

Esquema de una ciudad inteligente con orientación a la sostenibilidad desde una visión de municipio

Lugani, Carlos Fabián; Cambarieri, Mauro Germán

Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica
Laboratorio de Informática Aplicada
clugani@unrn.edu.ar; gcambarieri@unrn.edu.ar

Buerk@Springer.de

Resumen. Este trabajo inicia la descripción de factores y la determinación de un esquema de relaciones para definir características de Ciudad Inteligente para un municipio que desea desarrollar esta capacidad con la orientación de sostenibilidad en el ámbito de emisiones de carbono, uso de recursos, crecimiento urbano, tratamiento de residuos, sistemas de agua y saneamiento, vías de comunicación y transporte. En especial se desarrolla el esquema para municipios de ciudades pequeñas de 50.000 a 100.000 habitantes con características que les son propias. La implementación es progresiva y durante la misma se prevén ajustes necesarios de acuerdo a las situaciones particulares de los municipios. El trabajo se presenta asimismo, como un sistema informático que facilita los ingresos de información y que cuenta con la capacidad de compartir la misma por la comunidad. Se observan las interrelaciones entre los objetivos y procesos involucrados para obtener mejoras en la calidad de vida de los habitantes a través de un sistema de información propuesto como primer etapa el cual consiste en el monitoreo del nivel de eficiencia de la energía que es consumida y de los factores que reducen la emisión de carbono.

Palabras clave: ciudades inteligentes, sostenibilidad, sistema informático

1 Introducción

Este trabajo comienza con la descripción de varios factores que convergen para dar un esquema o modelo de relación que se convierte en un sistema informático que soportará a las variables y socializará las premisas que se siguen al tener como objetivos:

- los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, los cuales fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015. ¹
- la definición de Ciudades Inteligentes como parte del despliegue de País Digital, que promueve un modelo de ciudad sustentable que pueda servir a los municipios de la República Argentina, estos lineamientos han sido desarrollados por la Secretaría de Modernización dependiente de la Presidencia de la Nación. ²
- las características especiales de las ciudades pequeñas a medianas para establecer un parámetro entre 50.000 y 100.000 habitantes y teniendo en cuenta el concepto de

municipio con un radio determinado alrededor de esas ciudades y que debe incluir también a esos habitantes de la periferia en el concepto a desarrollar.

- la necesidad de los habitantes de habitar ciudades comprometidas con el medio ambiente, que exista responsabilidad social en las empresas que se encuentran radicadas y la mayor presión como ciudadanos en la participación de gobierno. En este sentido ya la Constitución Nacional establece que todos los habitantes gozan del derecho a un medio ambiente sano y tienen el deber de preservarlo. También se establece que las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales. Asimismo, se debe garantizar el acceso a la información y a la participación en el marco de la libertad de expresión y de asociación, además de observar mecanismos de acceso a la justicia.³

- los sistemas informáticos ayudan a soportar el procesamiento de información y a recibir datos de variadas fuentes, tanto sea automatizadas como de los propios ciudadanos, lo cual es primordial para el esquema que se sugiere en este trabajo, ya que así como el sistema toma datos, presenta información de los ciudadanos que es recopilada y puesta a disposición en forma abierta y libre para su visualización tanto de ciudadanos como de los gobiernos de acuerdo al Plan Nacional de Apertura de Datos.⁴

2 Principios del esquema y sistema informático

Antes de desarrollar los principios que se seguirán en el esquema propuesto en este trabajo, se formula una premisa que sirve como guía para el trabajo a desarrollar:

La sustentabilidad debe ser considerada en el desarrollo de una Ciudad Inteligente, para ello, es primordial establecer una línea de inicio o base, objetivos, planes y cursos de acción específicos, siempre midiendo los resultados.

Existen diferentes aspectos que hacen a una Ciudad Inteligente de acuerdo al concepto, y se puede decir que el objetivo de alcanzar el logro de Ciudad Inteligente no se alcanza únicamente a través del cumplimiento de una determinada cantidad de requerimientos, sino de transitar múltiples caminos que convergen en una situación que para esa ciudad se consideran adecuados habiendo alcanzado algunos objetivos o realizado acciones para alcanzarlos. Por lo tanto, puede decirse que se ha alcanzado un grado respecto de un objetivo, o un avance en referencia a un punto de partida. Esta situación inicial en la mayoría de las ciudades no es conocida y es en esta situación en la que se deberá trabajar como primer medida.⁵

En cualquier caso lo importante es plantear la posición de la ciudad inteligente respecto a factores que ha elegido para su desarrollo (y solo los que le interesan pudiendo ser menos que todos los existentes) y poder medir en un punto en el tiempo el grado de maduración para poder establecer cursos de acción que mejoren los indicadores que se desarrollen a través de acciones puntuales.

Se definen en este trabajo los objetivos propuestos relacionados con sustentabilidad tomando en cuenta los ODS.

2.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible

Existen 17 ODS¹, están integrados y se reconoce que la acción en un área afectará los resultados en otras áreas, así como que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad social, económica y ambiental. En particular se debe limitar el alcance de los ODS que serán tenidos en cuenta en el esquema propuesto debido a que no es posible tener en cuenta a todos los ODS definidos y es conveniente seleccionar aquellos que tienen que ver con el objeto de análisis en este trabajo que son los relacionados con el medio ambiente en el contexto de un municipio. Para los fines prácticos de este trabajo se seleccionaron en principio algunos ODS que se enumeran a continuación, si bien se plantea como línea de investigación en futuros trabajos, un ajuste de la cantidad de ODS a seleccionar sobre la base de un análisis exhaustivo de literatura relacionada. Se hace una primera selección entonces a los ODS cuyos beneficios con el medio ambiente son evidentes y relacionados con:

- Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento: relativo al acceso al agua potable, proporcionando instalaciones sanitarias y fomentando prácticas de higiene. Minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos. Aumentando el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y el reciclado y tecnologías de reutilización.
- Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles: mejorando la seguridad y la sostenibilidad de las ciudades se asegura el acceso a viviendas seguras y mejorando los asentamientos marginales. Se incluyen las inversiones en transporte público, la creación de áreas públicas verdes y la planificación y gestión urbana participativa e inclusiva.
- Objetivo 12: Producción y consumo responsables: reducir la huella ecológica mediante la mejora de los métodos de producción y consumo de bienes y recursos. Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización. Fomentar el turismo sostenible, la compra pública sostenible, promoviendo la cultura y los productos locales. Gestionar adecuadamente los productos químicos y de todos los desechos y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo.
- Objetivo 13: Acción por el clima: principalmente como reducción de emisiones de CO₂. Además de brindar educación, sensibilización y capacidad humana e institucional respecto al cambio climático.

2.2 Ciudades Inteligentes

Debido a la rápida y creciente urbanización, al crecimiento de las tecnologías de la información y la comunicación y la búsqueda en la sostenibilidad de los procesos; el Gobierno de la Nación ha establecido el Plan de Modernización del Estado y la Estrategia argentina de Ciudades Inteligentes. En donde se plantean los términos de Ciudades Inteligentes y en donde además de “inteligencia” se les pide a las ciudades la “sostenibilidad”.⁶ Los aspectos relacionados con el ambiente revierten los impactos negativos de la urbanización, mejoran la vida en las ciudades y hacen participar a los ciudadanos de las iniciativas.

Una buena planificación debe ser establecida a partir de “datos” obtenidos del entorno de la ciudad y por lo tanto los primeros esfuerzos deben ser orientados a la recolección de los mismos en el marco de los límites que se establecen en este trabajo.

2.3 Pequeñas y medianas ciudades

Las ciudades pequeñas e intermedias ofrecen atractivos y condiciones favorables para el desarrollo de la población. Se deben observar los datos de crecimiento y decrecimiento poblacional, en las ciudades pequeñas y medianas en general se demuestra un crecimiento constante de acuerdo a datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC ⁷). Asimismo en el informe: Población e inclusión social en la Argentina del Bicentenario ⁸, se enumeran como factores a tener en cuenta como: el crecimiento por provincia, el envejecimiento, la composición de la población por grupo de edad, la población nacida en el extranjero (no nativa), el crecimiento económico y la creación de puestos de trabajo.

Se establece que una vez definido el modelo, el mismo será implementado en un municipio para luego realizar la replicación en otros de similares características como ser: cortas distancias de transporte urbano y límites de la ciudad, similares características relacionadas con clima o inclemencias del clima, suelo, alrededores productivos o no productivos, riquezas naturales cercanas, turismo, factores similares de contaminación ambiental o actividades económicas similares. También el modelo se puede adaptar teniendo en cuenta economías regionales, existencia cercana de agricultura o ganadería, o geografías especiales como la de la Patagonia Argentina.

2.4 Cuidado del medio ambiente

Se presenta como primer guía la Ley general del ambiente (Ley 25.675 ⁹) la cual protege el ambiente garantizando su cuidado, la educación y participación de los ciudadanos y ciudadanas, controlando el impacto y el daño ambiental que puedan causar las personas. Mediante el conocimiento de indicadores del ambiente se pueden tomar decisiones para implementar procedimientos de gestión que tendrán implicancias y mejoras ambientales como ser obras municipales, actividades de los habitantes o la determinación o implementación de políticas, planes o programas que ayuden a mejorar los indicadores.

Se establecen los límites en el interés de este trabajo en los siguientes ítems relacionados con el medio ambiente:

- Agua
- Atmósfera
- Suelo
- Residuos
- Actividades productivas

Para lograr cualquier iniciativa en el medio ambiente es fundamental la participación de los ciudadanos. Al tener un sistema que puede ser accedido por los mismos, el sistema se puede utilizar con múltiples objetivos:

- publicación de información e indicadores del medio ambiente
- consultas públicas
- participación pública en actividades

2.5 Análisis de trabajos relacionados

Se ha realizado un análisis de literatura relacionada y se enumeran algunos tenidos en cuenta como referencia para el trabajo actual:

- Desarrollo sostenible de las ciudades inteligentes: una revisión sistemática de la literatura ¹⁰: se revisan 25 artículos en los que se trata el tema de la sustentabilidad y las Ciudades Inteligentes, haciendo comparativa entre ciudades específicas, incluyendo clima, polución, economía “verde”, indicadores, baja emisión de carbón (low carbon), urbanismo sustentable y reducción en el uso de energía en general o en ciudades inteligentes.

- Ciudades Inteligentes sustentables: un estudio de reconocimiento ¹¹: documento desarrollado por United Nations University, en donde se realiza un análisis cuantitativo del desarrollo de Ciudades Inteligentes en especial en cuanto a la Sustentabilidad, presentando un marco conceptual para Ciudades Inteligentes Sustentables. Siendo esta la principal fuente de conceptos y guía para el presente trabajo.

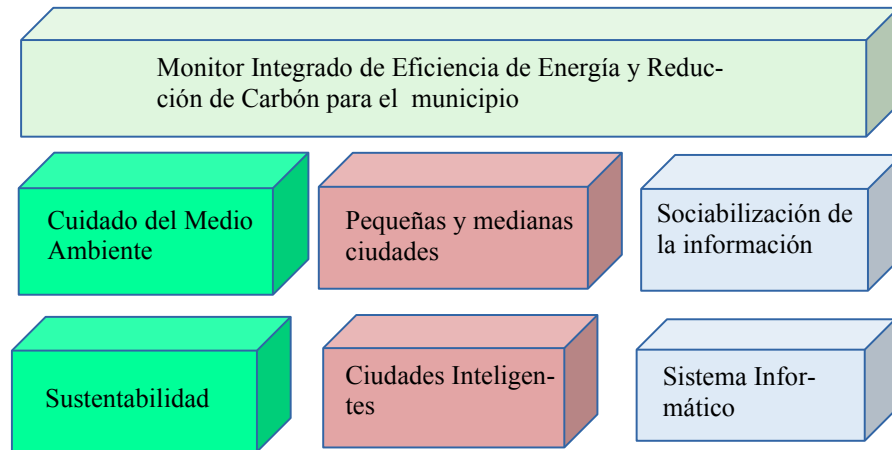
- Asimismo se revisaron textos como “Ciudades inteligentes y modelos de sostenibilidad” ¹² y “Ciudades inteligentes y sostenibles del futuro: una extensa revisión interdisciplinaria de la literatura” ¹³ en donde se pudo observar que existe bibliografía sobre el tema de referencia que se utilizará para mejorar la perspectiva de trabajos futuros.

2.5 Esquema de sistema informático propuesto

Se inicia la visualización de un esquema de factores que serán procesados por un sistema informático en el que convergen los datos e información descriptos e identificados, con atención a los límites al sistema y foco en los objetivos que se buscan, lo que compone la definición del sistema propuesto.

Se planifica la generación de un esquema que contenga sistemas interrelacionados y un sistema que se propone en este trabajo para comenzar con el tema de la sustentabilidad el cual consisten en un Monitor integrado de eficiencia de la energía que es consumida y de los factores que reducen la emisión de carbono.

La siguiente figura demuestra la interrelación de los componentes tenidos en cuenta:



De la propuesta del sistema mencionado surgen lo siguiente a tener en cuenta:

- Entradas de información: se espera que la mayor fuente de información provenga de fuentes independientes, si bien la mayor fuente de información se podrá conseguir dentro de los límites de la ciudad y alrededores, también puede encontrarse información relevante fuera de la misma como ser consumos de servicios o relacionadas con alguna situación que está ocurriendo en el territorio, como ser variaciones en la cantidad de automóviles vendidos o variaciones demográficas.

- Procesos relacionados con la ciudad en forma inherente que van desde su planificación, acciones sociales, políticas o económicas propias de la ciudades, lo cual es también una entrada de información pero de diferente característica que la anterior,

- Factores externos: como la estacionalidad, clima, turismo o programas de desarrollo de viviendas.

- Habitantes: en cuanto a su educación, conocimientos de las iniciativas de Ciudad Inteligente, acceso y disponibilidad de medios informáticos para acceder a los sistemas e interactuar con los mismos.

- Lo anterior se relaciona con las herramientas de obtención y socialización de la información y acciones de cuidado del medio ya que las entradas de información se deberán adecuar a los habitantes y/o ciudadanos,

- Proceso de generación de indicadores, análisis de interrelaciones y presentación de resultados. Es un proceso en si mismo, que los habitantes modifiquen conductas y realicen acciones en consecuencia de los indicadores de forma tal que en el tiempo los mismos mejoren. La comprensión y valoración de la información y su utilización por las instituciones, incluyendo su publicación y brindando la información con la premisa de datos abiertos. Este un proceso que requiere una planificación para implementarse a partir de la definición de los parámetros que se han presentado.

Un sistema informático integral hace posible recibir, procesar y presentar información específica, así como diseñar las relaciones y obtener indicadores necesarios para desarrollar una estrategia de cuidado del Medio Ambiente y administración de una Ciudad Inteligente. Se plantea en este trabajo un esquema en donde se desarrollará en una

primera etapa un primer sistema para luego desarrollar otros en forma gradual y posterior.

3 Próximos pasos

Habiendo establecido algunos lineamientos, se mencionan los próximos pasos a desarrollar y definir:

- Definir indicadores iniciales de estado de situación para comenzar el monitoreo relacionados con los consumos y la emisión de carbono.
- Establecer la forma de recolectar información de los habitantes y concientizar a los mismos para la interacción con el sistema.
- Generar la herramienta para recolectar datos automáticamente o en otras formas de ingreso.
- Diseñar e implementar el esquema de funcionamiento y el sistema informático que soporte la operatoria.
- Comenzar con el monitoreo de los indicadores para establecer cursos de acción para mejoras y discusión de soluciones entre el gobierno y los habitantes.

4 Conclusión

Con este trabajo se definen los aspectos mas importantes que son tenidos en cuenta para la definición de un sistema de información que administrará y controlará el nivel de sustentabilidad de un municipio que desea cumplir con premisas de Ciudad Inteligente, teniendo en cuenta el nivel de eficiencia de la energía que es consumida y de los factores que reducen la emisión de carbono. Con esta información se desarrollarán indicadores para intentar mejorar los mismos a niveles que los habitantes consideran adecuados o para poder establecer cursos de acción o proyectos.

Para el desarrollo de este primer esquema se tuvieron en cuenta las siguientes premisas:

- Oportunidad: se ha detectado que existen variados intentos de lograr capacidades de Ciudades Inteligentes en diferentes aspectos, la visión de este esquema es la del cuidado del Medio Ambiente, siendo la mayoría de las iniciativas relativas a objetivos relacionados con la tecnología, digitalización de servicios, acceso a Internet o a servicios.
- Solución: el esquema brinda las bases para desarrollar un primer sistema brindando una orientación específica como lo es el Monitoreo Integrado de Eficiencia de Energía y Reducción de Carbón para un municipio. Estableciendo sus alcances y límites del sistema. Además se considera la participación ciudadana en el proceso y socialización de los resultados e involucramiento.
- Innovación: el proceso definido como primer sistema bajo el concepto de **Ciudades Inteligentes** para un municipio que no tenga capacidades desarro-

lladas al respecto, es una oportunidad para comenzar a cumplir con los requerimientos necesarios y realizar acciones tendientes a la mejora del **Medio Ambiente** involucrando a los habitantes, los cuales serán quienes ingresarán una gran cantidad de información que utilizará el sistema. Por lo tanto la **Participación Ciudadana** y la utilización de los resultados es un avance significativo en lo que se denomina **Gobierno Abierto**.

- Beneficiarios y factibilidad de reproducción: este esquema es creado para diseminar su uso en municipios con el doble objetivo de (a) desarrollar capacidades de Ciudades Inteligentes y (b) mejorar el Medio Ambiente sobre la base de la concientización de los habitantes y las acciones que se desprendan de su uso. Se considera fácil la reproducción del modelo en otros municipios con características similares una vez definido el primer municipio y funcionando el sistema.

Referencias

1. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2023) Recuperado de: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals> [Consultado 25 Abril. 2023]
2. Servicios y País Digital (2023) Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/jefatura/innovacion-publica/servicios-y-pais-digital> [Consultado 25 Abril. 2023]
3. Constitución de la Nación Argentina (2023) Recuperado de: <https://www.casarsada.gob.ar/nuestro-pais/constitucion-nacional> [Consultado 25 Abril. 2023]
4. Decreto 117/2016 Ministerio de Modernización “Plan de Apertura de Datos” (2016) Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/257755/norma.htm> [Consultado 25 Abril. 2023]
5. Batty, M., Axhausen, K.W., Giannotti, F. al. Smart cities of the future. Eur. Phys. J. Spec. Top. 214, 481–518 (2012). Recuperado de: <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3> [Consultado 25 Abril. 2023]
6. Estrategia argentina de Ciudades Inteligentes. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/estrategia_argentina_de_ciudades_inteligentes.pdf [Consultado 25 Abril. 2023]
7. INDEC Recuperado de: <https://www.indec.gob.ar/> [Consultado 25 Abril. 2023]
8. Población e inclusión social en la Argentina del Bicentenario Indicadores demográficos y sociales. Recuperado de: https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/poblacion_inclusion_2015.pdf [Consultado 25 Abril. 2023]
9. Política Ambiental Nacional Ley 25.675 Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25675-79980/texto> [Consultado 25 Abril. 2023]
10. Sustainable development of smart cities: a systematic review of the literature Evelin Priscila Trindade, Marcus Phoebe Farias Hinnig, Eduardo Moreira da Costa, Jamile Sabatini Marques, Rogério Cid Bastos and Tan Yigitcanlar. Trindade et al. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity (2017) 3:11 - DOI 10.1186/s40852-017-0063-2
11. Smart sustainable cities: Reconnaissance study E Estevez, N Lopes, T Janowski - 2016 - collections.unu.edu [Consultado 25 Abril. 2023]
12. Smart cities and sustainability models por Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A.C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014) International Journal of Public Sector Management

13. Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review, Sustainable Cities and Society, Simon Elias Bibri, John Krogstie, Volume 31 (2017) Pages 183-212, ISSN 2210-6707