Tipo de documento: artículo investigación

Gestión de pérdidas del recurso hídrico, un caso de éxito en Tunja

Water resource loss management, a success story in Tunja

Johana Beltrán Barajas [a], William Ricardo Hernández Sanabria[b] , Andrea Rico Mendoza[c], Javier Alberto Martínez Quintero[d]

[a] Ingeniera Civil, Máster en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos. Gerente de Operaciones, Veolia Aguas de Tunja

[b]Ingeniero Sanitario y Ambiental. Esp. en Dirección y Gestión de Unidades de Negocio. Esp. en Gerencia de la pequeña y mediana empresa. Gerente general, Veolia Aguas de Tunja

[c] Comunicadora Social. Esp. en comunicación digital. Esp. en docencia universitaria. MsC en educación mediada por las TIC. Jefe del Área Social y de Comunicaciones, Veolia Aguas de Tunja

[d] Ingeniero Sanitario y Ambiental. Gerente de Proyectos Especiales, Veolia Aguas de Tunja

[a] johana.beltran@veolia.com

[b] william. hernandez@veolia.com

[c] andrea.rico@veolia.com

[c] javier.martinez@veolia.com

Resumen

En 1996, la ciudad de Tunja enfrentaba una crisis de gestión hídrica con pérdidas de agua potabilizada que alcanzaban el 62%, afectando a 23.000 usuarios en una población de aproximadamente 120.000 habitantes. La situación era crítica, especialmente en épocas de sequía, y requería una intervención inmediata para mejorar la eficiencia del sistema de distribución de agua. Este artículo detalla la implementación de una estrategia integral y disruptiva diseñada para reducir el agua no contabilizada en Tunja, que incluyó acciones técnicas, comerciales, de control urbano y de concientización, así como la adopción de tecnologías avanzadas. Los resultados mostraron una reducción significativa en las pérdidas de agua, pasando del 62% en 1996 al 20% en 2023. Esta gestión ha permitido contar con la disponibilidad del recurso para atender al triple de la población actual de la ciudad, mejorar la continuidad del servicio, fomentar el desarrollo sostenible y conservar recursos para las generaciones futuras. El estudio también destaca la importancia de la

participación de las partes interesadas, la estrategia de comunicación, la innovación tecnológica, la mitigación del cambio climático, y el impacto social. Finalmente, se discute el potencial de replicabilidad de esta solución en otras regiones con desafíos similares.

Palabras clave:

Índice de agua no contabilizada (IANC), desarrollo sostenible, gestión de la demanda, mitigación del cambio climático, innovación, continuidad.

Abstract

In 1996, the city of Tunja faced a water management crisis with losses of potable water reaching 62%, affecting 23,000 users in a population of approximately 120,000 inhabitants. The situation was critical, especially in times of drought, and would require immediate intervention to improve the efficiency of the water distribution system. This article details the implementation of a comprehensive and disruptive strategy designed to reduce non-revenue water in Tunja, which includes technical, commercial, urban control and awareness actions, as well as the adoption of advanced technologies. The results showed a significant reduction in water losses, going from 62% in 1996 to 20% in 2023. This management has allowed for the availability of resources to serve three times the city's current population, improve service continuity, promote sustainable development and conserve resources for future generations. The study also highlights the importance of stakeholder engagement, communication strategy, technological innovation, climate change mitigation and social impact. Finally, the potential for replicability of this solution in other regions with similar challenges is discussed.

Keywords:

Non-Revenue Water, sustainable development, demand management, climate change mitigation, innovation, continuity.

1. Introducción

El agua es un recurso vital y su uso cada vez es más limitado. En el mundo, la pérdida de agua asociada a los sistemas de abastecimiento de agua potable es un grave problema que impacta negativamente la economía, el medio ambiente y la sociedad. En Colombia, la gobernanza del agua involucra una serie de políticas enfocadas al cuidado y protección del

agua, pero no existen claramente definidas metodologías o estrategias para alcanzar niveles aceptables de agua no contabilizada.

En los últimos años, al concebir los sistemas de abastecimiento de agua, además de los conceptos de cobertura, calidad, continuidad, se ha dado énfasis a los problemas relacionados con el uso eficiente del agua puesto que, actualmente se gastan y utilizan de manera ineficiente grandes cantidades de la misma y, a menudo, la demanda está creciendo mucho más rápido de lo que la naturaleza puede abastecer (Fernández y du Mortier, 2005). En ese orden de ideas la gestión para la reducción del índice de agua no contabilizada (IANC) se convierte en un programa estratégico, para de esta forma optimizar la oferta de agua con la que se cuenta.

El agua no contabilizada es el volumen de pérdidas que resulta de la diferencia entre el agua potable distribuida y el agua facturada, en otras palabras, es el agua que se ha producido y se "pierde" antes de llegar al cliente. Las pérdidas pueden ser pérdidas reales o pérdidas aparentes. Los altos niveles de agua no contabilizada son perjudiciales para la viabilidad financiera de las empresas de servicios públicos de agua, así como para la calidad del agua misma (Earhardt & Rekas, n.d.).

Durante décadas Tunja, una ciudad universitaria colombiana, enfrentó problemas significativos con el suministro de agua debido a la limitación en el acceso a fuentes de agua y a la alta tasa de pérdidas en su sistema de distribución. En 1996, las pérdidas de agua alcanzaban el 62%, lo que resultaba en un servicio intermitente de solo 2 a 6 horas al día para 23.000 usuarios en una población de 120.000 habitantes. Este problema no solo impactaba negativamente en la calidad de vida de los ciudadanos, sino que también tenía repercusiones económicas, ambientales y sociales significativas.

Ante este desafío, se implementó una estrategia integral orientada a reducir el índice de agua no contabilizada y mejorar la eficiencia del sistema de distribución. La solución incluyó un enfoque innovador que abarcó acciones técnicas, comerciales, de control urbano y de concientización, así como la incorporación de nuevas tecnologías. El objetivo de esta investigación es presentar en detalle los métodos utilizados, los resultados obtenidos, y la relevancia de la participación de las partes interesadas, la comunicación efectiva, la innovación tecnológica, y el impacto social y ambiental del proyecto.

2. Metodología

La estrategia integral implementada en Tunja se desarrolló en varios pasos clave que abordaron de manera holística el problema del agua no contabilizada. A continuación se detallan las acciones más importantes:

1. **Inventario, sectorización y gestión de presiones:**
    - Catastro de redes y usuarios: Se realizó un inventario exhaustivo de la infraestructura de redes y usuarios, lo que permitió una comprensión clara del sistema existente, obtener los atributos de la infraestructura y del mercado (usuarios).
    - Sectorización de la red: La red se dividió en sectores o distritos hidráulicos para mejorar el control y gestión del agua.
    - Instalación de válvulas reguladoras de presión: Se instalaron válvulas para homogenizar las presiones en la red, reduciendo así el daño a la infraestructura y minimizando las fugas de agua.
2. **Detección y control de fugas:**
    - Sistemas de gestión de presiones: Se implementaron sistemas avanzados para controlar la presión del agua y detectar fugas de manera sistemática.
    - Programa de búsqueda de fugas: Se establecieron programas para la búsqueda y reparación proactiva de fugas, con el uso de equipos de última tecnología.
    - Renovación de redes obsoletas.
3. **Medición y monitoreo:**
    - Instalación de medidores: Se instalaron macro y micromedidores en puntos estratégicos de la red para obtener datos precisos sobre el consumo de agua, pero además, se ejecutaron procedimientos de verificación y calibración.
    - Tecnologías digitales: Se adoptaron tecnologías digitales para el monitoreo en tiempo real del sistema de potabilización y distribución de agua.
4. **Gestión comercial y control urbano:**
    - Mejora de procesos comerciales: Se optimizaron los procesos de facturación, cobro y control de conexiones ilegales.

- Control metrológico y renovación del parque de micromedición, ejecución del estudio de perfiles de consumo, la instalación de macromedidores a grandes consumidores.
- Acreditación por parte del Organismo Nacional de Acreditación (ONAC) al Laboratorio de Medidores, bajo la norma ISO 17025/2017
- Se implementó el manual para urbanizadores y constructores, siendo la herramienta de control desde los procesos de diseño y construcción de las obras, garantizando así el uso de materiales de calidad y de prácticas constructivas adecuadas.
- Coordinación con autoridades locales: Se trabajó en conjunto con las autoridades para regular el desarrollo urbano y asegurar el cumplimiento de normativas.

5. **Concientización y alianzas:**
    - Programas educativos: Se implementaron campañas de educación ambiental enfocadas a poblaciones estudiantiles y sensibilización para promover un uso responsable del agua entre los usuarios y, de igual manera, se establecieron alianzas con entidades públicas y privadas para apoyar el proyecto y fomentar la innovación continua.

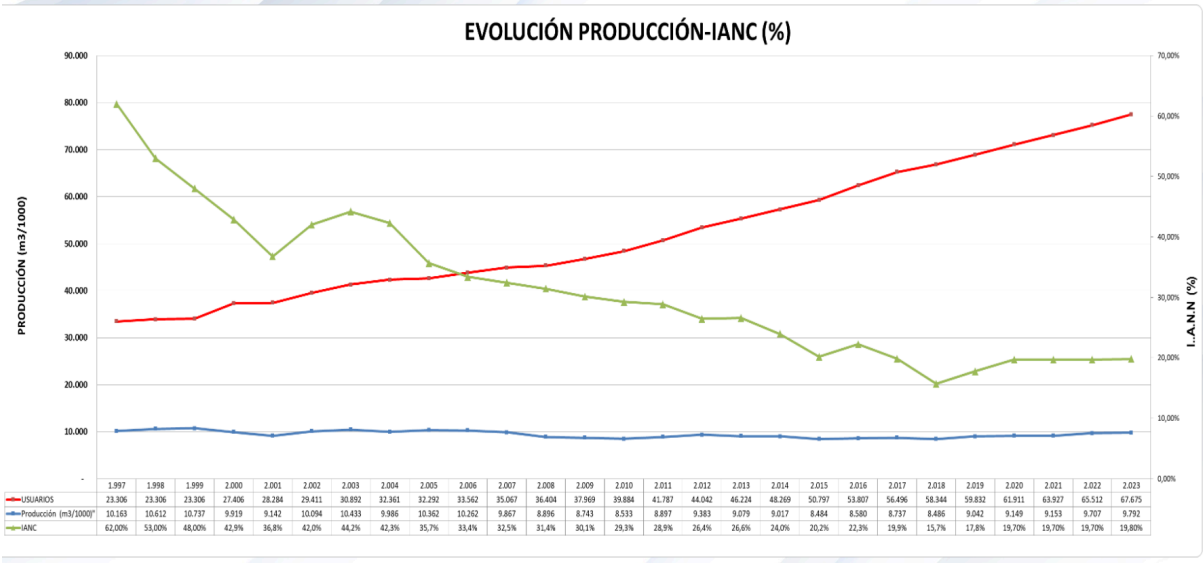
3. Resultados y discusión

La implementación de la estrategia ha tenido un impacto positivo y notable en la gestión del agua en Tunja.

Los principales resultados incluyen una considerable reducción de pérdidas del recurso hídrico, toda vez que el índice de agua no contabilizada (IANC) se redujo del 62% en 1996 al 20% en 2023, lo que representa una mejora significativa en la eficiencia del sistema. Adicional a esto, el número de suscriptores que se atienden actualmente se triplicó, pasando de 23.000 a 68.000 con una población beneficiada aumentó a casi 200.000 habitantes.

Junto con los resultados anteriores, la producción de agua potable para Tunja (Figura 1) ha gozado de un proceso de optimización, pues la cantidad de agua producida se ha mantenido constante (10 millones de m3/año) desde 1996 a 2023, incluso algunos años fue inferior conservando las mismas fuentes de abastecimiento.

Figura 1. Evolución producción - usuarios- IANC



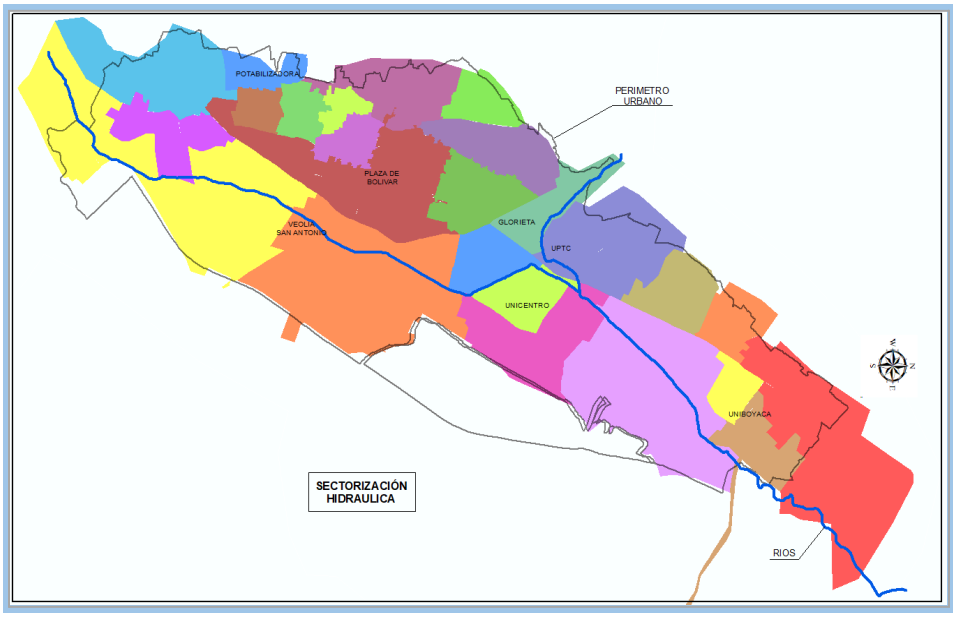
	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005	2.006	2.007	2.008	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023
USUARIOS	23.306	23.306	23.306	27.406	28.284	29.411	30.892	32.361	32.292	33.562	35.067	36.404	37.969	39.884	41.787	44.042	46.224	48.269	50.797	53.807	56.496	58.344	59.832	61.911	63.927	65.512	67.675
Producción (m3/1000)"	10.163	10.612	10.737	9.919	9.142	10.094	10.433	9.986	10.362	10.262	9.867	8.896	8.743	8.533	8.897	9.383	9.079	9.017	8.484	8.580	8.737	8.486	9.042	9.149	9.153	9.707	9.792
IANC	62,00%	53,00%	48,00%	42,9%	36,8%	42,0%	44,2%	42,3%	35,7%	33,4%	32,5%	31,4%	30,1%	29,3%	28,9%	26,4%	26,6%	24,0%	20,2%	22,3%	19,9%	15,7%	17,8%	19,70%	19,70%	19,70%	19,80%

Fuente: elaboración propia

Nota. Gráfica donde se observa la evolución de los indicadores agua producida (línea azul), usuarios del servicio (línea roja) y agua no contabilizada (línea verde), desde 1996 hasta 2023.

Ahora bien, gracias a las estrategias implementadas para la gestión del IANC se pudo fortalecer la sectorización hidráulica de la ciudad pasando de tener 3 a 26 sectores hidráulicos, lo que ha facilitado la gestión operativa y la intervención para reparación de redes, afectando menor cantidad de usuarios durante una suspensión del servicio (Figura 2).

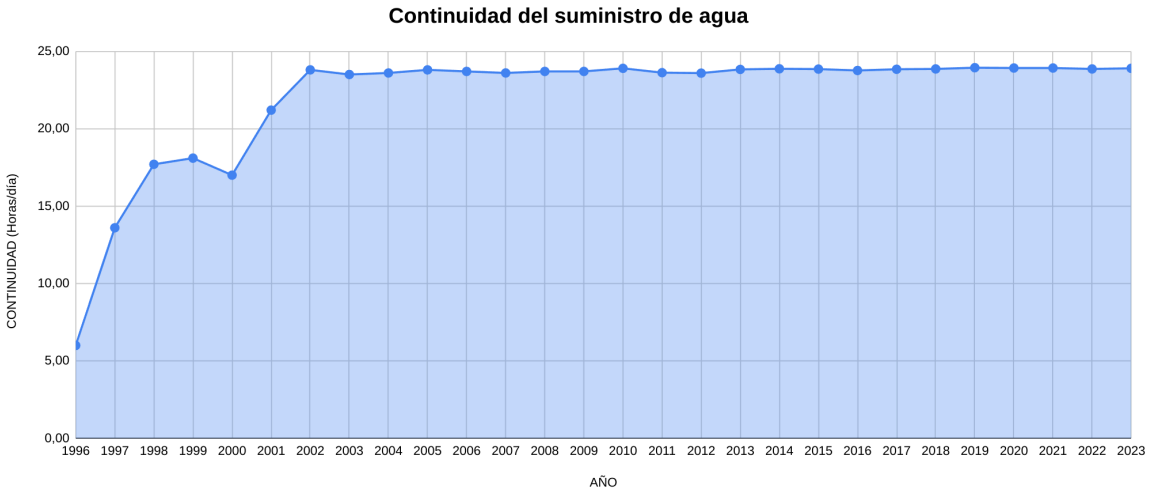
Figura 2. Sectorización de la ciudad de Tunja



Fuente: Elaboración propia.

A lo largo del tiempo, la prestación del servicio ha experimentado una mejora significativa en cuanto a su continuidad, lo que ha tenido un impacto considerable en la calidad de vida de los usuarios. En 1996, el servicio solo estaba disponible durante 6 horas al día, lo que limitaba el acceso y la confiabilidad para los usuarios. Sin embargo, a partir de 2001, la continuidad del servicio se extendió a 24 horas diarias (Figura 3), lo que no solo aumentó la disponibilidad del recurso, sino que también evidenció un avance importante en la infraestructura y la capacidad operativa del sistema, reflejando un compromiso hacia la mejora constante y la satisfacción de los usuarios.

Figura 3. Evolución continuidad del servicio



Fuente: elaboración propia

Nota. Gráfica donde se observa la evolución de la continuidad del servicio, desde 1996 hasta 2023.

De la mano con la continuidad del servicio, se implementaron procedimientos estándar para garantizar la calidad del agua en planta y en la red de distribución, indicador que es medido como el IRCA donde el rango de agua apta para consumo humano está entre 0 y máximo 5%, Tunja tiene un indicador de 0,01%.

La eficiente gestión en el índice de agua no contabilizada permitió atraer inversiones, generar empleo y mejorar la competitividad de la ciudad. Tunja se ubicó en el tercer lugar entre las ciudades más competitivas en 2023 (Índice de competitividad de ciudades, 2023). Junto con esto se consolidó a Tunja como la ciudad universitaria gracias al desarrollo que trajo el hecho de garantizar agua potable. Uno de los indicadores que permite confirmar esta teoría es que la capital boyacense pasó de tener 3 universidades en el año 1996 a 9 instituciones educativas superiores. Adicionalmente, la calidad de vida de los ciudadanos ha mejorado gracias a un acceso más fiable y seguro al agua potable.

En sintonía con lo anterior, la conservación del recurso hídrico ha sido otro resultado destacable de la gestión del IANC en Tunja: Desde 1996 a la fecha se ha contado con las mismas fuentes de abastecimiento, el embalse Teatinos (ubicado en el páramo de

Rabanal) y 11 pozos profundos, se ha logrado conservar el recurso, aplazando incluso inversiones en nuevas fuentes de abastecimiento y contribuyendo a la sostenibilidad a largo plazo (Figura 4).

En este sentido, es importante mencionar que, según las proyecciones, la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento para Tunja alcanzaría su punto de equilibrio frente a la demanda en el año 2009. Aunque inicialmente se había previsto la necesidad de construir una nueva fuente de abastecimiento en ese año, la ejecución de este proyecto se pospuso hasta el año 2024 gracias a la adecuada gestión encaminada a la sostenibilidad de los recursos hídricos. Tras 28 años de explotación de las fuentes existentes, se reconoce finalmente la necesidad de implementar una nueva infraestructura que garantice la sostenibilidad del suministro de agua para las futuras generaciones.

Figura 4. Fuentes de abastecimiento



Embalse Teatinos
Almacenamiento: 6.859.008.72 m3
Cota: 3232 msnm



11 Pozos Profundos

Nota. Registro fotográfico Embalse Teatinos y Pozo Profundo.

Fuente: Veolia Aguas de Tunja

En otro aspecto, la gestión de las pérdidas en la red ha traído consigo la acreditación del Laboratorio de Aguas y de Medidores bajo la Norma ISO 17025:2017, lo que garantiza su capacidad, confiabilidad, idoneidad e independencia para realizar análisis y mediciones con los más altos estándares de calidad.

Finalmente, el Comité de Agua No Contabilizada, conformado en el año 2003, está integrado por un equipo interdisciplinario de profesionales de las áreas operativa, técnica, comercial y financiera. Desde su creación, este comité ha trabajado con el firme compromiso de gestionar y desarrollar programas que permitan mantener el indicador de agua no contabilizada en un 20%, demostrando su eficacia y compromiso a lo largo del tiempo.

3.1. Discusión

La reducción drástica del agua no contabilizada en Tunja demuestra cómo una estrategia integral y bien planificada puede transformar la gestión hídrica en contextos desafiantes. La combinación de tecnologías avanzadas, un enfoque holístico, y la participación activa de las partes interesadas ha permitido abordar de manera efectiva el problema del agua no contabilizada.

En estos resultados, la participación activa de los usuarios, autoridades locales, Veolia Aguas de Tunja, urbanizadores y el medio ambiente ha sido crucial para el éxito del proyecto. Cada grupo ha desempeñado un papel importante en la implementación y mantenimiento de la estrategia, garantizando un enfoque colaborativo y coordinado.

Por otra parte, la comunicación efectiva ha sido esencial para el éxito del proyecto. La transparencia interna y externa, junto con campañas de sensibilización y programas educativos, han fortalecido el compromiso de los usuarios y mejorado la aceptación y sostenibilidad del proyecto.

La adopción de tecnologías avanzadas como ArcGIS, I2O Water e IDBox permite una digitalización de la operación para hacer una gestión más eficiente y precisa del sistema de abastecimiento y distribución. La inversión en capacitación y el desarrollo de nuevas tecnologías también han sido factores clave en la mejora de la eficiencia operativa.

En otro sentido, la reducción de pérdidas de agua y el uso más eficiente del recurso han contribuido a la disminución de la huella hídrica y las emisiones de gases de efecto invernadero, apoyando la mitigación del cambio climático y la conservación del entorno natural.

Este proyecto ha tenido un impacto social significativo al mejorar la calidad de vida de los habitantes de Tunja. Un suministro más confiable de agua potable ha mejorado aspectos esenciales como la salud y el bienestar, y ha impulsado el desarrollo económico de la ciudad.

Vale la pena destacar que la ejecución de más de 15 millones de dólares en inversiones y operación ha sido fundamental para la rehabilitación de estructuras, la renovación de redes, y la implementación de tecnologías avanzadas. Esta inversión ha garantizado el cumplimiento de las metas contractuales y ha contribuido al logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) N.º 6.

4. Conclusiones

La solución integral implementada en la ciudad por parte de Veolia Aguas de Tunja para reducir el agua no contabilizada, ha demostrado ser un modelo exitoso de gestión hídrica. La combinación de estrategias técnicas, comerciales, de control urbano y de concientización, junto con la adopción de tecnologías innovadoras, ha permitido reducir significativamente las pérdidas de agua, mejorar la eficiencia del sistema de distribución, y fomentar el desarrollo sostenible.

La participación activa de las partes interesadas, la comunicación efectiva, y la constante búsqueda de innovación tecnológica han sido elementos clave en el éxito del proyecto. Además, la gestión eficiente del agua ha tenido un impacto positivo en el medio ambiente y en la calidad de vida de los ciudadanos.

El alto potencial de replicabilidad de esta solución en otras regiones con desafíos similares sugiere que el modelo de Tunja puede servir como una guía para abordar problemas de agua no contabilizada en diferentes contextos, contribuyendo a una gestión más sostenible de los recursos hídricos a nivel global.

Referencias

- Earhardt, D., & Rekas, M. (n.d.). Non-revenue water. Wikipedia. Retrieved August 16, 2024, from https://en.wikipedia.org/wiki/Non-revenue_water
- Fernández Cirelli, A., & Du Mortier, C. (2005). Evaluación de la condición del agua. Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires.
- Índice de Competitividad de Ciudades. (2023). Consejo Privado de Competitividad. Retrieved August 16, 2024, from https://compite.com.co/indice-de-competitividad-de-ciudades/