

# Uso de las geotecnologías de información para la ubicación del camino real de Tierra Adentro en Querétaro, México

El patrimonio tangible de los países hispanoamericanos son variados en cuanto a importancia cultural, turística y científica. Su gestión para que cumpla con las posibles aplicaciones en desarrollo económico y social de una región involucra el trabajo de grupos multidisciplinarios que colaboren para el bien común de los pueblos, así como del mismo patrimonio construido. Para ello es necesario generar programas sustentables que pueden atraer recursos económicos para el aprovechamiento de estos sitios y generen fuentes de trabajo en las regiones donde se encuentran. El interés por conservar los caminos antiguos en nuestros países se ha incrementado en los últimos años, a raíz de la declaratoria de la UNESCO, en agosto de 2010, al camino real de Tierra Adentro como itinerario cultural Patrimonio de la Humanidad. El mantener este nuevo patrimonio mundial, desde la ubicación exacta del mismo, ha generado el interés de varios grupos de utilizar las nuevas tecnologías de la información para catalogarlos y resguardarlos. Es así como este proyecto inicia a finales de 2010, y aquí se desarrolla el procedimiento seguido para ubicación georreferenciada del ramal del camino real de Tierra Adentro en el estado de Querétaro.

*Palabras clave:* camino real de Tierra Adentro, georreferenciación, patrimonio.

## Caminería colonial en México

El sistema caminero novohispano comunicaba en lo fundamental todos los centros principales de las actividades socioeconómicas. Con estos caminos se consolidaron regiones geoeconómicas en torno a las minas y a las ciudades principales. Guanajuato, Zacatecas, Real del Monte, Real de Catorce, Sombrerete, Taxco, Fresnillo, Parral y otros fueron centros mineros de gran importancia que difundían impulsos dinámicos en sus respectivas zonas de influencia.

Entre las regiones agrícolas que producían los alimentos para sostener a la población de las minas y ciudades estaban las de los valles de México, Puebla, Toluca, Valladolid, el Bajío, el centro de Oaxaca, Jalisco y otras. También tenían importancia algunas zonas tro-

\* Universidad Marista de Querétaro.

\*\* Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco.

picales no muy alejadas del centro, como las costas de Veracruz, Tabasco, Nayarit, Colima y zonas de Guerrero y Chiapas.<sup>1</sup> Gran parte de la red de caminos coloniales comunicaba esas regiones mineras y agrícolas, la cual permitía la existencia de una corriente de y hacia el exterior, y hacía lo posible para que los productos manufacturados de ciertas ciudades del virreinato se llevaran a otros sitios, a veces muy lejanos.<sup>2</sup>

Desde el siglo xvi se había conformado una infraestructura caminera en el país, en cierto sentido como consecuencia del desarrollo económico.<sup>3</sup> La ciudad de México era el punto nodal; por ella pasaba el eje interoceánico Veracruz-Acapulco. De ella partía el más largo de los caminos carreteros, el de “tierra adentro”, hacia las tierras del septentrión español. Otro de los caminos novohispanos muy concurridos era el de México-Oaxaca, que llegaba a la zona de Soconusco y Guatemala.<sup>4</sup> También estaba unida la capital de la Nueva España mediante rutas carreteras con Pachuca y Zacualtipán, con Toluca y Valladolid, con Tenango y Cuautla, y mediante camino de herradura con Tulancingo y Tuxpan.

Ya directamente, ya por medio de ramificaciones, la capital del virreinato estaba comunicada con las capitales y ciudades principales de las intendencias.<sup>5</sup> Aparte del camino a Chihuahua, que la ligaba con Querétaro y las ciudades del Bajío, con Aguascalientes, Zacatecas y Durango, estaba unida con Laredo y Matamoros por San Luis Potosí y Mon-

terrey, y con Hermosillo y Ures, por Guadalajara, Tepic y Concordia.<sup>6</sup>

De México a Valladolid de Michoacán podía irse por dos rutas diferentes: 1) partiendo de la capital a Cuajimalpa, Lerma, Toluca, Ixtlahuaca, San Felipe del Obraje, Hacienda de Tepetongo, Maravatio, Ucareo, Zinapécuaro, Queréndaro, Indaparapeo, Charo, y 2) de México a Querétaro, pasando por Celaya, Tarimoro, Acámbaro, Indaparapeo, Charo, Valladolid. De Valladolid había ruta a Colima, por Pátzcuaro, Zamora, Jiquilpan y Zapotlán el Grande.

A Guadalajara, por Tecacho Zipimeo, Tlazazalca, Zamora, Ario, Ixtlán, La Barca, Atucatlán, o por La Barca, San Andrés Ponzitlán, Atequiza. De Valladolid partía otro camino hacia Querétaro, por Acámbaro, Xerécuaro, El Fresno, La Barranca y El Batán. De Valladolid a Guanajuato por Tarímbaro, Copándaro, Cuitzeo, Uriangato, Valle de Santiago, Salamanca, Irapuato, Marfil.<sup>7</sup>

El camino de Toluca, como el de Veracruz, fue promovido por el Ayuntamiento de la ciudad de México.<sup>8</sup> Si en un caso privó el deseo de conectar la capital de la naciente colonia con su metrópoli, a través del único puerto atlántico habitado, en el otro se tuvo muy en cuenta el propósito de abastecer de cereales a la ciudad de México y comunicarla con la ciudad de Toluca y su partido, extenso territorio que comprendía el ubérrimo valle irrigado por las aguas del Lerma.<sup>9</sup>

La figura 1 muestra las rutas más importantes que nuestro país tenía durante la época virreinal. En esta representación cartográfica se muestran los dos tipos de caminos más importantes que existieron durante esa época: reales y transversales.<sup>10</sup> La

<sup>1</sup> Francisco González de Cossío, *Historia de las obras públicas en México*, t. II, México, sop, 1973, p. 484.

<sup>2</sup> *Idem*.

<sup>3</sup> Andrés Torres Acosta, Chantal Cramausse *et al.*, “Los caminos de la historia: época virreinal”, en *Guías terrestres*, núm.10, año 2, marzo-abril de 2011, pp. 28-31.

<sup>4</sup> María de los Ángeles Romero Frizzi, “Los caminos de Oaxaca”, en *Rutas de la Nueva España*, Zamora, El Colegio de Michoacán, 2006, p. 119.

<sup>5</sup> Andrés Torres Acosta, *op. cit.*

<sup>6</sup> Francisco González de Cossío, *op. cit.*, p. 487.

<sup>7</sup> *Ibidem*, p. 488.

<sup>8</sup> Guillermina del Valle Pavón, “La economía novohispana y los caminos de la Veracruz y Orizaba en el siglo xvi”, en *Rutas de la Nueva España*, Zamora, El Colegio de Michoacán, 2006, p. 41.

<sup>9</sup> Francisco González de Cossío, *op. cit.*, p. 494.

<sup>10</sup> *Ibidem*, lám. 16.



Figura 1. Principales caminos de la Nueva España a finales del siglo XVIII. Basado en Francisco González de Cossío, *Historia de las obras públicas en México*, t. II, México, SOP, 1973, pp. 512-513, lám. 7. Todos los planos fueron elaborados por los autores del presente documento.

diferencia entre dichos caminos es aún motivo de discusión. En realidad el nombre de “camino real” no significa que fue construido por la Corona española y el virrey; más bien fueron nombrados así porque deberían administrarse como lo marcaba el rey en turno. Otra definición que se ha tomado para el caso de los caminos reales es el que éstos deben de llegar o salir de la capital del virreinato. Todo camino que iniciara en otra localidad que no fuera la capital no sería denominado real.

Otra división de los caminos fue por el tipo de carga que pasara, por lo que existió una subdivisión en carreteros y de herradura. Los carreteros se definían como aquellos en que podían transitar “carretas”. El término actual de carretera proviene de esta denominación: “camino carretero”. Los caminos de herradura eran aquellos donde una carreta no podía pasar por su pendiente pronunciada, curvas muy sinuosas o su angostura; se llamaban de esta mane-

ra porque sólo podían transitar animales de carga como burros, mulas o caballos, todos ellos animales de herrado.

### Camino real de Tierra Adentro

Es interesante darse cuenta que el primer camino carretero no fue el de Veracruz —construido en 1562— sino el de Zacatecas, donde se descubrieron minas en 1546.<sup>11</sup> Al promediar ese siglo, este camino estaba en parte empedrado y contaba con ventas cuando menos cada 20 kilómetros —distancia que podía recorrer un caminante con algo de carga o carros de bueyes—. A este camino que iba de la capital del virreinato hasta Zacatecas se le conoció como “El camino de la Plata”.

<sup>11</sup> Chantal Cramaussel, “El camino real de Tierra Adentro. De México a Santa Fe”, en *Rutas de la Nueva España*, ed. cit., 2006, p. 299.

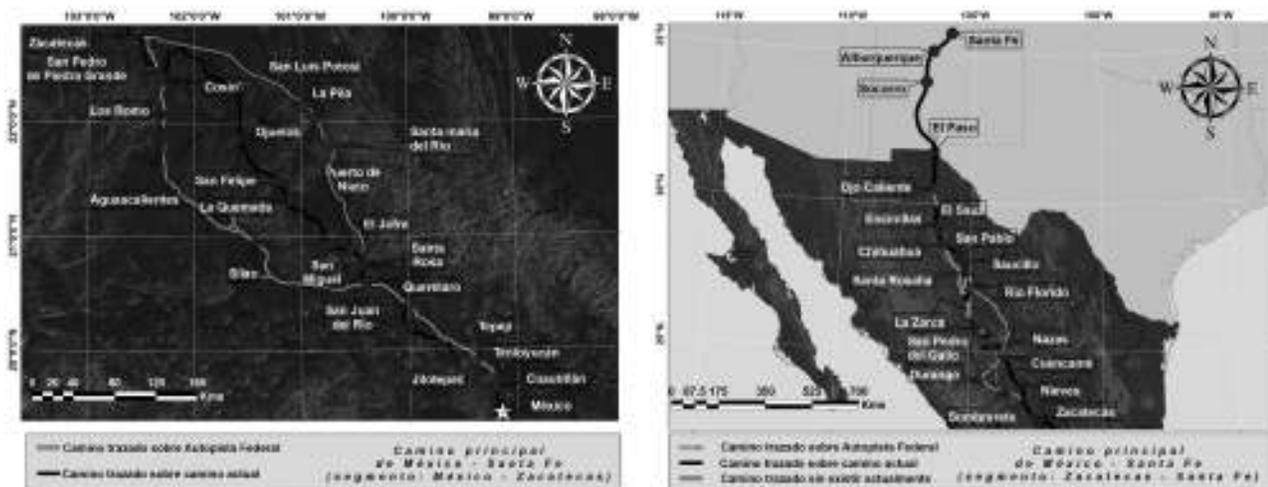


Figura 2. Ruta de Tierra Adentro. (a) De México a Zacatecas o Camino de la Plata. (b) De Zacatecas a Santa Fe (Nuevo México).

Zacatecas fue abastecida desde la Nueva Galicia —con sede en Guadalajara—, de la que dependió durante toda la época colonial, pero necesitaba enlazarse con México porque de la capital virreinal provenían el hierro y el mercurio, importados de España. La minería requería insumos muy pesados que difícilmente podían transportar las mulas, y no había suficientes indios para servir de tamemes. Las carretas de bueyes fueron el medio de transporte de bienes más usado durante los dos primeros siglos de la Colonia, que a su vez era el medio de transporte más usual en la península ibérica, en especial en las zonas montañosas, porque, aunque son más lentos, pueden acarrear peso tres veces superior al que acarrear las mulas.

Más allá de Zacatecas se abrió un camino hacia Durango —capital de una nueva gobernación fundada en 1562—, un punto importante de enlace en el siglo xvi porque allí estaba la caja real donde todos los mineros tenían que ir a quintar la plata, y siguió siendo así durante toda la época virreinal. A la vera del camino entre Zacatecas y Durango, a finales del siglo xvi, había lugares poblados cada 40 km aproximadamente, pero no existían mesones en el norte. Por ello los viajeros y comerciantes se hospedaban en las misiones de indios o en las haciendas de los españoles.

En julio de 1631 se abrió el Real de Parral, que desplazó en importancia durante medio siglo a todos los demás centros mineros del norte de la Nueva España. A mediados del siglo xvii se creó una vía directa desde Zacatecas a Parral que no pasaba ya por Durango y era llamada el “camino carril”, en contraposición con “el camino de la ligera”, que pasaba por el pie de la sierra. El camino carril tenía tramos con más de 100 km de despoblados, y los viajeros solían desplazarse en grupo para evitar los ataques de indios o simples delincuentes. El gran problema de esa vía era atravesar el río Nazas, que se volvía un archipiélago de lagunas durante la estación de lluvias.

Hay que mencionar también que el después llamado “camino real de tierra adentro” llegó hasta San Gabriel, al sur de Santa Fe, en 1600, cuando fue fundada la gobernación del Nuevo México, en el alto río Bravo. Aun cuando no se trataba de un verdadero camino era recorrido por grandes carros de bueyes. Los carpinteros reparaban los carruajes y eventualmente construían puentes con partes de las carretas para facilitar el tránsito. Esos carros pesados no pudieron pasar por el camino probablemente prehispánico del pie de la sierra; tuvieron que atravesar la llanura, y se abrió así un nuevo cami-

no más directo y llano hacia Nuevo México. Pero el paso de los ríos representaba tal obstáculo que los viajes comerciales hacia el norte solían efectuarse una vez terminada la estación de lluvias. Era preferible la nieve a la abundancia de aguas, porque en la llanura las aguas se estancan y muy pronto los caminos que no estaban empedrados se transformaban en lodazal. Sin embargo, no había mucha comunicación entre Parral y Nuevo México hasta la fundación de la ciudad de Chihuahua, a principios del siglo XVIII. El transporte que aseguraba el abasto de los pobladores de Nuevo México era trienal y no siempre se realizaba con puntualidad.

Para ir de México a Santa Fe en el siglo XVII se necesitaban seis meses sin incidentes, y después con las recuas de mulas el tiempo de viaje se redujo a cuatro meses y medio.<sup>12</sup> Un jinete apurado que tuviera la posibilidad de cambiar caballos podía realizar el mismo viaje en unos tres meses. Más allá de Chihuahua y antes de atravesar el vado al lado del cual se había fundado en 1659 el Paso del Norte (ahora Ciudad Juárez), se localizaban los médanos de Samalayuca, por donde los caballos pasaban con dificultad mientras los comerciantes tenían que rodear esa zona. El problema que representaban los viajes al norte de la villa de San Felipe a El Real de Chihuahua, además de los indios de guerra, era la falta de aguaje. Todas las caravanas transportaban comida y animales en pie, pero las que iban a Nuevo México tenían además que acarrear agua y vino para saciar la sed de las personas que las integraban.

### **Ramales del camino real de Tierra Adentro en Querétaro**

La región queretana fue paso del imperio mexicano en el siglo XV; del comercio de otomíes en los siglos

<sup>12</sup> Chantal Cramaussel, "Una columna para el norte novohispano", en *El Camino Real de Tierra Adentro*, México, Grupo Cementos de Chihuahua, 2011, p. 60.

XV y XVI, y más tarde camino de los conquistadores ibéricos en su desplazamiento hacia el norte y noroccidente, cruzando por la región chichimeca en los siglos XVI, XVII y XVIII.<sup>13</sup>

De importancia primordial fue este camino colonial a las minas de plata, primer producto de exportación que la Nueva España poseía celosamente. Incluso era prohibido a los extranjeros internarse en las posesiones españolas durante la Colonia por temor a que pudieran ser espías. Aun así se conoce de dos viajeros, uno en el siglo XVII, Thomas Gage,<sup>14</sup> a Oaxaca y Guatemala, y el otro, Thierry de Menoville,<sup>15</sup> en el XVIII, a Oaxaca, que pudieron burlar los candados que impedían el acceso a estos viajeros a las vastas tierras novohispanas y sus riquezas.

De igual manera este camino fue importante por ser el único trayecto protegido contra los ataques indios al septentrión español durante los tres siglos de su dominio sobre estas tierras. Los más de 2200 km de longitud incursionaban en distintas regiones tan áridas como el desierto de Durango, y también zonas fértiles como el caso del Bajío. Era el medio de intercambio entre las zonas mineras y agrícolas del Bajío.

La porción del camino real de Tierra Adentro que es de nuestro interés evaluar espacialmente, es la que corresponde de la ciudad de México a la de Querétaro, y de esta última hacia los estados vecinos. Dos fueron las localidades más importantes de Querétaro en esa época: Querétaro y San Juan del Río. Es de y desde ellas que los viajeros y sus cargas tan preciadas se internaban por el actual estado de Querétaro;<sup>16</sup> también era paso obligado de todos ellos, como lugares de resguardo, por temor a

<sup>13</sup> Aurora Castillo Escalona, *La Hacienda de La Llave*, México, Gobierno del Estado de Querétaro, 2011, p. 24.

<sup>14</sup> Thomas Gage, *Nueva relación que contiene los viages de... en la Nueva España...*, París, Librería de Rosa, 1838.

<sup>15</sup> Nicolas Joseph Thierry de Menoville, *Traite de la culture du nopal et de l'eduction de la cochenille*, París, Ches de la Lain, 1776.

<sup>16</sup> Aurora Castillo, *op. cit.*

---

las tribus de indios chichimecas que nunca cesaron por completo de hostigar a las caravanas de bienes y personas.

De acuerdo con la información cartográfica de esta zona y los relatos de los viajeros que transitaban por este camino durante la época virreinal, se conocen, a partir de la población de San Juan del Río (SJR), dos y hasta tres rutas del camino real de Tierra Adentro: SJR a Querétaro por Palmillas; SJR a Querétaro por la Hacienda La Llave; SJR a Chichimequillas.<sup>17</sup> La primera ruta fue la más utilizada y la que podríamos decir la más directa; la segunda funcionaba en época de lluvias cuando las zonas pantanosas se anegaban por los constantes temporales; la tercera ruta correspondía más bien al camino que llegaba a la vecina población de San Luis Potosí (SLP) y de allí a la huasteca, al Nuevo Reino de León y a la zona de Texas. Ya de Querétaro, el camino real de Tierra Adentro se dividía en la ruta a SLP, pasando por Chichimequillas de nuevo, que se dividía más adelante para dirigirse a Zacatecas y a Celaya con rumbo a las minas de Guanajuato. Es así como esta ruta tocaba el estado de Querétaro con sus respectivas bifurcaciones, y son estas rutas las que este proyecto intenta reubicar utilizando las nuevas tecnologías de la información georreferenciada.

### Objetivo del estudio

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) posee el inventario de los inmuebles históricos de la República Mexicana, donde incluye campos como su localización (con coordenadas geográficas de algunos de los inmuebles), esquemas o croquis arquitectónicos, fotografías (no más de una decena por inmueble) y datos históricos en un campo de observaciones. Estos inventarios se resguardan en cada centro INAH —uno en cada estado, 31 en

<sup>17</sup> *Idem.*

total— y se concentran en la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos (CNMH) en la ciudad de México.

Para el caso de la infraestructura de caminos creada durante la época virreinal, no se tiene un inventario que proporcione información sobre la existencia y ubicación de los mismos. Es aún más complicado el generar un inventario de estos vestigios o tramos de caminos donde incluya campos como localización, estado en que se encuentran e importancia regional, y si el inmueble a inventariar es una línea con extensiones de varios cientos o miles de kilómetros. El inventario de patrimonio construido con que actualmente cuenta el INAH incluye variados tipos de construcción en las diferentes épocas de la historia prehispánica, colonial e independiente de México, el cual incluye edificaciones con localización bien definidas. Pero en el caso de caminos prehispánicos o virreinales su catalogación sería un tanto complicada porque no se trata de una estructura con localización única y posee elementos que forman parte del cuerpo, como el caso de puentes, haciendas, conventos, ventas, mesones y presidios que, vistos de manera individual, parecieran un rompecabezas de información.

Por lo tanto, es una necesidad de primer nivel poder contar con herramientas nuevas para utilizar la información de inventarios no digitales de monumentos histórico-culturales, como el del INAH, y lograr así una mejor gestión de las aplicaciones de esta información para el consecuente análisis y toma de decisiones con criterios de sustentabilidad.

Este proyecto presentará sólo la parte correspondiente al estado de Querétaro y es el primero que se realiza en México; no se conoce otro que esté funcionando en la actualidad, por lo que se cree será de mucha importancia y podría ser punta de lanza de muchas otras actividades de colaboración con otros países latinoamericanos, e incluso de Europa y América del Norte.

---

Se plantea que este proyecto de investigación tenga un impacto social muy importante, porque ayudará a la toma de decisiones en cuanto a los vestigios de estos caminos coloniales y los edificios históricos que confluyen en ellos, de tal manera que se optimice el gasto público y pueda, de esta manera, ahorrar en esos trabajos por la herramienta que se generará en cuanto a dónde y cómo actuar. Además ayudará a los encargados de los edificios y monumentos históricos en México (INAH, Conaculta, gobierno del estado, etc.) disponer de una herramienta de última tecnología que ayudará a ubicar y administrar su patrimonio caminero construido o inmueble, y con ello realizar otras actividades para aprovechar los pocos recursos asignados para sus intervenciones.

### **Procedimiento del levantamiento georreferenciado**

#### *Hardware y software utilizados*

Para el levantamiento georreferenciado del camino de Tierra Adentro, en los límites del estado de Querétaro, se utilizó tecnología enfocada al manejo de información geográfica: 1) equipo GPS profesional de gama media: Trimble JunoST con SO; Windows Mobile 6.5; 2) software de procesamiento geográfico móvil ArcPad 7.0; 3) software de procesamiento geográfico ArcMap (v9.3); 4) software de procesamiento geográfico Google Earth Free edition (su versión más reciente disponible), y 5) equipo de cómputo basado en Windows 7.

#### *Captura de información*

Para comenzar el registro se siguieron los procedimientos normales para un levantamiento con GPS (los

cuales se indican más adelante). Se define a GPS por las siglas en inglés de Global Positioning System, y corresponde a los sistemas de geoposicionamiento satelital.

Para la captura de puntos durante el recorrido de levantamiento por GPS se utilizó como referencia una capa de carreteras registradas del estado de Querétaro.<sup>18</sup> Con esta capa de carreteras, ya levantadas con anterioridad por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), fue posible identificar el camino antiguo que aún estuviera en funcionamiento, poco transitado, o bien que ya ha dejado de ser transitado. Además, esta capa ayudará a tener una base para que la información que se fuera capturando vaya tomando las propiedades de proyección de este camino.

Comenzamos con la aplicación de ArcPad, el cual deberá encontrarse instalado en el equipo de GPS. Regularmente esta aplicación no viene incluida al momento de la compra del mismo, por lo que se adquirió por separado para contar con su respectiva licencia o contar con alguna aplicación equivalente que nos permita almacenar la información registrada.

Una vez iniciada la aplicación, en su ventana principal se indican las propiedades con que se creará la nueva capa, la cual puede ser de puntos, líneas, polilíneas (polígonos), punto con proyección z (altura), etc., así como los campos necesarios para guardar la información en la tabla correspondiente a la capa y sus propiedades.

Para registrar el levantamiento de información se crearon dos archivos (capas) del tipo .shp: uno usando punto z (PointZ), para registrar los elementos puntuales encontrados durante el recorrido (puentes, haciendas, señalamientos...), y el segundo del tipo línea z (PolylineZ), el cual estaría en funcionamiento continuo para registrar la trayectoria realizada durante el recorrido. El uso de punto y

<sup>18</sup> Unidad de Sistemas de Información Geoespacial, Inventario Nacional de Infraestructura para el Transporte, Edición 2011, Instituto Mexicano del Transporte.



Figura 3. Capas con informaciones de punto y trayecto, cargadas en el ArcMap.



Figura 4. Ampliación a parte del recorrido realizado en San Juan del Río.



Figura 5. Ejemplo de un error de captura. Tomada del recuadro de la figura 9.

línea en z ayuda también a registrar la altura aproximada sobre el nivel del mar detectado en el levantamiento.

Durante el levantamiento se puede incluir información adicional de interés en el trayecto, almacenándola en la tabla correspondiente a la capa que se está trabajando. En dicha tabla es

posible indicar el nombre de los campos necesarios para el registro, como el tipo de dato y su longitud (nombre, lugar, km, condición, etcétera).

Una vez creadas y configuradas las capas donde se registrará la información, se inicia el recorrido. Si se cuenta con más de un equipo GPS durante el trayecto, se puede configurar uno para capturar exclusivamente el recorrido y otro para registrar los puntos de interés.

En el punto de inicio del recorrido se activa el GPS para comenzar a recibir la señal de los satélites. En función del equipo utilizado es posible observar el número de satélites que se encuentran en línea y proporcionan información al equipo, así como verificar la comunicación recibida de los satélites hacia el GPS. Esto último sólo para saber si el equipo está en una posición de captura adecuada, cuando más de tres satélites están en comunicación con el equipo, para así obtener una posición más acercada a la realidad.

Después de haber activado el GPS se selecciona el tipo de captura a realizar (punto, línea, polilínea, etc.); al tratarse del comienzo del recorrido se selecciona Polyline. Con esto se registrará un punto cada segundo, el cual irá formando una polilínea (representando el trayecto realizado), información que se registrará en la tabla correspondiente.

#### *Procesamiento de datos registrados*

Una vez realizado el levantamiento de datos, y descargada la información a una computadora, se procede a manejar y corregir la información con el programa ArcMap (de la compañía ESRI). Con esta aplicación se revisarán y manejarán los datos obtenidos con el GPS. Para trabajar con la información se cuenta con una serie de capas que representan el estado de Querétaro, así

como su división por municipios. También se utilizó una capa que representa las carreteras principales o que han sido capturadas anteriormente por el Instituto Mexicano del Transporte y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Así se inicia el programa de ArcMap: primero se cargan las capas base del estado de Querétaro (estado, municipios, carreteras); a continuación se cargan las capas levantadas en el recorrido de campo; con el mismo procedimiento anterior se dirige a la carpeta que contienen los archivos Shape y se localiza el nombre del archivo en que se guardó el recorrido (figura 3).

El municipio que servirá de ejemplo será el de San Juan del Río, por lo que se utiliza el botón de *zoom* en la barra de herramientas y se arrastra el *mouse* para cubrir y ampliar la sección que se quiere trabajar (figura 4). Como se puede observar, a esta escala se aprecia un error de captura, el cual deberá ser corregido. En el trabajo de campo esta “deformación” en realidad es el cruce de una avenida principal de la actual ciudad de San Juan del Río: como no fue posible cruzar una avenida por haber un camellón intermedio, se buscó el retorno inmediato para regresar al recorrido. Por medio de ArcMap se editó esa sección para eliminar la porción del recorrido irrelevante.

Otro error que se puede presentar al momento de capturar información en el GPS, principalmente cuando se trata de líneas o polígonos, se muestra en las figuras 5 y 6. Este error no es posible verlo a menos que se realice una inspección aumentando el tamaño de la ventana de capas; es decir, cada vez que se trabaje con capas basadas en líneas, es necesario realizar un acercamiento a la misma para apreciar e identificar si existen errores de captura, ya sea por mal manejo del equipo o por falla en la señal satelital. Así se realizarían trabajos de corrección en la capa durante el mismo recorrido.

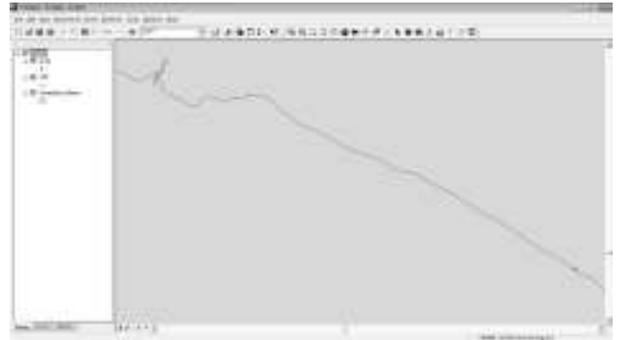


Figura 6. Ejemplo de un error de captura. Tomada del recuadro de la figura 10.

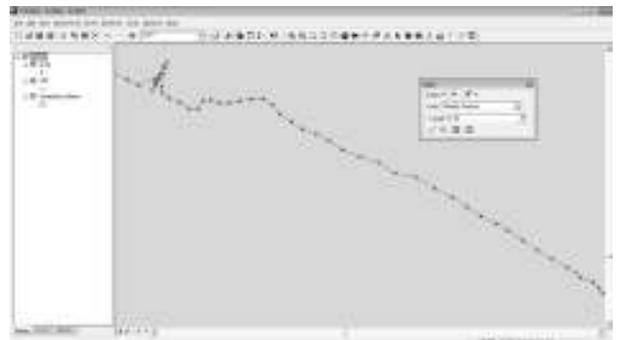


Figura 7. Pantalla de editor en ArcMap, donde se aprecian los puntos obtenidos por el GPS y la línea del recorrido.



Figura 8. Pantalla de editor en ArcMap, donde se aprecia la porción del levantamiento a editar con los puntos y la línea de modificación.

Si se tienen todas las capas en una misma carpeta, automáticamente se selecciona y todas podrán ser editadas (algo no recomendable, pues si hay capas que sólo se tienen de referencia, o que no deben ser modificables, al estar en el mismo directorio se puede cometer el error de editarlas). En el ejemplo de este trabajo se tienen las capas en carpetas dife-



Figura 9. Vista final del levantamiento del recorrido sobre cartografía Google Earth.

rentes (referencia y las que se modificarán), por lo que el programa esperará a que se le indique cuáles son las que se modificarán.

Como ejemplo tenemos la figura 7, donde se muestra la línea a ser editada. Inmediatamente se sobrepondrá a la línea cyan una más delgada de color verde, además de una serie de puntos. Estos son los puntos registrados por el GPS al momento de adquirir la información desde los satélites, y en el programa de ArcMap se les conoce como vértices (figura 7), al igual que programas de diseño o modelado como AutoCad, 3DMax, Maya, Google Sketchup.

Estos vértices serán los que se muevan o eliminen para dar forma a la línea del trayecto. Se selecciona el icono de *zoom* y se acerca la vista lo necesario para tener una mejor apreciación de los vértices y el trayecto. En la figura 6 podemos ver el trayecto que debería seguir la línea (en color negro), y que es necesario eliminar. Si seleccionamos el vértice que aparece debajo de la línea negra y lo arrastramos un poco, queda “la sombra” del trayecto original y la nueva ubicación del vértice. Para guardar la nueva posición sólo hay que presionar en cualquier parte de la pantalla, o cambiar de herramienta un momento, y desaparecerá la “sombra”.

Si se comete un error al modificar un vértice o un trazo, se puede deshacer el cambio, ya que no se

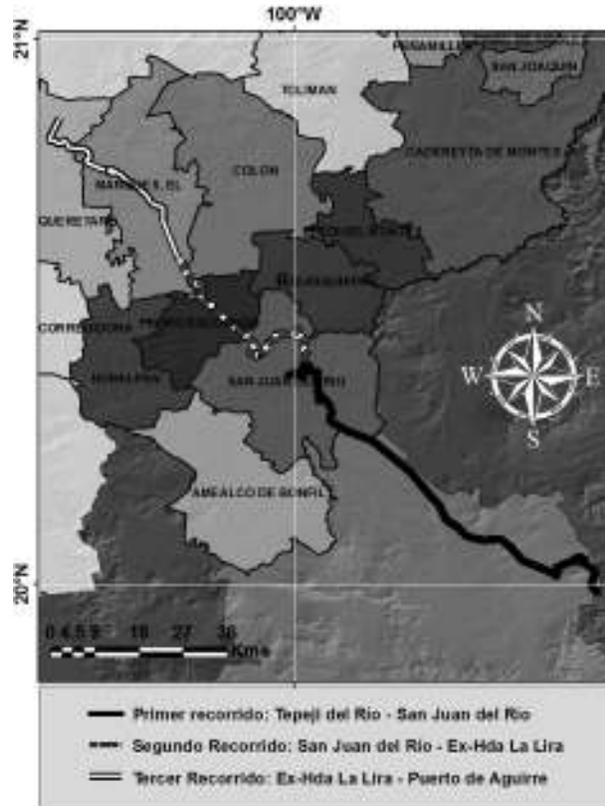


Figura 10. Trazo final de los tres recorridos realizados.

modifica la tabla hasta terminar la edición. Cuando ya se esté seguro de los cambios realizados, se selecciona la pestaña *Editor* en la barra de herramientas y se elige alguna de las opciones, según lo que se quiera hacer: *Stop Editing* para terminar de editar la capa, o *Save Edits* para guardar los cambios realizados y seguir trabajando con la edición de la capa. Cualquiera de las dos formas puede modificar la tabla enlazada con la capa, eliminando los registros de los vértices afectados. Una vez aplicado este proceso no es posible deshacer los cambios realizados.

#### *Exportación a formato kml y uso con Google Earth*

Una vez terminada la capa (o capas) modificada(s), se exportan como archivo kml, una extensión que puede ser manejada por el programa Google Earth.

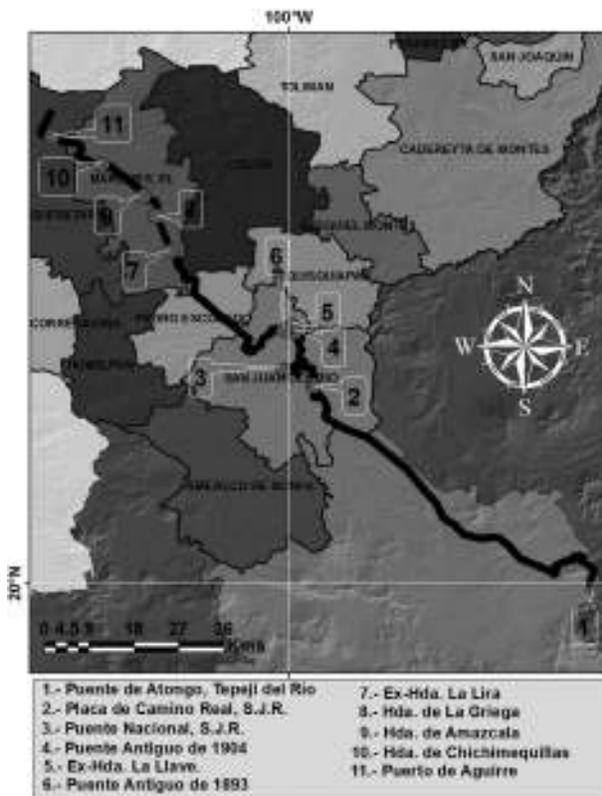


Figura 11. Localización de las comunidades y sitios importantes del recorrido.

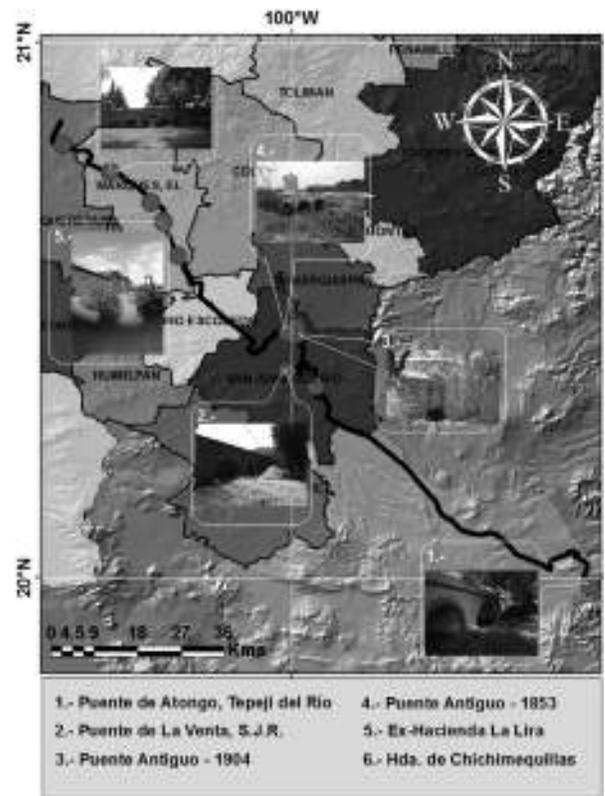


Figura 12. Información fotográfica que se puede anexar al recorrido.

Así se podrá ver el levantamiento o registros realizados con un GPS, y también se podrá compartir la información con personas que no cuenten con esos programas.

Para realizar la exportación al formato de Google, en el icono de ArcToolBox se selecciona la opción Conversion Tools, donde se pueden ver las diferentes opciones para poder importar y exportar las capas o mapas generados en el levantamiento. Se selecciona la opción *to KML* y se verá que se tienen las opciones *Layer to KML* o *Map to KML*. La primera sólo exportará una capa a la vez, en caso de que así se requiera, y la segunda exportará todo el mapa y su contenido, es decir, todas las capas involucradas.

Una vez completada la exportación, sólo es cuestión de iniciar la aplicación de Google Earth y esperar a que cargue la interface de navegación. Cuando

haya terminado la aplicación, se busca el archivo kml recién creado, y al abrirse el archivo creado en KML el programa realizará un acercamiento a la zona de las coordenadas del levantamiento del recorrido, como se muestra en la figura 9.

### Cartografía generada en los tres recorridos

El recorrido realizado por el grupo de trabajo de este proyecto sobre el levantamiento georreferenciado del camino real de Tierra Adentro en el estado de Querétaro se dividió en tres etapas. La primera correspondió al levantamiento iniciado en el puente El Batán, localidad del estado de Hidalgo, hasta San Juan del Río, el 16 de marzo de 2012; la segunda etapa se realizó el 30 de abril de 2012 y partió de San Juan del Río hacia la ciudad de Querétaro; la tercera etapa se realizó el 1 de junio de 2012 e incluyó la

---

ruta de la localidad de La Palma a la localidad de Puerto de Aguirre.

La figura 10 muestra los trazos de estas tres etapas levantadas hasta la fecha. En esta figura se aprecia de manera general la posición de la línea de recorrido, sin entrar en detalle sobre lo encontrado en el mismo, y sólo se muestra en detalle el relieve orográfico de la zona cercana. Como información adicional, la figura 12 muestra los nombres de las localidades por las que se pasó durante el recorrido del levantamiento georreferenciado.

Esta representación es la más utilizada por los autores en publicaciones anteriores sobre los caminos coloniales (o reales) en México, así como la representación gráfica mediante mapas y/o cartografía de los relatos de viajeros en diferentes épocas de la Colonia o como país independiente. Con esta nueva representación cartográfica también se

ubican las poblaciones que podrían ser de interés para los futuros paseantes de las rutas levantadas. La figura 11 presenta el formato con capa base de la orografía del estado de Querétaro y una representación cartográfica con capa base de Google Earth (figura 9).

La figura 12 muestra un tercer tipo de representación cartográfica que pudiera utilizar un mayor número de información gráfica sobre la capa del recorrido y la capa base, que puede ser la orografía del estado o una fotografía satelital de Google Earth. En esta tercera representación se muestran fotografías de los lugares avistados durante el recorrido con posible valor arquitectónico de importancia. De esta manera la información capturada en el levantamiento georreferenciado podría generarse un valor histórico/arquitectónico adicional a una simple ubicación georreferenciada.

