

# BOLETÍN TÉCNICO

PITRA-LanammeUCR

Volumen 12, N.º 6, Septiembre 2021

## Implementación de un Sistema de Referenciación Lineal para Costa Rica y el entorno para su desarrollo

Geóg. Paul Antonio Vega Salas. M.Sc. PMP.

✉ [paulantonio.vega@ucr.ac.cr](mailto:paulantonio.vega@ucr.ac.cr)

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)

## 1. Introducción

Costa Rica cuenta con un variado repertorio de herramientas que pretenden simplificar la gestión de activos viales. Cada esfuerzo individual de las diferentes instituciones del país busca resolver una necesidad específica o derivada de un planteamiento más amplio, dirigido a implementar las mejores prácticas de gestión en proyectos viales. Estas herramientas encuentran su verdadero impacto positivo si logran mantenerse en el tiempo, ya que se ha demostrado que, en general, muchas instituciones no logran esa estabilidad en el tiempo. Esto no se debe a la falta de voluntad o presupuesto, sino por la dificultad de conservar a largo plazo a sus especialistas, los cuales suelen ser reemplazados por diferentes motivos, siendo la dinámica política el más común de ellos.

En el LanammeUCR condiciones como la autonomía universitaria, la independencia operativa y la estabilidad de sus fuentes de financiamiento aseguran una continuidad que es necesaria para la maduración de proyectos de largo plazo. Teniendo esto en cuenta es posible desarrollar una idea de implementación de un Sistema de Referenciación Lineal (en adelante SRL) donde se delimiten las líneas base y se logren integrar los diferentes elementos de la infraestructura vial del país, de manera transparente y accesible para los tomadores de decisiones pero, especialmente, para el pueblo costarricense el cual, en los últimos años, ha demostrado un creciente deseo por estar informado de cómo está compuesta la Red Vial y de cómo se asigna la inversión en la infraestructura pública.

Los datos geo espaciales son de suma importancia para el desarrollo de un Sistema Nacional de Gestión de Activos Viales. A través de los Sistemas de Información Geográfica (en adelante SIG) y el uso adecuado de dicha herramienta, Costa Rica tiene las bases necesarias para iniciar con un SRL (base de datos espacial, análisis espacial, inventario de activos viales, histórico de evaluación de la red vial nacional, histórico de inversión en red vial nacional, etc.) para Costa Rica y que este, a su vez, sea el *corazón* del sistema de gestión.

## 2. ¿Qué es un SRL?

En la actualidad existen muchas definiciones sobre qué es un SRL; la gran mayoría de bibliografía sobre este tema se encuentra en el idioma inglés por lo que sus siglas aparecen como LRS que significa Linear Referencing System. A continuación, se presentan tres definiciones en el ámbito de la gestión vial a nivel internacional:

1. "Un SRL es un conjunto de procedimientos de oficina y de campo que incluyen un método de referencia de ubicación de autopista"... Un método de referencia de ubicación (MRU) es una "forma de identificar una ubicación específica con respecto a un punto conocido, desarrollado en respuesta a una creciente conciencia de la necesidad de integrar cantidades cada vez mayores de datos referenciados linealmente utilizados por la comunidad de transporte". (AASHTO, 1997).
2. "Un conjunto de procedimientos y métodos para especificar una ubicación como una distancia, o un desplazamiento, o característica a lo largo de una línea, tomando como referencia un punto con una ubicación conocida" (Brice, R. & Cohn, C. 2008).
3. Los SRL son bases de datos complejas relacionadas geo-espacialmente que cambian constantemente en el tiempo y requieren recurso humano para su gestión. Adicionalmente, la tecnología y el software continúan evolucionando por lo cual es necesario realizar planificación. Es un hecho que un SRL no es una actividad de un solo periodo. Los SRL están estrictamente relacionados con los SIG y son uno de los más importantes sets de datos dentro de los Departamentos de Transportes (DOT por sus siglas en inglés). (FHWA, 2014).

Básicamente un SRL es un conjunto de bases de datos, procedimientos, trabajo de campo y oficina, que, en su mayoría, se basan en datos espaciales bien definidos, oficializados y validados, los cuales son constantemente actualizados por profesionales especializados que aseguran la calidad del sistema, de tal forma que los datos y características puedan ser estacionados y consultados por su ubicación (Figura 1) y distancia con respecto a un punto de origen, que en este caso sería el kilómetro cero o inicio de la ruta.

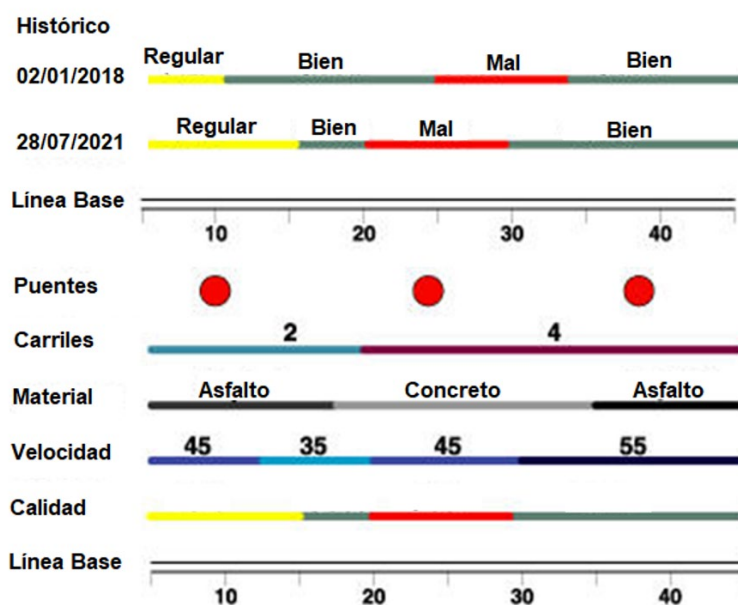


Figura 1. Ejemplo base para la comprensión del estacionamiento de variables en un SRL, donde la "Línea Base" o mapa base se mantiene intacta gracias a la segmentación dinámica. Fuente: ESRI, 2016. Modificado por: Vega, P. 2021.

Estos datos son utilizados por diferentes actores, tanto públicos como privados, como línea base para realizar sus proyectos, mantenimientos programados, evaluaciones, elaboración de presupuestos para inversión, seguimiento y control, como también visualización y consulta de datos históricos a diferentes escalas y pueden ser utilizados como herramientas para demostrar la transparencia en la gestión de la obra pública. En términos generales, se puede decir que el SRL se constituye en una herramienta que brinda la posibilidad de gestionar, administrar y dirigir los activos viales dentro de los tres niveles de la gestión vial, nivel superior estratégico, nivel intermedio táctico y nivel bajo el operativo.

### 3. ¿Por qué Costa Rica debería tener un Sistema de Referencias Lineales para la Red Vial Nacional?

Nuestro país no es ajeno al uso de herramientas SIG; entidades como el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) tienen una oficina de SIG establecida. El mismo Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) tienen personal con la tarea de dar actualización a las capas de información con que se cuenta.

Dejando de un lado al ICE cuyas funciones son distintas a lo que sería la administración y gestión de la Red Vial Nacional (en adelante RVN), es válido cuestionarse ¿por qué es que en Costa Rica aún no se ha implementado un SRL? Básicamente podría decirse que históricamente, se le ha dado un enfoque, que se podría definir como de tipo “isla”, donde los distintos esfuerzos que podrían considerarse como parte de esta iniciativa se han venido desarrollando de forma aislada; sin embargo, desde el año 2014 aproximadamente, se ha comenzado a cambiar esta “práctica ineficiente” y se ha sustituido por una visión integradora liderada por la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN) del LanammeUCR, con fundamento en rigurosos procesos de investigación científica, incorporación de tecnología de punta y formación de profesionales de alta especialización en estos temas.

El modelo actual que se ha implementado corresponde a esfuerzos importantes pero desligados de un sistema centralizado de información. Por ley, el MOPT debería ser el ente encargado de crear este sistema pero la falta de continuidad y de liderazgo para blindar este tipo de desarrollos, falta de planificación y de profesionales capacitados y entrenados en la materia, hablando históricamente, ha imposibilitado el desarrollo del SRL en el país.

Se ha reconocido en importantes foros, tales como el Transportation Research Board (TRB), que el uso de los SRL es útil para las agencias encargadas de la administración de redes viales como una herramienta de control. Además, la aplicación de SRL se basa principalmente en dos razones: cuando se tiene muchos registros de eventos ubicados a lo largo de una línea, como también cuando se requiere asociar atributos múltiples a porciones de elementos lineales, evitando segmentar dichos elementos cada vez que esos atributos cambien (Moya, L. 2016).

En Costa Rica, actualmente, no existe un solo lugar donde sea posible asociar y correlacionar la RVN contra otros elementos que se interrelacionan espacialmente como lo son el alcantarillado, oleoductos, fibra óptica, agua potable, cableado subterráneo en general, derecho de vía ni invasiones.

Tener esta información integrada a nivel nacional es de suma importancia, pues si tomamos las lecciones aprendidas en proyectos de obra vial sabemos que, por ejemplo, en proyectos como la ampliación de

la Ruta Nacional 32, hubo y ha habido afectación por la ubicación en precario de diferentes servicios públicos y/o oleoductos. Otros proyectos se paralizan completamente debido a la indefinición de la línea de centro de la RVN como eje fundamental de referencia en la definición de aspectos como el derecho de vía y área de trabajo efectiva.

## 4. ¿Qué beneficios tendría esto para el país?

Se identifican las siguientes ventajas:

- a) El acceso a la información de primera mano y oficial para la planificación de obra nueva.
- b) Definición de la longitud oficial de la RVN para todas las instituciones del país que lo requieran, como también su mapa vectorial.
- c) Se mejoraría la precisión en el mapeo de las características de la RVN.
- d) Se permitiría el uso y aplicación de datos procedentes de fuentes no oficiales como Waze y Google Maps.

Asimismo, datos de carácter masivo que están al alcance del país podrían ser integrados con relativa facilidad gracias al uso de SRL, los cuales a su vez podrían ser utilizados en estudios de toda índole (ejemplo en Figura 2), desde tiempos de recorrido hasta sitios de mayor recurrencia de accidentes, como también mediante el análisis espacial, identificar puntos “cuello de botella” que con modificaciones relativamente económicas permitirían un mejoramiento en el flujo vial. También permitiría utilizar la información base estandarizada (una única capa de RVN para todos los interesados en el país) como medio para establecer los puntos iniciales y finales de los mantenimientos.



**Figura 2. Ejemplo actual de la aplicación del SRL en el LanammeUCR, en negro las rutas en asfalto, en morado las rutas en concreto y en café las rutas en lastre actualizado hasta enero de 2021.**



En términos generales, casi cualquier dato que tenga como mínimo un rastro de su ubicación podría estacionarse y crearse en un repositorio de datos con toda la información existente para la RVN que existe en el país, desde datos de la RVN, puentes, taludes inestables, concesiones, seguridad vial, montos presupuestados para obra nueva y conservación, identificación de puntos donde se están desarrollando los proyectos y actualizar constantemente el avance, delimitación oficial del inicio y fin de las rutas nacionales, la longitud de las rutas puede ser calibrada y modificada contra equipos de medición en campo.

El SRL podría ser utilizado como fuente primaria de información para todas las entidades del gobierno de Costa Rica para sus diferentes tareas, pero también sería un insumo invaluable como parte de los estudios básicos para cualquier desarrollo público o privado que esté relacionado con la RVN y ayudaría a resolver, sin mayor cuestionamiento, cualquier disputa sobre la ubicación y características del tramo en el que se esté trabajando y surja alguna discrepancia en lo realizado.

## 5. El uso de los SIG y los SRL en pro de la transparencia y la accesibilidad

Cada institución en el país tiene diferentes objetivos; sin embargo, para el cumplimiento de los mismos, muchas veces se requiere de información base en común, como lo es el mapa de la RVN. Actualmente, el MOPT es la única institución que puede oficializar la capa de la red de caminos de Costa Rica. Es importante destacar que fue el LanammeUCR en 2002 en ser la primera institución en desarrollar el mapa vectorial de la RVN y ha realizado constantes actualizaciones.

A lo largo de todos estos años el MOPT, el CONAVI y el LanammeUCR han desarrollado diferentes capas de la RVN. Esto ocurrió por la dificultad de acceso expedito a una fuente común para consulta de los datos y sus respectivos metadatos. Actualmente, el MOPT cuenta con un visor de mapas (Figura 3) que permite observar la RVN. La Secretaría de Planificación Sectorial (SPS – MOPT) ha realizado una labor importante manteniendo actualizados los datos que dicha capa contiene, así como la Oficina de Informática del MOPT, al preparar el mapa y base de datos espacial para compartirlo en la web.



Figura 3. Mapa de la RVN oficial del MOPT y las rutas de travesía. Fuente: MOPT, 2020.

Actualmente, el LanammeUCR y la SPS – MOPT están trabajando en una nueva capa por línea de centro de toda la RVN utilizando como base las ortofotos del SNIT a escala 1:5000 2014 – 2017 y apoyándose en imágenes satelitales de acceso libre en los casos donde se detecta un cambio evidente en la geometría de la RVN.

El LanammeUCR cuenta con un geoportal en el cual se integra gran parte del trabajo de las unidades (Figura 4):

- De Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)
- De Auditoría Técnica (UAT)
- De Gestión Municipal (UGM)
- De Puentes (UP)



**Figura 4. Geoportal del LanammeUCR.**

Esta herramienta se está preparando para adoptar un SRL en corto plazo, tan pronto se presente el nuevo mapa de la RVN validado con el MOPT, cuya capa estará integrada en una geo base de datos y permitirá ser compartida mediante servicios WMS y WFS. Los visores de mapas observados en la Figura 4 serán presentados pronto. El LanammeUCR siempre ha abogado por la transparencia y por ende, en sus visores de mapas, se puede observar datos e información de suma importancia como por ejemplo la evaluación de la RVN desde el año 2010, los puentes del país sobre la RVN, entre otros.

El uso de los SIG y los SRL no debe limitarse sólo a la RVN y más bien se insta a todos los municipios del país a comenzar con la implementación de los mismos. Es importante que los municipios también compartan sus mapas de Red Vial Cantonal (RVC) junto a sus datos de cómo se asigna la inversión y mantenimiento de los mismos, tal y como se hace en la RVN gracias al LanammeUCR.

En el país, además de existir geoportales y visores de mapas web accesibles para todo el público, también existen otras herramientas de suma importancia que podrían ser integradas a un SRL, como por ejemplo el SAEP, el cual podría ser repensado de tal forma que todo el trabajo que se almacena en sus bases de datos sea más accesible; como también SIGEPRO, de tal manera que sea posible identificar con mayor facilidad donde están los contratos, los proyectos y los montos presupuestados para la ejecución de los mismos, vistos desde un mapa web.

## 6. ¿Cómo implementar un SRL y cuáles son algunas de sus características técnicas?

Como todo proyecto, un SRL debe implementarse para tener un inicio y un fin, de tal forma que una vez sea entregado sólo deba continuarse con las labores de mantenimiento que aseguren la calidad de los datos e información que en él se muestran.

Un SRL implementado desde un sistema de información geográfica modifica el modelo de datos vectoriales que ha dominado la aplicación de ciencia de la información geográfica desde el inicio de la disciplina (Curtin, K. Reaz, R. & Nicoara, G. 2007). Esto se debe a que, mediante el SRL, los vectores son capaces de heredar atributos y características a través de tablas de eventos y no requieren ser segmentados infinitamente según la variación de estos atributos, con lo cual la base de datos del mapa vectorial se mantiene sin mayor cambio. Esta capacidad es ampliamente reconocida como extraordinaria y útil para la estructura de datos útil para sistemas de transporte y otras redes.



Figura 5. Los cuatro pasos clave para la implementación del SRL. Fuente: FHWA. 2014. Modificado por: Vega, P. 2021.

Basándose en las buenas prácticas de la gestión de proyectos, siempre es necesario realizar un planeamiento basado en las necesidades de todos los interesados. En el caso de Costa Rica, actualmente, se podría afirmar que con el trabajo en conjunto de la SPS – MOPT y el LanammeUCR que se ha realizado hasta la fecha, el país se encuentra en una fase anterior a lo observado en la Figura 5 pues se está preparando apenas el mapa vectorial base con el que se podría implementar un SRL.

Cabe destacar que, si bien el país apenas está dando pequeños pasos hacia esta forma de gestión del inventario de los activos viales, ya cuenta con parte del camino recorrido, pues existe gran cantidad de datos que podrían ser integrados con relativa facilidad, los cuales son bien conocidos por todos los interesados que giran alrededor de la gestión de toda la RVN.

Una vez terminados los trabajos de preparación de la capa de red vial nacional por línea de centro con capacidades de SRL, lo siguiente sería comenzar a construir una propuesta inter institucional para la implementación, tomando en cuenta inicialmente los actores principales como MOPT, CONAVI, LanammeUCR, entre otros para definir las funciones que se le dará al SRL. Como ya se mencionó, la gran cantidad de información que podría manejarse está al alcance de la mano y con pocas modificaciones podría ser integrada en una Geo Base de Datos maestra que alimente el sistema.

Actualmente, el LanammeUCR es la institución a nivel nacional que ha trabajado con SRL aplicado a redes viales, que cuenta con la experiencia tanto a nivel de gestión de proyectos y SIG, suficiente para liderar un proyecto de interés nacional para desarrollar un SRL de la RVN. Sin embargo, liderar un proyecto de esta magnitud requeriría una inyección de fondos frescos para la institución, como también el planteamiento y replanteamiento de nuevas y viejas funciones de ley, servicios que podría brindar el LanammeUCR y sobre cómo debería ser el mantenimiento y actualización de los datos y su distribución oficial a entidades para la toma de decisión y al público general.

## 7. Características técnicas de un SRL

Desde el punto de vista técnico, un SRL está compuesto por una o varias capas; esto depende principalmente de los objetivos y propósitos deseados. Un plan para construir una nueva red de propósito único sería diferente de un plan que implicaba la consolidación de múltiples SRL existentes en un conjunto de datos empresarial multipropósito que puede impulsar una variedad de aplicaciones (FHWA, 2014).

Teniendo esto en cuenta, pensemos que tenemos una capa base de la RVN por línea de centro, la cual es la forma más sencilla y simplificada para gestionar una red de caminos. Cabe destacar que si se pudiera integrar toda la RVC del país a este sistema sería lo más adecuado.

Existen múltiples metodologías para la vectorización del mapa de red vial. Escoger cuál se utilizará depende de los fines y el planeamiento que se defina. En la Figura 6 se pueden observar, a manera de ejemplo de un tema que es bastante más amplio, dos formas básicas de representación: en naranja se muestra una forma algo más compleja a doble línea, la cual goza de tener mayor precisión, pero su gestión a nivel de SIG resulta más complicada y; en amarillo, la representación simplificada por línea de centro de menor precisión, pero con mayor facilidad para la gestión y el uso en general.

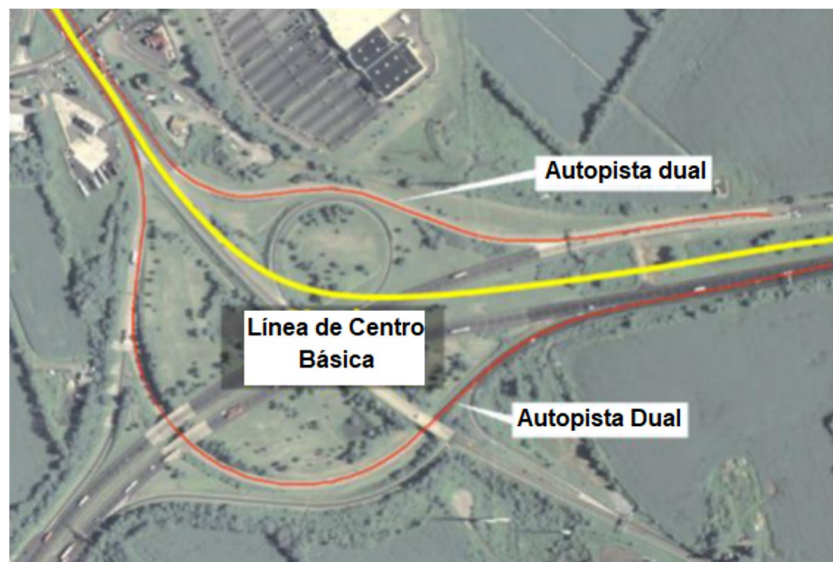


Figura 6. Ejemplo de representación vectorial de una red vial. Fuente: FHWA, 2014. Modificado por: Vega, P. 2021.

El trabajo en conjunto con SPS - MOPT y el LanammeUCR definió la línea de centro como punto de inicio, pues se desea mapear los anchos de vía actuales de todas las rutas nacionales. Esto vendría a representar el "derecho de vía" actual en el cual se podrían realizar actividades de mejora y mantenimiento sin necesidad de realizar expropiaciones, movimientos de servicios públicos, etc., de tal forma que ayude a hacer una gestión rápida, según sea necesario.



Según FHWA 2014, La línea de centro debe tener las siguientes características:

- Todos los caminos públicos y privados.
- La línea de centro representa tanto el carril de ida como de regreso.
- Actualizada y certificada anualmente.
- Como mínimo vectorizada sobre ortofotos a escala 1:5000.
- En un sistema de coordenadas mundial y oficial (WGS84 – CR SIRGAS – CRTM05).

Otras características necesarias son: la revisión de la topología, el control de precisión linear (no mayor a 0.0001 metros) y atributos básicos de las rutas (FHWA, 2014).

Atributos de la red vial que se interrelacionan directamente con el mapa vectorial de caminos por línea de centro se trabajan por medio de tablas de eventos. Algunos ejemplos de esto son (refiérase nuevamente a la Figura 1): anchos de vía, cantidad de caminos, estado, tipo de material superficial, etc. Estas tablas pueden representar datos puntuales como intersecciones, representadas únicamente por el estacionamiento (metraje) o lineares representadas por un metraje inicial y uno final (Figura 7).

material_superficial Events							
	OBJECTID *	km_ini	km_fin	seccion	ruta	tipo_2020	ancho_2020
▶	2	207354.55	219317.168	21025	4	lastre	7
	3	219317.168	228059.356	50300	4	lastre	6

Figura 7. Ejemplo de tabla de eventos.

La relación que se daría entre la tabla de eventos y el mapa vectorial estaría dispuesta en el caso de datos lineares por la Segmentación Dinámica, que básicamente segmenta las líneas de manera temporal y permite la creación de vistas a nivel de base de datos, las cuales pueden ser utilizadas para realizar otros análisis o ser mostradas en un visor de mapas web, junto con la superposición de otras capas que faciliten la comprensión de la dinámica existente, en un sitio de interés específico o a cualquier otra escala que sea necesaria para la toma de decisiones. En la Figura 7 es posible observar una captura de la tabla de eventos existente, con la que se realizó lo observado en la Figura 2.

## 8. Comentarios finales

En Costa Rica, apenas estamos dando el primer paso, creando las capas y las tablas de atributos a nivel institucional. Es necesario un trabajo en equipo, dentro y fuera del LanammeUCR. Esto ya está ocurriendo gracias al asesoramiento que la UGERVN ha dado a la SPS – MOPT en los últimos dos años.

El uso profesional de la tecnología y las buenas prácticas de gestión de proyectos han permitido a la UGERVN proponer proyectos de visión a largo plazo y de interés nacional. La importancia del uso de los SIG ha sido un ejemplo de esto, ya que desde el año 2002, la institución incursionó en esto creando la primera capa de la RVN para Costa Rica. Esta línea de innovación continua siendo la base y cada año se integran nuevas tecnologías al servicio del país.

El uso de los SRL basados en SIG permiten la integración de un sinnúmero de aplicaciones y equipos, desde Vehículos Aéreos No Tripulados hasta Apps de mapeo en campo. Datos provenientes de equipos de medición geotécnica, nubes de puntos masivas e información climática y medioambiental también permiten enriquecer el análisis, evaluación e investigación de lo que ocurre en la RVN.

Los esfuerzos de todas las instituciones y sus diferentes herramientas y datos siempre deben ser bien valorados por todos los costarricenses. Es cierto que muchos de estos son de difícil acceso y comprensión, otros no son accesibles del todo. Esto es algo que debe cambiar en el país en aras de la transparencia y la lucha contra la corrupción.

Hablando específicamente de los datos de la RVN, todo contrato, proyecto, monto, inversión, empresas contratadas, duración de los proyectos, estudios básicos, evaluaciones, auditorías, inspecciones, giras de campo, objetivos, servicios públicos que usan la RVN como eje de acceso, entre otros, deberían estar al alcance de toda la población, integrados y visualizados de forma sencilla, con visores y aplicaciones específicas para los tomadores de decisiones, tanto a nivel técnico como político.

Sin duda, el comienzo de un SRL sería el primer paso para una integración al nivel aquí propuesto, pues en la actualidad es necesario implantar una cultura de datos espaciales que esté debidamente documentada con sus metadatos, que cuente con un presupuesto y que su objeto y tareas estén muy bien definidos. Costa Rica presenta un retraso en este tema de cerca de 18 años en comparación a potencias como Estados Unidos, con la excepción de instituciones como el LanammeUCR o el ICE que luchan por mantenerse como punta de lanza a nivel nacional.

Hay que evitar realizar inversiones en herramientas tabulares y carentes de la posibilidad de realizar análisis espacial. Los seres humanos somos personas que funcionamos mejor cuando tenemos percepción visual de nuestro entorno y si esta capacidad puede ser apoyada por datos de origen estadístico, aún mejor. Además, la capacidad de compartir la información de los SIG con capacidades SRL permitiría llegar a una mayor cantidad de personas que, con sus diferentes puntos de vista, enriquecerían la concepción de nuevos proyectos, pero también funcionarían como un ojo viga de la inversión en la infraestructura pública.

Bajo el actual entorno y problemas de corrupción, incluso podría pensarse en tener un sistema que indique el avance de la obra, semana a semana, en el cual se contraste el trabajo realizado contra los montos pagados. Todo esto, más allá de ser una idea, podría convertirse en una realidad con el apoyo de interesados clave no sólo en las instituciones del país sino también desde el punto de vista político.

## 8. Referencias Bibliográficas

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). (1997). Linear Referencing System. 28/07/2021, de AASHTO Innovation Initiative Sitio web: <http://aii.transportation.org/Pages/LinearReferencingSystem.aspx>
- Brice, R. & Cohn, C. (2008). Linear Referencing System LRS. Pima County, Arizona, United States of America: ADOT.
- Curtin, K. Reaz, R. & Nicoara, G. (2007). A Comprehensive Process for Linear Referencing. Alabama, Estados Unidos: URISA Journal.
- ESRI. (2016). What is linear referencing? 29/07/2021, de Environmental Systems Research Institute, Inc. Sitio web: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/guide-books/linear-referencing/what-is-linear-referencing.htm>
- Federal Highway Administration (FHWA). (2014). All Road Network of Linear Referenced Data (ARNOLD) Reference Manual. Washington, DC. United States of America: U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). (2020). Mapa Red Vial Nacional. 29/07/2021, de Oficina de Informática - MOPT Sitio web: <https://www.mopt.go.cr/wps/portal/Home/informacionrelevante/planificacion/consultaRVN>
- Moya, L. (2016). El uso de Sistemas de Información Geográfica para la planificación y gestión de infraestructura. Revista Electrónica Tecnología MOPT, Vol. 23-24 (2015-2016), 1 - 14.



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

**PITRA**

Programa de  
**Infraestructura del Transporte**

*Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.*

*Coordinadora General - Programa de Infraestructura del Transporte*

#### **Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT)**

Ing. Javier Zamora Rojas, M.Sc.

*Coordinador USVT*

#### **Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT)**

Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc.

*Coordinadora UNAT*

#### **Unidad de Investigación en Infraestructura del Transporte (UIIT)**

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.

*Coordinadora UIIT*

#### **Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)**

Ing. Roy Barrantes Jiménez, M.Sc.

*Coordinador UGERVN*

#### **Unidad de Gestión Municipal (UGM)**

Ing. Erick Acosta Hernández

*Coordinador UGM*

#### **Comité Editorial 2021:**

- Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc., Coordinadora General PITRA.
- Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc. Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA.
- Rosa Isella Cordero Solano, Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA.

### **CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

**Diagramación:** Licda. Daniela Martínez Ortiz.

**Control de calidad:** Óscar Rodríguez Quintana.

*Implementación de un Sistema de Referenciación Lineal para Costa Rica y el entorno para su desarrollo*

**Palabras clave:** referenciación lineal, gestión, activos viales, sistemas de información geográfica, SIG, GIS, LRS, SRL.

(506) 2511-2500

✉ dirección.lanamme@ucr.ac.cr • 🌐 www.lanamme.ucr.ac.cr