

# **Manejo de bases de datos para proyectos de infraestructura vial con SIG, aplicación Fideicomiso Ruta Uno**

Ing. Ingrid Carballo Valverde – Máster en Valuación

*Autor*

*icarbollo@bancobcr.com*

## **RESUMEN**

Para la activación económica de los países latinoamericanos es fundamental el desarrollo e implementación de proyectos en infraestructura vial ya que conllevan la visión de potenciar actividades económicas para el inversionista nacional y extranjero; todos aquellos elementos que colaboren a gestar una atmósfera idónea en la provisión de servicios públicos e infraestructura ayudarán a la captación de capital y sus utilidades.

En nuestra Costa Rica hemos sufrido el atraso en el desarrollo de la infraestructura vial y las diferentes aristas que nos han conducido a este hecho impactan la calidad de vida de los usuarios.

Los impactos causados por los proyectos de infraestructura vial son múltiples, en este análisis se tomarán en cuenta el impacto social a nivel territorial en el tema de expropiaciones y reasentamientos.

En la actualidad uno de los proyectos carreteros que viene a colaborar con la reactivación económica nacional es el del Corredor Vial San José- San Ramón y sus Radiales, el cual está siendo desarrollado mediante la figura de Fideicomiso, el cual fue creado con la Ley 9292; el Fideicomiso RutaUno para la consecución del proyecto y su debida planificación responsable se ha dado a la tarea de dejar atrás el manejo de las bases de datos de diferentes naturalezas disgregadas de los elementos geográficos, es por ello que se ha implementado un Sistema de Información Geográfica (SIG) que ayuda en las labores de análisis para la estimación de la adquisición de terrenos y la recuperación del derecho vía, entre otras labores, este SIG ha sido alimentado con información existente que ha sido almacenada de manera análoga o digital no tabulada y la parte gráfica viene de archivos de programas de diseño de infraestructura.

# LA MUJER EN EL DESARROLLO DE LAS CIVILIZACIONES DE NUESTROS PUEBLOS

## Manejo de bases de datos para proyectos de infraestructura vial con SIG, aplicación Fideicomiso Ruta Uno

Ing. Ingrid Carballo Valverde – Máster en Valuación

*Fideicomiso Ruta Uno*

*icarballo@bancobcr.com*

### RESUMEN

El desarrollo de los países a nivel latinoamericano depende en un alto porcentaje de la inversión extranjera, para hacer a nuestro país atractivo a ese tipo de inversión debe llevarse a cabo una transformación en diferentes ámbitos, lo que permita que bajo una planificación responsable el país aumente la posibilidad del establecimiento de nuevas empresas que generen fuentes de empleo o bien que las plataformas de financiamiento existente ayuden al emprendedor nacional a desarrollar los proyectos que se plantean.

Todas las actividades económicas llevan implícita la movilidad, es por esto por lo que el desarrollo de la infraestructura vial y del transporte, así como, su mantenimiento y operación continua permiten dar las facilidades necesarias en ese aspecto, adicionalmente se puede asegurar a los ciudadanos una mayor calidad de vida acortando los tiempos de viaje en su quehacer diario.

El crecimiento de la infraestructura vial va de la mano con la disponibilidad de área donde se pueden llevar a cabo los proyectos, es por ello que, las labores de expropiaciones y reasentamientos son de las primeras tareas que deben llevarse a cabo con el fin de tener el derecho de vía disponible en el momento de la construcción.

### INTRODUCCIÓN

Las Propuestas de Acciones para la Reactivación Económica del actual gobierno, están resumidas en cuatro grandes áreas de trabajo (Presidencia de Costa Rica, 2018)<sup>1</sup>, las cuales son:

- Simplificación de trámites
- Apoyo a las pymes y emprendimientos
- Empleabilidad
- Inversión en infraestructura pública

---

<sup>1</sup> (Presidencia de Costa Rica, 2018)

El rezago de Costa Rica en el desarrollo de infraestructura vial se ve reflejado a nivel internacional según el Reporte Global de Competitividad (Schwab, 2019)<sup>2</sup> que calcula el Foro Económico Mundial cada año, la siguiente imagen muestra un extracto del reporte de este año donde se puede apreciar que nuestro país en la evaluación de la infraestructura de transporte se encuentra en el puesto número 88 de 141 países que se evalúan.

Index Component	Value	Score *	Rank/141	Best Performer
<b>2nd pillar: Infrastructure 0–100</b>	-	<b>68.7</b>	<b>63</b>	<b>Singapore</b>
<b>Transport infrastructure 0–100</b>	-	<b>44.4</b>	<b>88</b>	<b>Singapore</b>
2.01 Road connectivity 0–100 (best)	63.3	63.3	103	Multiple (3)
2.02 Quality of road infrastructure 1–7 (best)	3.0	33.0	117	Singapore
2.03 Railroad density km/1,000 km[[2	n/a	n/a	n/a	Multiple (24)
2.04 Efficiency of train services 1–7 (best)	not assessed	n/a	n/a	Japan
2.05 Airport connectivity score	26,539.3	43.3 =	77	Multiple (8)
2.06 Efficiency of air transport services 1–7 (best)	4.8	62.6	64	Singapore
2.07 Liner shipping connectivity 0–100 (best)	15.6	15.6	72	Multiple (5)
2.08 Efficiency of seaport services 1–7 (best)	3.9	48.5	79	Singapore

**Fuente: The Global Competitiveness Report 2019** (Schwab, 2019)

Al hacer un resumen y la comparación con algunos países de Centroamérica estamos en el puesto número 88 del “Ranking”, adicionalmente la nota en la calidad de la infraestructura vial es de las más bajas a nivel centroamericano, aun así obtuvimos una nota mayor a la del 2018.

Infraestructura del transporte		
País	Ranking/141	Nota en calidad de la infraestructura vial (1-100)
Panamá	48	57.8
El Salvador	86	61
Costa Rica	88	33
Honduras	95	50.9
Nicaragua	107	53.8
Guatemala	114	37.2
Subio		
Bajo		
Se mantuvo		

**Fuente: Elaboración propia**

Claramente la inversión en infraestructura pública con proyectos viales es un compromiso que está tomando con toda la seriedad y responsabilidad el gobierno actual por medio del Ministerio de obras Públicas y Transportes, llevando a cabo de manera simultánea proyectos como:

- Construcción de la Ampliación y Rehabilitación del Tramo de Carretera Cañas-Limonal, ubicado en la Ruta No. 1, Interamericana Norte
- Mejoramiento y rehabilitación de la Ruta Nacional No. 160, Sección: Playa Naranjo-Paquera

<sup>2</sup> (Schwab, 2019)

- Diseño y Construcción para la rehabilitación y reforzamiento del Rompeolas de Puerto Caldera
- Construcción de los Intercambios entre la Intersección de las Rutas Nacionales Nos. 2 y 236 (Taras) y la Intersección de las Rutas Nacionales Nos. 2 y 10 (Cartago), incluyendo el Mejoramiento de la Ruta Nacional No. 2, Sección: Taras – La Lima.
- Ruta Nacional No. 17, Sección: La Angostura
- Construcción de Ruta 35 Sección Bernardo Soto - Sifón - Abundancia (Nueva Carretera a San Carlos)
- Mejoramiento y rehabilitación de Ruta Nacional 23 Barranca – Caldera
- Fideicomiso Corredor Vial San José - San Ramón y sus Radiales (Fideicomiso Ruta Uno)

## Materiales y Métodos

En 23 de febrero del año 2015 se firma la Ley 9292 la cual permite el Desarrollo De Obra Pública Corredor Vial San José-San Ramón y sus Radiales mediante Fideicomiso, esta Ley se oficializo el 14 de abril del 2015, posterior a la oficialización se abrió un proceso de contratación el cual permitió que una entidad Bancaria sea el fiduciario del Fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón y sus Radiales, la entidad con la cual el MOPT-CONAVI firmó el contrato de Fideicomiso es el Banco de Costa Rica, el día 15 de diciembre del 2016 (Ruta Uno, 2019)<sup>3</sup>.

Con el desarrollo del proyecto de concesión se realizaron algunos estudios y anteproyectos que para el Fideicomiso han sido insumos valiosos de partida para los actuales estudios de factibilidad y elaboración de anteproyectos.

Toda la documentación suministrada por los fideicomitentes de manera gráfica consiste en archivos en formatos de dibujo asistido por computadora, documentos de extensión pdf, hojas de cálculo; muchas de éstas hojas de cálculo son depositarios de bases de datos que de alguna forma deberían estar relacionados con los archivos gráficos.

Es así como la Unidad Administradora de Proyecto (UAP) del Fideicomiso Ruta Uno, se ha dado a la tarea de unificar todos los datos en un Sistema de Información Geográfica (SIG); en este caso utilizamos el ArcGIS; el cual permitirá hacer análisis geoespaciales en las diferentes etapas del proyecto como lo son la etapa pre-operativa, operativa, ejecución y mantenimiento.

Dentro de las tantas labores que se deben desarrollarse en un proyecto de tal magnitud hay algunas deben coordinarse de manera previa a ejecutar obra como lo son:

- Relocalización de Servicios Públicos
- Expropiaciones y Reasentamiento

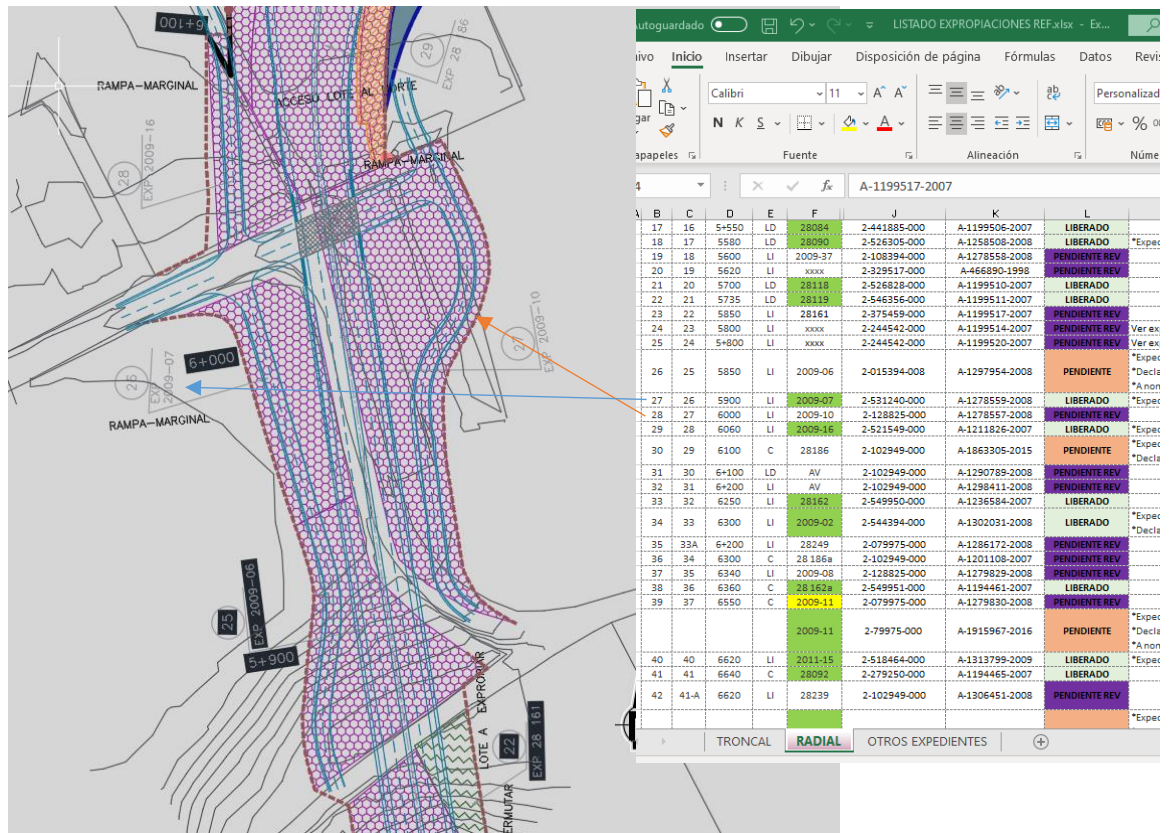
---

<sup>3</sup> (Ruta Uno, 2019)

- Elaboración de los presupuestos para estas labores.

Entre la información entregada al Fideicomiso está el Anteproyecto del Corredor Vial desarrollado por el concesionario, el mosaico de los procesos de expropiación planteados a lo largo del corredor, además de los expedientes de las expropiaciones a las cuales se les dio trámite en su momento, está información es la base para dilucidar la demarcación del derecho de vía disponible o en proceso de liberación para la ejecución de las diferentes obras que se deben desarrollar.

Por otra parte, lo acostumbrado en los proyectos de infraestructura vial, por su naturaleza de diseño de obra civil es manejar los datos espaciales en programas de diseño o dibujo asistido por computadora, y las bases de datos en hojas de cálculo, lo que con lleva a que la información gráfica esta disgregada de la información análoga (bases de datos) por lo tanto a la hora de tener que realizar consultar, análisis (estadísticos, económicos, etc) y diferentes tipos de consultas se debe realizar en documentos diferentes, o bien, los planos se llenan de información escrita, por lo anterior el Fideicomiso ha querido cambiar esta realidad y unirse a la transformación de manejo de información, tecnología y modelos de gestión con las bondades de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que ayudaran a la administración de diferentes bases de datos geoespaciales.



Fuente: Elaboración propia

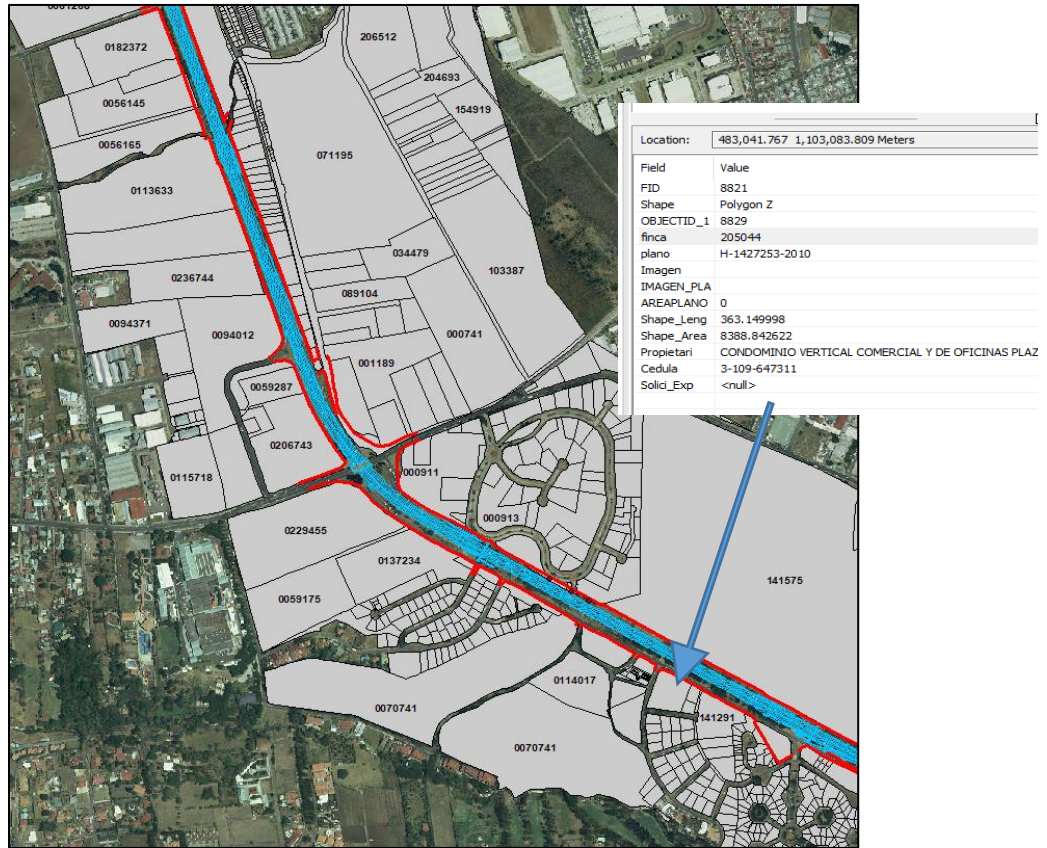
En el análisis de la información entregada al Fideicomiso se encontró que todos los diseños y dibujos digitales están georreferenciados en la proyección Lambert Norte, siguiendo la oficialización de la proyección CRTM05, el primer paso fue el de realizar la debida transformación de coordenadas utilizando las herramientas que proporciona el SIG.

El Fideicomiso utilizó diversas herramientas que existen en la web, como por ejemplo el SNIT del Registro Nacional que en unión con otras instituciones brindan datos geoespaciales como capas wms que nos permiten consultarlas en modo “online” o local, adicionalmente el Sistema de Información Catastral-SIRI al que los profesionales del Colegio de Ingenieros Topografos (CIT) de la UAP tienen acceso; con el fin de contar con una visión de las afectaciones a nivel inmobiliario en cuanto al perjuicio de propietarios, poseedores o bien hasta de sus habitantes; ya sea en su condición de inquilinos o habitantes ilegales; el tener la ubicación georreferenciada de los inmuebles es vital para el desarrollo de los proyectos de infraestructura vial, es por esto que la UAP ha realizado la coordinación a tiempo y de manera eficiente con las Municipalidades, que para los efectos de mapas catastrales ponen a la disposición del Fideicomiso al ser un proyecto país, sus mosaicos catastrales.

Es así como se conformó el mosaico catastral de los inmuebles colindantes al derecho de vía, la UAP se ha dado a la tarea de realizar los estudios registrales y catastrales (conciliación catastral) pertinentes para conformar o actualizar las bases de datos proporcionadas con los archivos de SIG entregados por los diferentes municipios.

Cuando se habla de bases de datos se hace referencia a toda aquella información que se almacena de manera ordenada y estandarizada acerca de un tema en particular, en el caso de mosaico catastral para este Proyecto, la base de datos que se conformó tiene algunos de los siguientes datos:

- Nombre del Propietario o Poseedor
- Número de cédula o identificación
- Número de Finca
- Número del plano de Catastro
- Área del inmueble según Registro
- Área del inmueble según Catastro
- Coordenada Norte del centroide
- Coordenada Este del centroide
- Imagen del Plano



**Sección del Mosaico Catastral de la Ruta Uno**  
Fuente: Elaboración propia

En el contexto de la toma de datos para censos, expedientes de expropiación, levantamiento de fichas de información social, trámites a nivel bancario, por ejemplo, algunos de los datos anteriormente citados coincidirán, y uno de ellos será la llave de relación entre las bases de datos que permitan realizar consultas y análisis de datos geospaciales correlacionados

Por ejemplo, el Anteproyecto del Corredor Vial en el tramo I, Sábana-Intercambio de Circunvalación consideraba tres carriles por sentido, para realizar el análisis de la posibilidad de hacer en el tramo mencionado a cuatro carriles se realizó la proyección del área de la sección típica a utilizar mediante un “buffer” cuya línea de centro es la del anteproyecto de concesión y mediante la herramienta de Análisis Espacial se obtuvo el área de afectación de cada inmueble interceptado por el “buffer” lo que nos permitió hacer el análisis de costos de las nuevas expropiaciones, todo esto gracias a que previamente se maneja una geodatabase con los valores por metro cuadrado del Órgano de Normalización Técnica (ONT).

Adicionalmente en el mismo tema de las expropiación, el uso de bases de datos geospaciales le ha permitido al Fideicomiso realizar análisis geoestadísticos de la fluctuación entre los valores del metro cuadrado establecidos por la administración para el pago de la expropiación (avalúo administrativo), la pretensión del expropiado y el pago realizado (justiprecio), gracias a esos valores obtenidos de los avalúos administrativos de los expedientes de expropiación existentes provenientes del Departamento de Bienes Inmuebles (DABI), se pudo conformar la base de datos de los distintos valores mencionados. El mosaico de los

planos de expropiación que fueron entregados al Fideicomiso era simplemente era una serie de polígonos georeferenciados en un software de dibujo asistido por computadora, ahora es una capa de polígonos con atributos asociados a una base de datos que ha permitido realizar mapas de isovalores para el desarrollo de las Obras Impostergables (OBIS), y de esa manera se han realizado las estimaciones y simulaciones de las propiedades a afectar con los diferentes escenarios de secciones típicas planteadas para saber la magnitud de la inversión económica que debe hacerse en expropiaciones.

En el caso de los reasentamientos (reubicación involuntaria de personas), para el desarrollo de las OBIS a principios del año 2019, el equipo socio-ambiental del Fideicomiso Ruta Uno, levantó una línea base para conocer el detalle de las afectaciones prediales en las zonas de ejecución de las OBIS, generando así una base de datos georreferenciada con la información social de las familias afectadas por las obras a ejecutar.

La línea base es aquella delimitación de las personas afectadas y de la temporalidad de ocupación de las inmuebles, más allá de ella no se aceptan afectaciones adicionales, esto con el fin de evitar nuevas invasiones y resguardar los recursos con fines asignados.

Esta base de datos socioeconómica permite realizar los análisis para ubicar las características específicas en el espacio de ejecución del proyecto con múltiples variables, por ejemplo ubicar a las familias que con índice de pobreza específico (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2019)<sup>4</sup> y adicionalmente si en el lugar hay menores de edad.

Haciendo conexión con bases de datos de instituciones como el MEP, IMAS, SINIRUBE, CCSS se pueden realizar búsquedas geoespaciales de las condicionantes necesarias en el entorno para la zona de reubicación de las familias a reasentar.

En el caso de la Ruta Uno, se lleva un registro de los mojones establecidos en fichas técnicas y el archivo de esas fichas técnicas esta como un atributo desplegable por hipervínculo en la base de datos que se lleva de estos puntos.

Para el manejo de la información de cada uno de los elementos que son parte de un proyecto de infraestructura vial se manejan múltiples bases de datos georreferenciadas representadas por líneas, puntos o polígonos que contribuyen en los diversos análisis para la toma de decisiones y consecución de tareas programadas, por lo cual lo mencionado anteriormente es una pequeña porción de las bases de datos que utiliza el primer Fideicomiso de Obra Pública de Infraestructura Vial, Fideicomiso Corredor Vial San José – San Ramón.

## Resultados y Discusión

No se puede perder de vista que los proyectos de Infraestructura Vial a parte del diseño y la obra civil deben manejar información masiva de las diferentes actividades a desarrollar, o en desarrollo, es por esto que las bases de datos aunadas a las características gráficas en un mismo ambiente contribuyen a la producción de mapas como resultado de un análisis

---

<sup>4</sup> (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2019)



geoespacial, a la planificación y control de las diferentes actividades que están inmersas en proyectos de esta magnitud.

## Referencias

- ✓ Instituto Nacional de Estadística y Censos. (octubre de 2019). Obtenido de [http://sistemas.inec.cr:8080/redatam/RpHELP/ENC.HOGARES/ENC.HOG\\_2001/Conceptos/Conceptos\\_y\\_definiciones.pdf](http://sistemas.inec.cr:8080/redatam/RpHELP/ENC.HOGARES/ENC.HOG_2001/Conceptos/Conceptos_y_definiciones.pdf)
- ✓ Presidencia de Costa Rica. (3 de Septiembre de 2018). Obtenido de <https://presidencia.go.cr/comunicados/2018/09/gobierno-anuncia-propuesta-integral-de-acciones-para-la-reactivacion-economica/>
- ✓ Ruta Uno. (28 de 10 de 2019). Obtenido de <https://rutauno.cr/nosotros/antecedentes>
- ✓ Schwab, K. (8 de agosto de 2019). World Economic Forum. Obtenido de [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)

## Acerca del Autor (Autores)

M.V, Ing.Ingrid Carballo Valverde

- Ingeniera en Topografía y Catastro graduada de la Universidad Nacional de Costa Rica.
- Máster en Valuación de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.
- Instructora Certificada por la fábrica de equipos marca Trimble, dicha certificación es para capacitar y reparar equipos de Topografía Convencional, GNSS.
- Instructora certificada Trimble para el uso y manejo de software de campo y oficina.
- Cuenta con más de veintidós años de experiencia en el ejercicio de la profesión.
- Consultora de la empresa Ingeniería y Soluciones Geomáticas en el campo de la auscultación de obras viales, modelos tridimensionales, desarrollo-implementación y análisis de sistemas de información geográfica (SIG), asesoría catastral, topográfica y de agrimensura. Participación en proyectos viales como Ruta Nacional 3, Ruta 27, Proyecto de concesión San José-San Ramón.
- Docente de la Universidad Latina de Costa Rica de la red Lauréate desde el año 2011.
- Supervisora de Gestión Social y Territorial del Fideicomiso Ruta Uno.