

## **Esquema de informatización para mejorar la sostenibilidad y la gestión de residuos en municipios pequeños y medianos**

**Resumen.** Se tienen en cuenta para el desarrollo de este esquema, los conceptos de: Ciudad Inteligente aplicados a un municipio o ciudad pequeña a mediana con características especiales de la Patagonia Argentina; y la sostenibilidad en lo que se refiere a gestión de residuos y reciclado, producción y consumo responsable. La tecnología, la informatización de procesos, la recolección de información y su presentación a la comunidad, incluyendo la concientización y educación para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Asimismo facilita la gestión de acciones que fomentan la participación e involucramiento de las personas en proyectos con objetivos específicos y comprobables. Se presentan los principales actores: residentes, que llevarán a cabo acciones puntuales y sobre los cuales se deben realizar acciones de enseñanza-aprendizaje; municipio, que instrumentará una plataforma de información para los ciudadanos en donde se publicarán tanto datos extraídos de la gestión de residuos como resultados de los proyectos en curso; industria, comercios e instituciones públicas y privadas, que contribuirán con la sostenibilidad a través de acciones de reciclado, utilización de energías renovables o sustitución de materiales.

Palabras clave: ciudades inteligentes, sostenibilidad, residuos

### **1 Introducción**

Se tiene en cuenta que el cambio climático es ineludible y las acciones que tiendan a mejorar la situación actual deben ser fomentadas por toda la sociedad, promoviendo la educación de los ciudadanos y las iniciativas para proteger el medio ambiente donde se establecen. Este trabajo comienza con la descripción de variables que se tienen en cuenta para el desarrollo de un modelo que dará lugar a un sistema de información con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como guía:

- Producción y consumos responsables (ODS 12<sup>1</sup>): se destacan las modalidades de consumo y producción responsables para reducir desperdicios, utilizar los recursos en forma más eficiente y minimizar el impacto ambiental, todo esto a través de la concientización y la información de las personas sobre los procesos que son llevados a cabo en sus comunidades.
- Acción por el clima (ODS 13): se orienta a tomar medidas para reducir el cambio climático y sus efectos a través de la disminución en la producción de los gases de efecto invernadero.

- Educación de Calidad (ODS 4): las personas deben ser educadas sobre la base de la concientización del consumo responsable, las prácticas de producción tanto de los bienes para la vida cotidiana, como de los alimentos, así como la utilización de los recursos naturales.
- Reducción de desigualdades (ODS 10): el consumo y producción responsables pueden ayudar a reducir las desigualdades económicas y sociales. Las prácticas comerciales se verán modificadas por los requerimientos de las personas en cuanto a información sobre procesos responsables de producción y destino final de los excedentes o productos desechados.
- Erradicación de la pobreza (ODS 1): la producción responsable junto con procesos de reducción y tratamiento de desechos pueden contribuir a la creación de empleos, la inclusión social y la reducción de la pobreza.
- Salud y bienestar (ODS 3): el proceso de producción de alimentos en forma cercana al centro de consumo, la mejora en el transporte de los mismos y un mejor el ciclo de vida de los residuos, pueden hacer que los alimentos sean más saludables, finalmente las acciones en conjunto también reducirán riesgos en la salud.

Al desarrollar soluciones que tienden a mejorar estos principios se afirma que la Sostenibilidad de las ciudades se verá beneficiada. Las acciones que se proponen en este trabajo deben analizarse dentro del concepto de Ciudades Inteligentes <sup>2</sup>. Una ciudad se considera inteligente cuando logra integrar capacidades en varios aspectos que están unidos por las tecnologías de información y las comunicaciones de forma tal que la calidad de vida de sus ciudadanos se ve beneficiada, se utilizan mejor sus recursos, se promueve el desarrollo sostenible y la gobernanza y se promueven la calidad de los servicios que gozan los ciudadanos. Pueden no cumplirse todos los aspectos mencionados pero la intención es que exista un plan de desarrollo para alcanzar metas establecidas.

En forma general para alcanzar la sostenibilidad algunas premisas de este trabajo son:

- Gestión de residuos: promoviendo actividades y procesos de reciclado, reducción de plásticos y envases, reciclado y reutilización de materiales y promoción de las economías circulares.
- Gestión del agua: el uso eficiente del agua y los sistemas de distribución, promoviendo el uso responsable en edificios, espacios públicos y hogares, protegiendo las fuentes de agua potable, su explotación, y los ecosistemas acuáticos que se encuentren alrededor de las ciudades.
- Espacios verdes y biodiversidad: conocer las capacidades actuales y potenciales de las áreas verdes y parques, así como los alrededores de la ciudad es importante para mejorar la calidad del aire y promover la salud de los habitantes, promoviendo la diversidad y la recuperación de especies nativas, creando corredores verdes e incrementando la cantidad de espacios verdes urbanos.
- Transporte sostenible: tanto el transporte público como privado debería ser sostenible, fomentando el uso de vehículos eléctricos, creando facilidades para la circulación de bicicletas y mejorando las capacidades del transporte público.

- Eficiencia energética: reducir el consumo de energía eléctrica en edificios y espacios públicos, privados y hogares, promoción de construcciones eficientes a través de menor utilización de energía y gastos de recursos para su mantenimiento.
- Planificación urbana sostenible: las ciudades se deben diseñar para que se promueva el uso del suelo urbano en forma inteligente, de forma tal que se permita la accesibilidad a los espacios verdes, a las áreas de trabajo y comercio, facilitando la conectividad y el transporte público, permitiendo el crecimiento planificado de la ciudad en el tiempo.

En este trabajo se desean desarrollar capacidades en las ciudades en lo que respecta a la gestión de residuos y gestión del agua. De acuerdo a un informe del Banco Mundial los desechos a nivel mundial crecerán un 70 por ciento para 2050 <sup>3</sup> lo cual es imposible de sostener con la forma de administrar los residuos actualmente en uso. Entendiendo que la Participación Ciudadana y la Educación serán dos factores fundamentales para el logro de las iniciativas planteadas.

## 2.1 Clasificación de Residuos

Se considera importante realizar una clasificación de los residuos a partir de su composición química y dar ejemplos para considerar diferentes prácticas o enfoques que se pueden dar de acuerdo a cada tipo:

- Residuos orgánicos: desechos biológicos que se descomponen rápidamente en un proceso natural de descomposición, siendo materia orgánica beneficiosa para el suelo, mejorando su fertilidad, estabilidad y capacidad para retener agua.
- No reciclables: dentro de los residuos orgánicos una gran variedad de elementos no se pueden reciclar a menos que se realicen procesos industriales que los transformen y otros no se deben reciclar. Se mencionan ejemplos como: restos de comida, cáscaras de frutas y verduras, sobras de alimentos no procesados, restos de comida cocida, cenizas, viruta de madera, restos vegetales como ramas y restos de jardinería y plantas.
- Residuos inorgánicos: son materiales que no tienen origen biológico o natural, sino que provienen de procesos industriales u otros procesos no biológicos. Muchos de estos residuos son reciclables.
- Reciclables: como papel, cartón, plásticos, envases de plástico, objetos de plástico, metales y vidrio.

Teniendo en cuenta esta clasificación se deben analizar acciones para encarar la recuperación de residuos que se puedan procesar e insertar en cadenas productivas como materias primas, materiales reciclados o nuevas formas de utilización o creación de materiales.

## 2 Análisis de trabajos relacionados

Se ha realizado un análisis de literatura relacionada y se mencionan algunos tenidos en cuenta como referencia para este trabajo debido a la cantidad de citas y/o biblio-

grafía que recolectan en forma de revisiones de otros trabajos y por presentar visiones innovadoras:

- The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper <sup>4</sup>. Revisa más de 220 trabajos sobre gestión de residuos en ciudades inteligentes. Se indica que son necesarias determinadas infraestructuras y el manejo de la tecnología, la información y las personas, en especial el rol particular de los ciudadanos, siendo una de las fuerza mas importantes. Se destaca el concepto de diferenciar: la caracterización de los residuos, la cuantificación y las prácticas de gestión.
- IoT-Enabled Smart Waste Management Systems for Smart Cities: A Systematic Review <sup>5</sup>. En este caso se revisaron 173 trabajos relacionados y se exponen conceptos como la administración inteligente de los residuos, el análisis de datos de sensores en depósitos de basura, la admistración de camiones recolectores y la optimización de rutas de recolección.
- A comprehensive analysis of e-waste legislation worldwide <sup>6</sup>. El artículo trata sobre el procesamiento de residuos electrónicos y realiza una comparativa de la legislación aplicable en diferentes países, presentando un nuevo concepto denominado Responsabilidad Extendida del Productor (Extended Producer Responsibility - EPR) proponiendo un modelo genérico de gestión de residuos electrónicos.
- Municipal solid waste management and landfilling technologies: a review <sup>7</sup>. Se realiza una comparativa de municipios de diferentes países (Estados Unidos, China e India) menciona que los residuos varían de acuerdo a los ingresos de los ciudadanos, mientras que los de ingresos bajos a medios generan principalmente desechos orgánicos, la población de ingresos altos produce más papel, metales y vidrios de desecho. En muchos municipios del mundo se opta por el depósito en vertederos para la eliminación de residuos sólidos, siendo la utilización de biorreactores en vertederos una nueva opción.
- Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues <sup>8</sup>. Se revisan en este trabajo artículos que mencionan la forma de tratar los residuos en diferentes países en vías de desarrollo y se concluye que los principales métodos en los países de bajos ingresos son los vertederos y la quema de residuos trayendo problemas de contaminación ambiental, implicancias sociales negativas como riesgos para la salud de las personas que recolectan residuos y la contaminación del aire, el agua y el suelo.
- Municipal Solid Waste Generation, Composition, and Management: The World Scenario <sup>9</sup>. Menciona que en los países desarrollados se generan entre 521 y 759 kilogramos de residuos por persona al año y entre 109 y 525 kilos en los países en desarrollo. En el mundo se producen más de 2 mil millones de toneladas por año, siendo la gestión de residuos sólidos municipales un factor clave para la protección del medio ambiente. Resumiendo que las principales acciones de tratamiento son el compostaje, el vertido en vertederos y la incineración.

### **3 Principios del esquema de informatización**

Se plantea el desarrollo de un esquema de gestión de información relativa a las siguientes aceleradores de sostenibilidad:

#### **2.1 Economía circular y reciclaje a través de la gestión de la información**

Para que se puedan conocer los actores de una economía circular deben conocerse las acciones, las necesidades de relación y los circuitos de los desechos o sobre existencias.

La gestión de la información sobre todas las acciones requiere una plataforma abierta que permita a los interesados observar en forma transparente el flujo de objetos o desechos que se desarrolla en esa economía circular e intervenir en su tratamiento. Las empresas, organismos, oficinas deberían involucrarse en un proceso que identifique los ingresos y egresos de materiales que se utilizan y que son descartados en sus operaciones diarias. Esta fase es necesaria para identificar y cuantificar los tipos de residuos u objetos que son utilizados en forma normal y su posterior utilización, transformación y descarte.

Posteriormente se debe analizar la utilización o reutilización de los mismos. En esta etapa tanto el municipio como las entidades que se denominen como reutilizadores se pondrán en contacto mediante la plataforma de información para continuar con el ciclo de vida de los materiales.

Aun para los materiales residuales se pueden encontrar formas de biodegradación o re aprovechamiento que estarán disponibles para que la comunidad disponga de las mismas.

#### **2.2 Reducción de residuos**

La reducción de residuos es entendida más que como una responsabilidad como un conjunto de acciones que se dan en las personas y empresas al obtener un conjunto de capacidades. El rol de la educación es primordial para la reducción de residuos y se relacionan con lo siguiente:

- Consumo responsable
- Concientización en clasificación de residuos
- Formas de separación de residuos y de su disposición de acuerdo a los formatos de disposición final que se encuentren en la ciudad
- Conocimiento de procesos de reciclado o reutilización

En este sentido se considera que la actividad más importante es la de educación, información de disponibilidad de facilidades, publicidad de actores en el proceso de reciclaje, definición de reglas municipales disponibles para los ciudadanos, intercomunicación de las personas para socializar sus soluciones. Para todas estas actividades se propone como principal y único punto de información el sistema propuesto ya que centralizará todas las acciones que tienden a mejorar la reducción de residuos además de poder cuantificar las acciones que se realicen ya que se encuentran registradas en el mismo sistema.

La correcta disposición de residuos y su tratamiento correcto facilita el reciclaje, la existencia de la economía circular, reduce costos y por lo tanto afecta la economía y mejora las emisiones de carbono.

### **2.3 Fomento para la creación de empresas de reciclaje o reutilización**

El municipio se puede ver afectado en forma económica beneficiosa a través de la creación de empresas cuyo objetivo sea el de reciclar y/o reutilizar los desechos encontrando nuevas formas de obtener rentabilidad y afectando otros indicadores como la creación de empleo, mejora en la recolección y transporte de residuos, el tratamiento y disposición de residuos, además de la reducción de suelo destinado a vertederos.

Se considera que las líneas de trabajo posibles para la creación de empresas se pueden relacionar con:

- Disminución en la recolección normal de residuos, pasando a una recolección de residuos más específicos en relación al reciclado o disposición posterior.
- Creación de nuevas formas de aprovechamiento de los residuos que brinden posterior venta de materias primas para diversas industrias como las plantaciones agrícolas (cascaras de frutos secos) o forestales (fertilizantes) o industrias (reciclado de metales, plásticos, vidrio o papel).
- Diseño de nuevos productos y mercados teniendo como materia prima desechos específicos. En este sentido los desechos tecnológicos y relacionados con la industria electrónica pueden dar lugar a un nuevo tipo de negocio.
- Reparación y reciclado de artefactos domésticos, automotores, relacionados con la construcción y desechos propios del municipio.

### **2.4 Cuidado del medio ambiente**

La reducción de desechos implicará una reducción y ahorro de superficies destinadas a la disposición final de desperdicios, conduciendo a un ahorro en la gestión de residuos del municipio.

Se deben establecer los indicadores al comienzo del proyecto para considerar los ahorros en que se incurran. Asimismo se deben relacionar los indicadores entre si, por ejemplo, en caso que la reducción de desechos impacte en forma positiva sobre la calidad del agua y suelo, y estos indicadores consecuentemente impacten en la calidad del aire. Estos análisis deben realizarse pero para esto se debe contar primero con un sistema que registre y ponga a disposición en forma abierta la información.

### **2.5 Desarrollo de sustentabilidad alimentaria**

La gestión de desperdicios junto con la gestión de consumo responsable puede relacionarse con iniciativas de sustentabilidad en la cadena de suministros alimentarios para la ciudad y sus alrededores. La producción de alimentos que son requeridos por los habitantes de la ciudad incluso en territorios no aptos para el cultivo se puede in-

cursoriar en nuevas técnicas como se afirma en el libro Cultivo en hidroponía <sup>10</sup> “Hoy la hidroponía se vislumbra como una solución a la creciente disminución de las zonas agrícolas, producto de la contaminación, la desertización, el cambio climático y el crecimiento desproporcionado de las ciudades.”

#### 4 Esquema de información propuesto

El esquema propuesto tiene en cuenta el desarrollo de un portal y un sistema de información para presentar datos e información relacionada con:

- Indicadores para el municipio, teniendo en cuenta cantidad de habitantes y personas que ingresan en forma temporal a la región, así como factores como turismo.
- Acciones de gestión desarrolladas, las normales de recolección y reciclado y las especiales como reciclado de residuos específicos.
- Iniciativas municipales, de la industria, y de los ciudadanos para
- Resultados esperados y obtenidos, en políticas, procesos e indicadores a desarrollar
- Indicadores de medio ambiente (la polución en el aire como un índice negativo y la forestación como un índice positivo relacionado con el indicador anterior).

Los indicadores finales son propios de la ciudad objetivo y sus características geográficas. La fuente de origen de los indicadores se visualiza como:

- Indicadores del Municipio
- Indicadores de dispositivos autónomos instalados en la región (dispositivos físicos que reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas IoT – Internet de las cosas o Internet of Things)
- Información de empresas y personas que ingresen en el portal con el objetivo de compartir situaciones, proyectos o iniciativas.

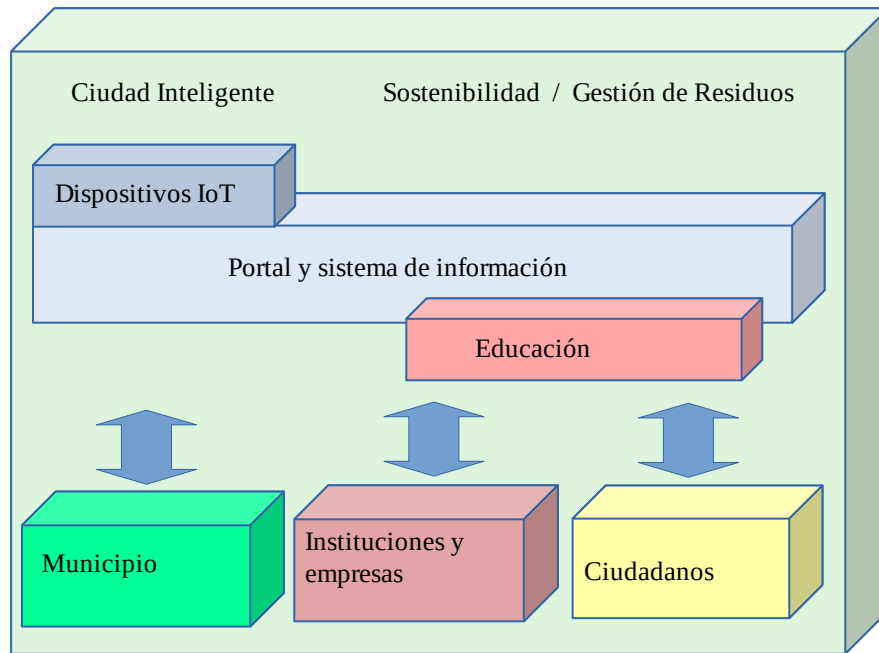
El esquema se completa con una funcionalidad educativa y de concientización. Se proponen los siguientes aspectos:

- Educación inicial con participación en proyectos establecidos
- Educación secundaria con involucramiento en la creación de nuevos proyectos
- Concientización de toda la población
- Apoyo a iniciativas del sector privado, comercial, cooperativas y particulares

El sistema propuesto concentra la información, sobre la base de un análisis previo interrelaciona los indicadores dando lugar a nuevos. De esta forma presentará un Monitor integrado con la característica de presentar también la cantidad de ciudadanos involucrados en proyectos, y las personas que hayan sido capacitadas en este sentido.

En el siguiente diagrama se demuestra la interrelación de los componentes tenidos en cuenta en el presente esquema:

Figura 1- Esquema de informatización para mejorar la sostenibilidad y la gestión de residuos



Teniendo en cuenta el :

- Entradas de información: se espera que la mayor fuente de información provenga de fuentes externas e 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 demográficas. Toda la información que sirve para generar indicadores debe ser controlada en su origen e identificada para que se pueda
- Existen procesos relacionados con la ciudad en forma inherente que van desde su planificación, acciones sociales, políticas o económicas propias de las ciudades, los cuales influyen en el comportamiento de los indicadores así como en las acciones que se planifican realizar con la comunidad,
- Otros factores externos: como la estacionalidad, clima, turismo o programas de desarrollo de viviendas también influyen en los resultados.
- 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. Este factor es primordial y se debe trabajar sobre valores, participación y capacidad de involucramiento así como la visibilización de las recompensas que tienen por los logros realizados.



- Sistemas orientados al ciudadano: se obtendrá información y se debe compartir y socializar la misma, así como las acciones de cuidado, proyectos o iniciativas, las cuales pueden ser entradas de información. Esto conformará una plataforma de información orientada a los ciudadanos sobre la que se trabajaran capacidades de Ciudad Inteligente.
- Proceso de generación de indicadores, análisis de interrelaciones y presentación de resultados. De esta funcionalidad del sistema depende que los habitantes modifiquen conductas y realicen acciones en consecuencia. La comprensión y valoración de la información y su utilización por las instituciones, incluyendo capacidades de datos abiertos, facilidad de difusión y publicación por otros medios.

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.

## 5 Próximos pasos

Habiendo establecido los objetivos para el esquema de informatización propuesto, se mencionan los próximos pasos para aplicar en un municipio específico:

- Definir indicadores de situación actual como cantidad de habitantes, cantidad de kilos de desechos por habitante por año registrado en lo posible en los últimos años o en caso de no existir esta información desarrollar la capacidad para obtenerla. Obtener información sobre todos los consumos incluyendo consumos energéticos.
- Instalar dispositivos IoT en la ciudad para obtener información sobre aire, agua y suelo relacionada con contaminación, calidad del aire y agua. Analizar la problemática de la ciudad para obtener datos relevantes que indiquen comportamientos sobre reciclado, cantidad y características de material que se recicla en forma anual.
- Recolectar información que los habitantes deseen incluir como lugares donde se depositan residuos sin control o con falta de recolección, o deficiencias en la recolección o reciclado.
- Programas de educación y concientizar desarrollados y cantidad de habitantes y grupo de los mismos.
- Diseñar e implementar el esquema de funcionamiento y el sistema informático que soporte la operatoria, inclusive las plataformas de interacción con los ciudadanos.

## 6 Conclusión

Se han establecido los lineamientos de un sistema de informatización detallando objetivos, acciones, indicadores, además de nombrar las tareas de educación asociadas.

Estas premisas deben ser aplicadas en un municipio controlando la ejecución de las tareas y analizando los resultados. Es importante poder contar con indicadores que demuestran el estado inicial en el comienzo de las acciones que se realicen para poder visualizar las mejoras y el esfuerzo realizado.

Se deben promover iniciativas en el ámbito municipal como privado impulsadas por los ciudadanos y que tiendan a mejorar los indicadores. La publicación de los indicadores demostrará transparencia en la gestión y hará visibles los problemas de la comunidad. Asimismo se podrán hacer pronósticos los cuales en caso de no tomar acciones serán un alerta a la comunidad y a la gestión del municipio.

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

- Oportunidad: para que los municipios puedan lograr integrar capacidades de Ciudades Inteligentes con la visión de cuidado del Medio Ambiente, siendo la mayoría de las iniciativas relativas a objetivos relacionados con la digitalización de servicios, acceso a Internet, este trabajo presenta una forma de realizar acciones alcanzables y que tengan impacto en los habitantes.
- Solución: este esquema de informatización demostrara a los ciudadanos indicadores reales del municipio, más allá de ser mejorables, serán una base para comenzar a implementar soluciones en los que los mismos ciudadanos se ven involucrados, ya que se comienza con la educación, concientización y visibilización del problema.
- Innovación: este trabajo hace posible que un municipio pequeño pueda desarrollar capacidades de **Ciudad Inteligente** y es una oportunidad para comenzar a realizar acciones tendientes a la mejora del **Medio Ambiente y el tratamiento de residuos** involucrando a los habitantes por lo tanto se realizan también acciones concretas de **Participación Ciudadana** y de **Gobierno Abierto**.
- Beneficiarios y factibilidad de reproducción: este trabajo es de utilidad para el municipio como para los habitantes del mismo al mejorar situaciones no beneficiosas para el Medio Ambiente, mejorar la economía de la región y concientizar y educar. Se considera un esquema de fácil reproducción para otros municipios. Existiendo un municipio que ha expresado su voluntad y en donde se implementará el primer prototipo.

## Referencias

1. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2024) <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>

2. Estrategia argentina de Ciudades Inteligentes. Recuperado de: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/estrategia\\_argentina\\_de\\_ciudades\\_inteligentes.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/estrategia_argentina_de_ciudades_inteligentes.pdf)
3. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
4. E Behzad, B Wang, K Lewis, F Duarte, C Ratti, S Behdad, The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper, *Waste Management*, Volume 81, 2018, Pages 177-195, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.047>.
5. I. Sosunova and J. Porras, "IoT-Enabled Smart Waste Management Systems for Smart Cities: A Systematic Review," in *IEEE Access*, vol. 10, pp. 73326-73363, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3188308.
6. Patil, R.A., Ramakrishna, S. A comprehensive analysis of e-waste legislation worldwide. *Environ Sci Pollut Res* 27, 14412–14431 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07992-1>
7. Nanda, S., Berruti, F. Municipal solid waste management and landfilling technologies: a review. *Environ Chem Lett* 19, 1433–1456 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01100-y>
8. Ferronato, Navarro, and Vincenzo Torretta. 2019. "Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues" *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16, no. 6: 1060. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>
9. Karak, T., Bhagat, R. M., & Bhattacharyya, P. (2012). Municipal Solid Waste Generation, Composition, and Management: The World Scenario. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42 (15), 1509–1630. <https://doi.org/10.1080/10643389.2011.569871>
10. Beltrano, J; Giménez, D. 2015 Cultivo en hidroponía Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP) <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46752>