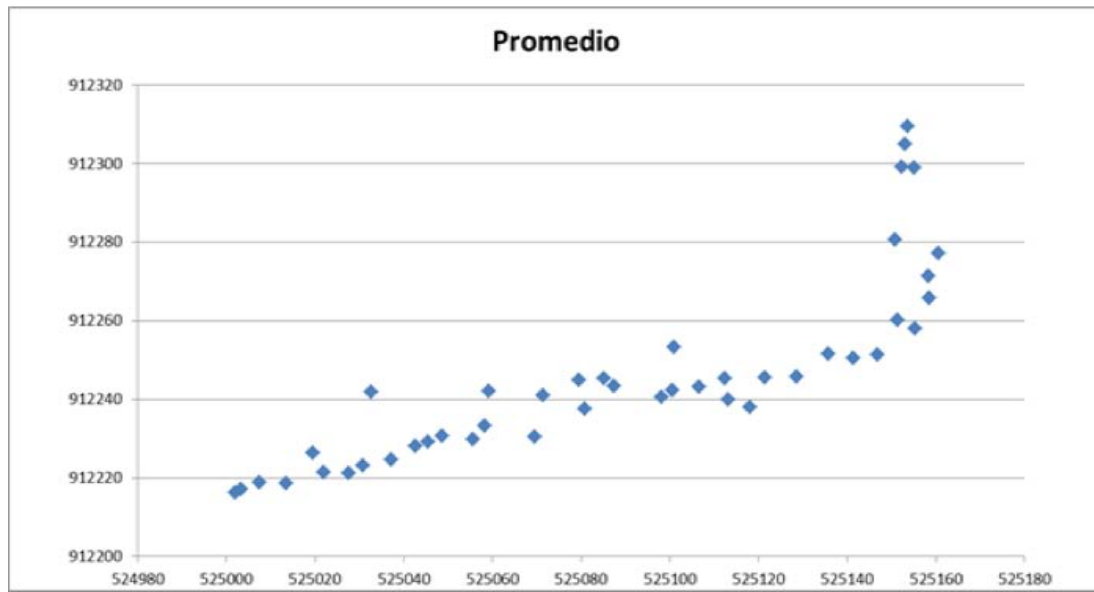


Figura 9. Promedio de datos de Mapa Coordenada y GPS Esencial.

### 3.1 Datos visualizados en la hoja cálculo



Figura 10. Datos insertados en AutoCAD®.

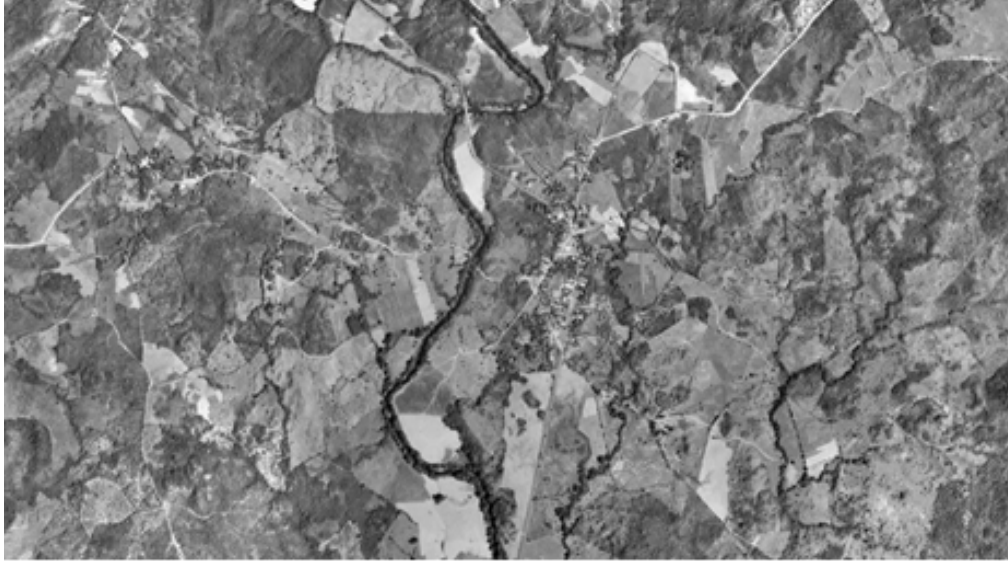


Figura 11. Visualización aérea del Río Las Guías.

La Figura 10 muestra cómo las tres aplicaciones de los Smartphones reflejan de manera similar el cauce del río, los puntos de color fucsia son los datos de la aplicación Mapa Coordinada, los verdes corresponden a *GPS Esencial* y los puntos amarillos pertenecen a *Handy GPS*. No obstante, los datos de Mapa Coordinada fueron identificados como los menos dispersos, y la línea trazada entre cada punto evidencia lo expresado con anterioridad.

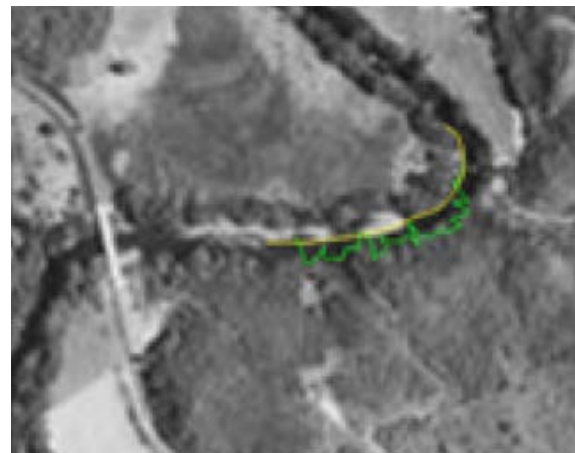
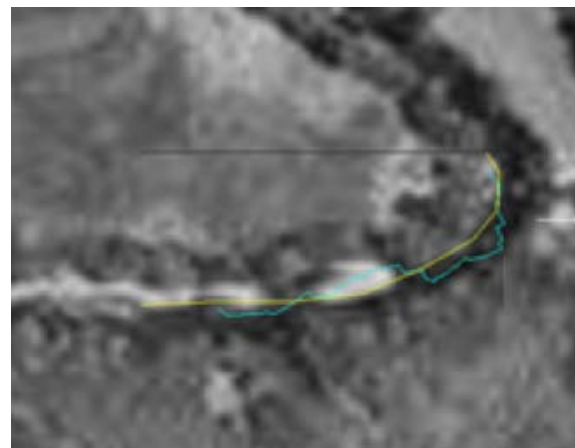
### 3.3 Comparación con imágenes

Los resultados obtenidos en AutoCAD® fueron comparados con imágenes en distintos formatos.

#### 3.3.1 Ortofotografías

La ortofotografía es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico, ver Figura 11.

La ortofotografía puede obtenerse mediante un conjunto de imágenes aéreas tomadas desde un avión o satélite que han sido corregidas para representar una proyección ortogonal sin efectos de perspectiva, y en la que es posible realizar mediciones exactas [7]. Las Figuras 12 y 13 muestran la comparación entre la ortofotografía con las coordenadas de *GPS Esencial* y Mapa Coordinada.

Figura 12. Superposición de Ortofotografía y datos de la aplicación *GPS Esencial*.Figura 13. Superposición de Ortofotografía y datos de la aplicación *Mapa Coordinada*.



### 3.3.2 Cartografías

La cartografía es una representación impresa o digital de la forma de la superficie terrestre donde aparecen los elementos naturales del relieve y las construcciones o intervenciones

del hombre (presas, zonas agrícolas, carreteras, caminos, acueductos u oleoductos, etc.), ubicados con exactitud por sus coordenadas geográficas (latitud, longitud y altitud) [8], ver Figura 14.

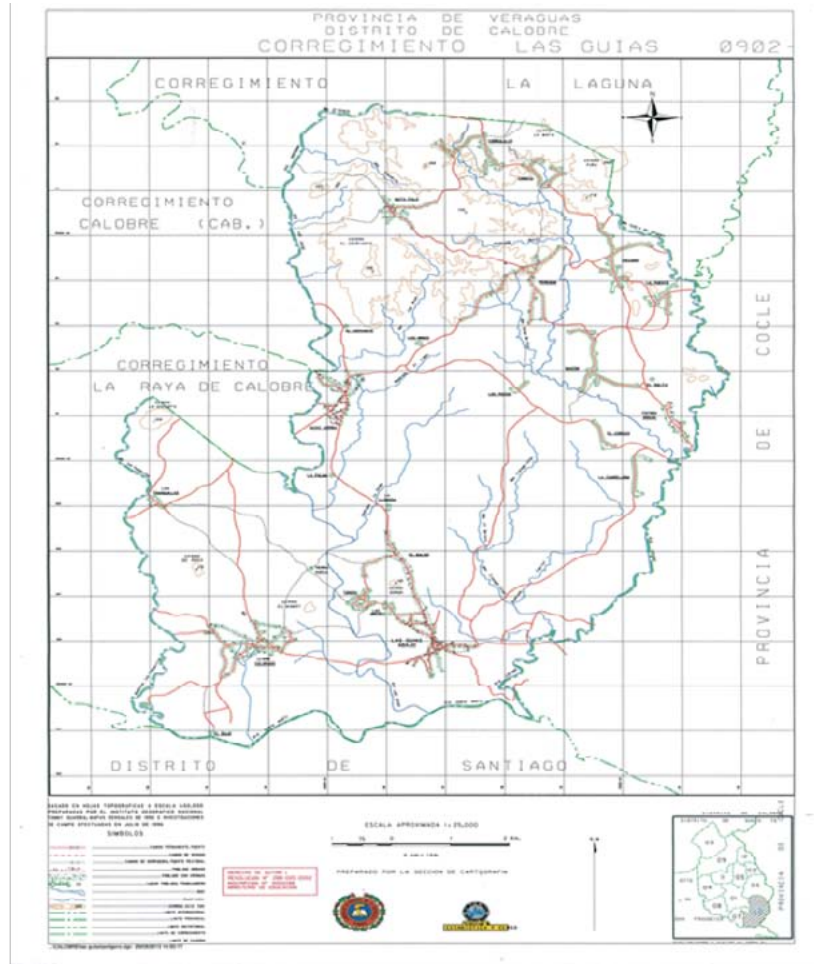


Figura 14. Mapa del Distrito de Calobre.

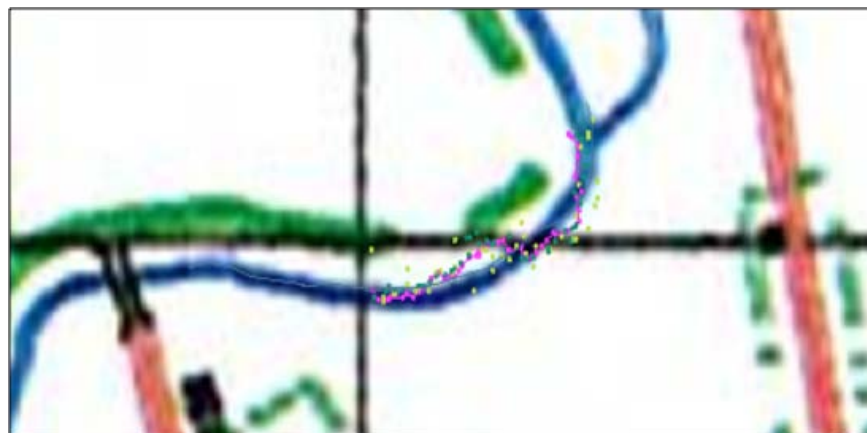


Figura 15. Superposición de imagen cartográfica y resultados obtenidos por medio de las aplicaciones.

La Figura 15 muestra la precisión de los puntos obtenidos con las aplicaciones de los Smartphones sobre las coordenadas de una imagen cartográfica. Los posibles errores pueden darse por errores en la conversión, ya que no se encontraban en el mismo sistema geográfico. La línea continua de color azul representa el lado del río analizado según la imagen cartográfica y los puntos de colores representan las distintas aplicaciones utilizadas.

### 3.3.3 Imágenes Satelitales en Google® Earth™

Google® Earth™ es una plataforma que te permite visualizar las imágenes con coordenadas reales de cualquier punto de la superficie terrestre, estimar distancias entre puntos, áreas en la superficie y registrar las operaciones realizadas. La Figura 16 es una localización del Río Las Guías, en Google® Earth™.



Figura 16. Localización del Río Las Guías, en Google® Earth™ .

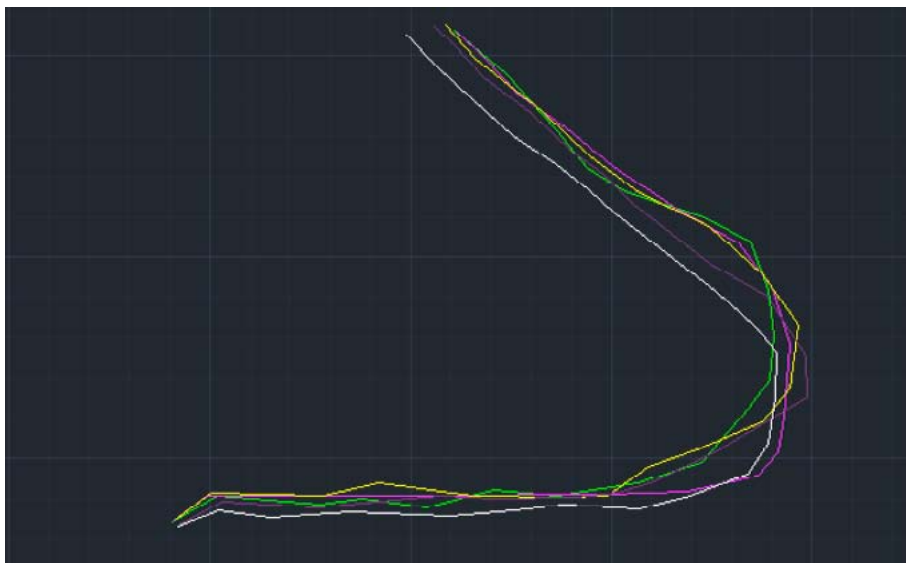


Figura 17. Superposición de imágenes de Google® Earth™, a través de los años.

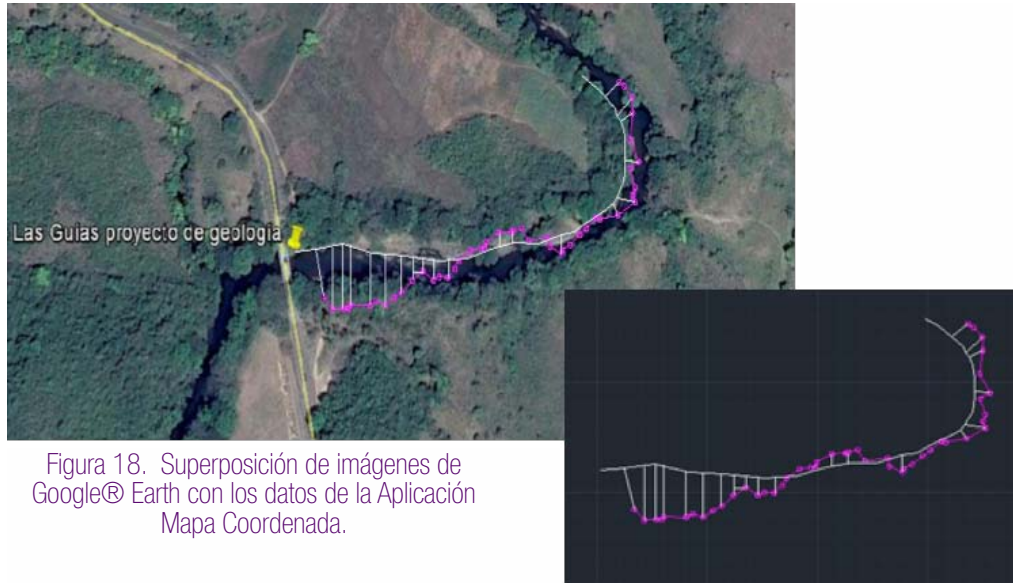


Figura 18. Superposición de imágenes de Google® Earth con los datos de la Aplicación Mapa Coordenada.

La Figura 17 permite diferenciar los cambios en el cauce del Río Las Guías, a través de los años. La línea de color verde representa el cauce en el año 2014, el cual tomamos de referencia por ser el registro más reciente, la línea de color fucsia representa el cauce en el año 2006, la amarilla el año 2005, la morada en el año 2003 y la línea color blanco en el año 1969.

#### 3.3.4 Cálculo de distancias de cambio del cauce del Río Las Guías.

Con el fin de conocer numéricamente cuánto se desplazó el cauce del Río Las Guías, insertamos los datos de la aplicación Mapa Coordenada junto a la imagen del año 2014 de Google® Earth™ en AutoCAD® para calcular las distancias de cada punto y luego promediar, ver Figura 18.

El resultado del cálculo de las distancias arrojó un desplazamiento promedio de 11.9 metros.

## 5. Conclusiones

Los *Smartphones* son utilizados principalmente para navegar en internet y en redes sociales, así como para realizar y recibir llamadas. Sin embargo, los *Smartphones* tienen numerosos beneficios si son utilizados de manera correcta y con las aplicaciones adecuadas.

Las aplicaciones de GPS para *Smartphones* no son muy exactas pero son de mucha utilidad para trabajos que no requieren un alto grado de

precisión. En otras palabras, la aplicación es de gran utilidad para localizar grandes espacios de tierra. Sin embargo, el trabajo es tedioso para ubicar una casa.

Finalmente, la falta de exactitud en estas aplicaciones tiene como posibles fuentes: una cobertura boscosa que dificulta la recepción de señal o el servicio de datos en el dispositivo y actualizaciones defectuosas.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dirección de Estadística y Censo por brindar la información cartográfica.

#### REFERENCIAS

- [1] [http://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%A9fono\\_inteligente](http://es.wikipedia.org/wiki/Tel%C3%A9fono_inteligente)
- [2] <http://es.wikipedia.org/wiki/Cauce>
- [3] [http://es.wikipedia.org/wiki/Estabilidad\\_del\\_cauce](http://es.wikipedia.org/wiki/Estabilidad_del_cauce)
- [4] <http://es.tecnologias-gps.wikia.com/wiki/GPS>.
- [5] <http://es.wikipedia.org/wiki/Georreferenciaci%C3%B3n>
- [6] <http://www.gabrielortiz.com/>
- [7] <http://es.wikipedia.org/wiki/Ortofotograf%C3%ADa>
- [8] <http://www.montipedia.com/diccionario/carta-topografica/>