

INFRAESTRUCTURA EMERGENTE: NUEVA COMPRENSIÓN DESDE LA ILUMINACIÓN URBANA

POR: ARMANDO GUTIÉRREZ CASTRO*

“Hay dos maneras de difundir la luz. Ser la lámpara que la emite, o el espejo que la refleja” Lin Yutang.

Hay momentos en los que la realidad avanza más rápido que el lenguaje. Durante un tiempo seguimos utilizando las mismas palabras y conceptos convencidos de que describen el mundo, hasta que descubrimos que aquello que nombrábamos ha comenzado a transformarse silenciosamente. Quizá eso esté ocurriendo hoy con nuestras ciudades, con el alumbrado público y, en un sentido más amplio, con la iluminación urbana.

Es como contemplar los cerros orientales de Bogotá envueltos en la niebla. Las montañas siempre han estado allí; lo que cambia es nuestra capacidad para verlas. Cuando la niebla se disipa no aparece una nueva montaña, sino una nueva comprensión. De la misma manera, las ciudades contemporáneas empiezan a revelar formas de organización que durante años permanecieron ocultas bajo categorías heredadas de otra época.

Evolución de las infraestructuras

La infraestructura es uno de esos conceptos cuya realidad está cambiando profundamente. Durante décadas la entendimos como el conjunto de obras físicas destinadas a prestar un servicio: una vía para transportar, una red para distribuir energía, una planta para producir o una luminaria para iluminar. Esa visión permitió construir el desarrollo urbano moderno y continúa siendo indispensable, pero ya no basta para explicar la complejidad de las ciudades.



Hoy las infraestructuras dejaron de funcionar como sistemas aislados. Intercambian información, comparten energía, responden a variables ambientales, se integran con plataformas digitales y generan capacidades que ninguna podría desarrollar por separado. Lo verdaderamente novedoso no es únicamente la incorporación de tecnología, sino la aparición de nuevas propiedades derivadas de la interacción entre múltiples sistemas.

La inteligencia de un organismo reside en la interacción de todos sus órganos; algo semejante comienza a suceder en las ciudades. Las capacidades urbanas más valiosas dependen cada vez menos de una infraestructura aislada y cada vez más de la calidad de las relaciones que establece con las demás.

Desde esta perspectiva propongo el concepto de infraestructura emergente: aquella cuya capacidad ya no se explica únicamente por sus componentes físicos, sino por las propiedades que surgen de su interacción dinámica con sistemas energéticos, digitales, ambientales, institucionales y sociales. No se trata simplemente de una nueva clasificación técnica, sino de una forma distinta de comprender la infraestructura y, con ella, la ciudad.

La iluminación urbana constituye uno de los mejores escenarios para observar esta transformación. Tradicionalmente fue concebida para garantizar visibilidad y seguridad durante la noche. Esa función continúa siendo esencial, pero las tecnologías actuales han ampliado extraordinariamente sus posibilidades.

Así, la iluminación deja de ser únicamente un sistema de alumbrado para convertirse en una plataforma de interacción urbana. Este fenómeno también se observa en las redes eléctricas inteligentes, las microrredes, la gestión del agua, la movilidad y las edificaciones inteligentes. Sin embargo, la iluminación ofrece un ejemplo especialmente visible de una transformación que probablemente alcanzará al conjunto de la infraestructura urbana.

La consecuencia más importante de este proceso no es tecnológica, sino cultural. Si las infraestructuras interactúan entre sí, también deben hacerlo quienes las diseñan, regulan, operan y utilizan.

El Ingeniero necesita dialogar con el urbanista; el abogado con el especialista en datos; el gestor energético con el ambientalista; las empresas con las universidades; los gobiernos con los ciudadanos. La inteligencia de la ciudad ya no puede residir exclusivamente en cada disciplina, porque las soluciones nacen precisamente de su capacidad para cooperar.

La infraestructura emergente representa una nueva etapa de esa evolución. Su principal contribución ya no consiste únicamente en transportar agua, energía o información, sino en articular inteligentemente esos flujos para generar capacidades antes inexistentes.



Ciudades, energía, infraestructura

Existe, además, una dimensión transversal que conecta todas estas transformaciones: la energía. La historia de las ciudades puede entenderse como la historia de su capacidad para captar, transformar, distribuir y utilizar energía de formas cada vez más eficientes. Ninguna infraestructura escapa a esa condición. La energía sostiene el funcionamiento urbano y alimenta las relaciones que mantienen viva la ciudad.

Pero la energía, por sí sola, no basta. La información permite comprender; la cooperación integra capacidades; y el propósito orienta todos esos recursos hacia el bienestar colectivo.

Cuando estos elementos convergen, la ciudad comienza a desarrollar una cualidad nueva: aprende. Una ciudad inteligente no es simplemente una ciudad con abundante tecnología, sino una ciudad capaz de observarse, comprenderse, adaptarse y evolucionar mediante la interacción de sus infraestructuras.

Quizá por ello el gran desafío del siglo XXI no consista en construir más infraestructura, sino en conectarla inteligentemente, gobernarla de manera colaborativa y orientarla hacia objetivos comunes.

Esta transformación también exige revisar la forma como medimos el desarrollo urbano. Durante décadas hemos privilegiado indicadores como kilómetros construidos, cobertura, capacidad instalada, número de luminarias o volumen de inversión.



La infraestructura emergente no reemplaza la infraestructura tradicional. La integra y la trasciende. Conserva el valor de las obras físicas, pero las incorpora a una visión más amplia en la que energía, información, cooperación e inteligencia colectiva se convierten en componentes inseparables del desarrollo territorial.

Tal vez dentro de algunos años hablar de infraestructura emergente resulte tan natural como hoy hablar de sostenibilidad, resiliencia o transición energética. Toda transformación profunda comienza como una intuición, encuentra luego un nombre y termina incorporándose al lenguaje con el que una sociedad interpreta su tiempo.

Quizá la verdadera luz que proyectan no sea solamente la que ilumina nuestras calles, sino la que nos permite comprender las relaciones que harán posible la ciudad del futuro.

Oportunidades para la Ingeniería colombiana

La transformación del alumbrado público representa uno de los procesos de modernización urbana más importantes que enfrenta Colombia. Impulsada por el nuevo Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la transición energética, la digitalización y el desarrollo de ciudades inteligentes, esta evolución trasciende el reemplazo de luminarias convencionales por tecnología LED.

Hoy el alumbrado público se perfila como una infraestructura emergente, capaz de integrar energía, información, conectividad y servicios urbanos, generando nuevas oportunidades para la ingeniería, la industria nacional, la innovación y el desarrollo territorial.

En este contexto, la Ingeniería colombiana está llamada a liderar una agenda estratégica que permita aprovechar el potencial de esta transformación.

1. Modernización tecnológica del alumbrado público. La migración hacia sistemas LED constituye uno de los mayores programas de renovación de infraestructura urbana del país. Aunque varias ciudades capitales han avanzado significativamente en este proceso, cientos de municipios aún operan con tecnologías convencionales, lo que representa una amplia oportunidad para la Ingeniería nacional.
2. Infraestructura inteligente para ciudades conectadas. La red de alumbrado público posee características únicas: cobertura territorial, suministro permanente de energía y presencia en el espacio público. Estas condiciones la convierten en una plataforma ideal para incorporar sensores, telecomunicaciones, Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial y sistemas de telegestión.
3. Gestión energética y transición energética. El alumbrado público evoluciona de consumidor pasivo de energía a un componente activo del sistema energético. La incorporación de generación fotovoltaica, almacenamiento, microneces, gestión inteligente de la demanda y comunidades energéticas abre un nuevo escenario para la ingeniería, donde convergen aspectos técnicos, regulatorios, ambientales y financieros.
4. Transformación digital de los operadores. La evolución tecnológica también exige modernizar la gestión de las entidades responsables del servicio. Empresas públicas, concesionarios y operadores deberán adoptar modelos basados en datos, automatización e inteligencia artificial para administrar infraestructuras cada vez más complejas.



5. Ciberseguridad e infraestructura crítica. La digitalización convierte al alumbrado público en una infraestructura crítica cuya operación depende de redes de comunicación, plataformas digitales y dispositivos inteligentes, lo cual exige incorporar criterios de ciberseguridad desde el diseño de los proyectos, garantizando la protección de los sistemas, la continuidad operativa y la gestión integral de los riesgos tecnológicos.

La formación de especialistas en seguridad digital, arquitectura de redes y protección de datos será un componente indispensable para la confiabilidad de estas infraestructuras.

6. Nuevos modelos de supervisión e interventoría. La infraestructura emergente también transforma la manera de ejercer la interventoría. Ya no será suficiente verificar especificaciones técnicas o cantidades de obra; será necesario evaluar desempeño energético, interoperabilidad, plataformas digitales, ciberseguridad, gestión de datos y cumplimiento regulatorio durante todo el ciclo de vida de los proyectos.

7. Formación de una nueva generación de Ingenieros. El mayor desafío será el talento humano. La infraestructura emergente demanda profesionales con visión interdisciplinaria, capaces de integrar conocimientos en ingeniería eléctrica, electrónica, telecomunicaciones, software, inteligencia artificial, ciberseguridad, regulación, sostenibilidad y estructuración financiera.

Para lograrlo será fundamental fortalecer la cooperación entre universidades, empresas, Estado y centros de investigación, promoviendo la innovación aplicada y el desarrollo de capacidades nacionales.

La Ingeniería colombiana tiene la responsabilidad de liderar esta transformación, promoviendo soluciones innovadoras, fortaleciendo la industria nacional y contribuyendo a la construcción de ciudades más inteligentes, resilientes y eficientes. Convertir el alumbrado público en una infraestructura emergente será, al mismo tiempo, una oportunidad para impulsar la transición energética y posicionar a la ingeniería como protagonista del desarrollo territorial del país. ▲▲

* Abogado; especialista en Derecho Público, Administrativo y Minero Energético; Director de Pravne Consulting Group; actualmente se desempeña como Director Ejecutivo de la Asociación Nacional de Ciudades Inteligentes e Iluminación (ANAP).