

## **Infraestructura Verde como estrategia de planificación de sistemas urbanos resilientes. Revisión bibliográfica.**

*Micaela Lopez<sup>1</sup>; Silvia Roca<sup>1</sup>; Hernán A. Lopez<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Instituto Patagónico de Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales, (IPEHCS-CONICET-UNCo), Centro Científico Tecnológico Confluencia (CCC), Neuquén, Argentina.

<sup>2</sup> Taller de Investigación y Proyectos de Paisajes [TIPP], Universidad de Flores sede Comahue, Río Negro, Argentina.

Mail de contacto: mica\_cip@yahoo.com.ar

### **RESUMEN**

La infraestructura verde reconoce a los espacios verdes públicos y su provisión de servicios ecosistémicos como componentes claves de sistemas urbano-ecológicos resilientes ante el cambio climático. El objetivo general de esta revisión fue definir lineamientos de evaluación de sustentabilidad de espacios verdes públicos, a partir de una revisión bibliográfica acerca del estado del arte de la infraestructura verde en América Latina. Para tal fin, se realizó un relevamiento exploratorio de trabajos de divulgación científica en repositorios virtuales. Los artículos seleccionados se analizaron a través de lectura sistemática y herramientas de análisis estadístico de datos textuales. En base a ello, se identificaron lineamientos ecológicos, socio-económicos y políticos para la generación de espacios públicos verdes sustentables y resilientes frente al cambio climático.

**Palabras claves:** Infraestructura Verde, Resiliencia

### **ABSTRACT**

Green infrastructure recognizes public green spaces and their provision of ecosystem services as key components of urban-ecological systems resilient to climate change. The general objective of this research work was to define sustainability guidelines for public green spaces, based on a bibliographic review about the state of the art of green infrastructure in Latin America. For this purpose, an exploratory survey of scientific dissemination works in virtual repositories was carried out. The selected articles were analyzed through systematic reading and statistical analysis tools of textual data. Based on this, ecological, socio-economic and political guidelines were identified for the generation of sustainable and resilient green public spaces in the face of climate change.

**Keywords:** Green Infrastructure, Resilience

### **Introducción**

En un contexto de cambio climático y calentamiento global la infraestructura verde, como estrategia de planificación territorial reconoce a los espacios verdes públicos y su provisión de servicios ecosistémicos como componentes claves de sistemas urbano-ecológicos resilientes ante al cambio climático.

El objetivo de esta investigación es definir lineamientos de evaluación de sustentabilidad

de espacios verdes que permitan nutrir el desarrollo de una metodología de análisis y diagnóstico de espacios verdes públicos del área metropolitana de Neuquén, a partir de una revisión bibliográfica acerca del estado del arte la estrategia de planificación urbana "Infraestructura Verde" en América Latina.

### **Materiales y Métodos**

Diseño: Relevamiento de trabajos de divulgación científica en relación a infraestructura verde realizados en América

Latina (criterio de exclusión) disponibles en repositorios virtuales. El único criterio de inclusión fue abordar trabajos científicos que utilizaran el término "infraestructura verde y azul" como complementariedad al término "infraestructura verde".

Análisis de los datos: La revisión sistemática de los 22 artículos seleccionados se acompañó de técnicas de análisis estadístico de datos textuales (AEDT), mediante la utilización del software QDA Miner.

## Resultados y discusión

### Apartado conceptual

La Infraestructura verde (IV) se constituye como el conjunto de espacios verdes que conforman una red, cuya clave, y principal desafío, es la conectividad entre espacios (Froehlich, et al., 2008; García Arevalo y Sierra Bautista, 2018). Potencia la adaptación al cambio climático y conlleva a la sustentabilidad de las ciudades (Moreno Flores, 2013; Vásquez, 2016; Herrera Hurtado, 2019).

Con su carácter multifuncional, surge como una alternativa a la ineffectividad de la infraestructura gris (Lithgow et al., 2017), ya que sus componentes incorporan valores ambientales, socioeconómicos y políticos, con un enfoque a largo plazo. Ambas tipologías deben ser planificadas en forma paralela e integrada para así garantizar una ciudad funcional y sustentable (Froehlich, et al., 2008; Méndez Ávila, 2018).

Si bien su objetivo primordial es conservar y/o restaurar la biodiversidad (Manrique Monroy y González Aljach, 2018), conlleva beneficios ambientales, sociales y económicos, y representa una oportunidad de educación ambiental y aprendizaje social (Jara Herrera, 2017; Soto Ulloa, 2017).

Su diseño y planificación depende del contexto, requiere de un gran conocimiento local (Froehlich et al., 2008) y debe abordarse de manera holística por equipos multidisciplinarios (Mendez Ávila, 2018).

### Apartado metodológico

Dada la multifuncionalidad de las IV, los autores revisados atendieron a 9 ejes principales: dinámica hídrica (6 autores), conectividad (6), clima urbano (3), accesibilidad (3), adaptabilidad al cambio climático (3), arquitectura verde (2), biodiversidad (2), calidad ecosistémica (1), valoración ciudadana y recreación (1) y políticas de planificación (1). Dentro de cada eje los autores trabajaron distintos enfoques. Por una cuestión de espacio, en este apartado se indican con superíndices los artículos referenciados y se describen los enfoques de los ejes abordados por más de un autor. Eje dinámica hídrica: Enfoques: IV para la recuperación de la dinámica hidrosedimentaria natural<sup>7, 10</sup>; protección y mitigación a inundaciones<sup>10,21</sup>; permeabilidad del suelo<sup>8, 5, 22</sup>. Eje conectividad: corredores verdes<sup>20, 8, 16</sup>; redes de IV<sup>11</sup>; elementos núcleos, nodos y conectores<sup>4</sup> y barreras<sup>11, 1</sup>. Eje clima urbano: efecto enfriador<sup>21</sup>; análisis de variables ambientales y urbanas<sup>6</sup>; zonas termales<sup>9</sup>. Eje accesibilidad: distribución de espacios verdes y su proximidad a usuarios<sup>8</sup>; diseños de ciclovías<sup>21, 18</sup>; tiempo para accesibilidad<sup>18</sup>. Eje adaptabilidad al cambio climático: análisis espacial y formulación de medidas de adaptación<sup>11</sup>; evaluación de servicios ecosistémicos claves<sup>21</sup>; territorios en riesgo y resiliencia: proyectos de paisajes<sup>13</sup>. Eje arquitectura verde: revisión de normativa internacional, actores involucrados y arquitectura sustentable<sup>2</sup>; efectos positivos y negativos como elemento organizador de metrópolis<sup>15</sup>. Eje de biodiversidad: fotointerpretación e índices vegetales<sup>19</sup>; especies vegetales y consumo hídrico<sup>3</sup>.

A su vez, para cada enfoque particular, se identifican lineamientos de sustentabilidad de las IV. Es relevante, dada la metodología de construcción de indicadores de sustentabilidad, distinguir que la sustentabilidad general relaciona dos subsistemas: el del bienestar del ecosistema y el del bienestar humano.

**Tabla 1.** Lineamientos de sustentabilidad ecosistémico por eje y autor.

Eje	Lineamientos sustentabilidad. Bienestar ecosistémico
Dinámica hídrica	Geomorfología natural <sup>10</sup> , Vegetación nativa <sup>10, 17</sup> , Arquitectura sustentable <sup>10</sup> Gestión de residuos <sup>10, 17</sup> , Calidad de agua superficial <sup>17</sup> , Gestión de aguas pluviales <sup>5, 21</sup> , Factores de ocupación de suelo <sup>8</sup> , Superficie permeable del suelo <sup>8</sup> , Calidad del suelo <sup>5, 22</sup> , Elementos nodos <sup>5</sup> , Ejes conectores <sup>10</sup> , Efecto enfriador <sup>5</sup>
Conectividad	Distribución de espacios verdes <sup>8</sup> , Flora nativa <sup>16</sup> , Fauna nativa <sup>16, 20</sup> , Flora y fauna exótica <sup>16</sup> , Provisión de hábitat <sup>16</sup> , Cobertura vegetal <sup>20</sup> , Biodiversidad <sup>20</sup> , Ejes conectores <sup>8, 20, 1</sup> , Fragmentación <sup>11, 1</sup> , Elementos núcleos, nodos y ejes conectores <sup>4</sup>
Clima urbano	Efecto enfriador <sup>21, 6, 9</sup> , Geomorfología natural <sup>6</sup> , Biodiversidad <sup>6</sup> , Arquitectura sustentable <sup>6, 9</sup> , Factor ocupación del suelo <sup>6, 9, 18</sup> , Huella de sombra <sup>6</sup> , Grado de intervención del cauce <sup>9</sup> , Vegetación nativa <sup>18</sup> , Calidad de riberas <sup>18</sup> , Ejes conectores <sup>18</sup>
Adaptabilidad frente al cambio climático.	Flora y fauna nativa <sup>11</sup> , Biodiversidad <sup>11</sup> , Gestión de aguas pluviales <sup>21, 13</sup> , Efecto enfriador <sup>21</sup> , (Áreas de riesgo, Calidad de riberas) <sup>13</sup>
Arquitectura verde	Diseño arquitectónico sustentable <sup>2</sup> , Especies vegetales nativas <sup>15</sup>
Biodiversidad	(Flora nativa, Biodiversidad) <sup>19, 3</sup> , Fauna nativa <sup>19</sup> , Factor ocupación suelo <sup>3</sup>
Calidad ecosistémica	Calidad de áreas de recargas naturales, del aire, del suelo, de aguas superficiales y subterráneas. Efecto enfriador. Gestión de aguas pluviales.
Políticas de planificación	Características de vegetación. Calidad de áreas de recargas naturales e inundación. Superficie libre de edificación. Percepción social.

**Tabla 2.** Lineamientos de sustentabilidad social por eje y autor.

Eje	Lineamientos sustentabilidad. Bienestar social
Dinámica hídrica	Educación ambiental <sup>10, 17, 5, 20</sup> , Políticas públicas <sup>10</sup> , Indicadores económicos <sup>10</sup> , Recreación <sup>17, 16, 20</sup> , Seguridad <sup>17, 20</sup> , Áreas de importancia histórica y patrimonial <sup>17, 20</sup> , (Accesibilidad, Políticas públicas, Confort) <sup>20</sup>
Accesibilidad	Proximidad a usuarios <sup>8</sup> , Ciclovías <sup>18, 21</sup> , Tiempo de accesibilidad <sup>18</sup>
Arquitectura verde	(Políticas públicas, Actores involucrados) <sup>2</sup> , (Áreas culturales, Percepción social, Accesibilidad, Propiedad del suelo, Inclusión, Confort, Seguridad, Placer) <sup>15</sup> , Indicadores económicos <sup>3</sup>
Calidad ecosistémica	Áreas recreativas. Indicadores económicos.
Valoración ciudadana.	Actores sociales. Percepción social. Áreas recreativas.
Políticas de planificación	Políticas públicas. Indicadores económicos. Actores sociales involucrados.

## Conclusiones

En el presente trabajo se logró una aproximación al estado del arte teórico y metodológico de infraestructuras verdes en América Latina. Para la generación de una metodología de análisis y diagnóstico de la sustentabilidad de espacios verdes públicos del área metropolitana de Neuquén, se procederá a la construcción de un modelo de indicadores. Los lineamientos ecológicos, socio-económicos y políticos identificados en esta revisión bibliográfica representan los ejes

y dimensiones para el desarrollo de dicha matriz, que evalúa la sustentabilidad general de las IV, a partir de la sustentabilidad del bienestar ecosistémico y humano.

## Referencias

Alves d'Acampora, B. 2016. Los manglares como infraestructura verde: el caso de la región metropolitana de Florianópolis, costa Sur de Brasil. *VIII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Balneário Camboriú*. Barcelona.<sup>1</sup>

- Bentacur Quiceno, A. 2017. Hacia una propuesta de gestión ambiental urbana: alcances de la infraestructura verde, un nuevo paradigma. Colombia.<sup>2</sup>
- Cinnamon, D., Reyes, S., De la Barrera, F. 2015. La infraestructura verde como estrategia de adaptación al cambio climático. *Agua y saneamiento*.<sup>3</sup>
- Contreras, C., Granados, S., López, S. 2016. Frontera Sur de Santiago: detectando engranajes para una Infraestructura Verde entre lo urbano y lo natural. Barcelona, España: VIII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Balneário Camboriú.<sup>4</sup>
- Froehlich, J., Hurtado, P., Pearsoll, Seth. 2008. Infraestructura verde. Una visión estratégica de planificación basada en los recursos naturales para la creación de valor económico, social y ambiental. *Conway School of Landscape Design*. Cauquenes, Chile.<sup>5</sup>
- Herrera Hurtado, M. 2019. Morfología urbana y clima local: alternativas de diseño urbano a partir de infraestructura verde. Medellín, Colombia.<sup>6</sup>
- Jara Herrera, R. 2017. Oportunidades y desafíos para el desarrollo de sistemas de infraestructura verde, estudio de casos en Chile. Santiago de Chile, Chile.<sup>7</sup>
- Karis, C., Ferraro, R. 2017. Identificación de la infraestructura verde y azul en la ciudad de Mar del Plata. *I+A Investigación + Acción*, 187-206.<sup>8</sup>
- León Báez, Y. 2013. Parques ribereños como infraestructura urbana para enfrentar el cambio climático en las ciudades. Caso de estudio río Mapocho. Santiago de Chile, Chile.<sup>9</sup>
- Lithgow, D., Esteves, L., Martínez, M., Martell, R., Rivillas, G., Winckler, P., Silva, R. 2017. Las zonas costeras ante el cambio climático: la infraestructura verde como estrategia para disminuir la vulnerabilidad de la costa de Latinoamérica. Colombia.<sup>10</sup>
- Manrique Monroy, G., Aljach, G., Daniela. 2018. Formulación de medidas de adaptación para el departamento de Nariño frente a la variabilidad y cambio climático bajo el escenario (2011-2040) a partir de un análisis espacial implementando la metodología de infraestructura verde. Bogotá, Colombia.<sup>11</sup>
- Méndez Ávila, B. 2018. Valoración sociocultural de los componentes de infraestructura verde y servicios ecosistémicos en la zona costera de Algarrobo, entre 1950 y 2016. Santiago de Chile, Chile.<sup>12</sup>
- Moreno Flores, O. 2013. Paisajes Resilientes. Reflexiones en torno a la reconstrucción de territorios desde el manejo y diseño de infraestructuras verdes, en el marco de las estrategias de gestión de riesgo ante desastres. *Nadir: rev. electron. geogr. austral*, 1-9.<sup>13</sup>
- Moreno, O. I., Lilo, C., Gárate, V. 2014. La infraestructura verde como espacio de integración. Análisis de experiencias y estrategias sustentables para su consideración en la planificación, diseño y gestión del paisaje en la intercomuna Temuco - Padre las Casas, Chile. *XI Simposio de la Asociación Internacional de Planificación Urbana y Ambiente*. Temuco.<sup>14</sup>
- Quintero González, L., Quintero Gonzáles, J. 2019. Infraestructuras verdes vivas: características tipológicas, beneficios e implementación. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 12-23.<sup>15</sup>
- Riveros, A., Vásquez, A., Ludeña, B., & Vergara, J. 2015. Infraestructura verde urbana: tipos, funciones y oportunidades para el desarrollo de corredores verdes urbanos en Santiago de Chile. Santiago de Chile, Chile.<sup>16</sup>
- Santos Morsch, M., Mascaró, J., Pandolfo, A. 2017. Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como un dos princípios da infraestrutura verde. *Ambiente Construído*, 305-321.<sup>17</sup>
- Sierra Bautista, A., García Arévalo, E. 2018. Diseño y análisis espacial de una red de infraestructura verde para la localidad Rafael Uribe Uribe. Bogotá, Colombia.<sup>18</sup>
- Soto Ulloa, C. 2017. Evaluación de la biodiversidad en los componentes de infraestructura verde en la ciudad de Pichilemu, región del libertador general Bernardo O'higgins. Santiago de Chile, Chile.<sup>19</sup>
- Valdés, P., Foulkes, M. 2016. La infraestructura verde y su papel en el desarrollo regional. Aplicación a los ejes recreativos y culturales de resistencia y su área metropolitana. *Cuaderno Urbano. Espacio, Cultura, Sociedad - Vol. 20* -, 45-70.<sup>20</sup>
- Vásquez, A. 2016. Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 63-86.<sup>21</sup>
- Zimmerman, E., Brancalenti, L., Onocko, A. 2015. Infraestructura verde como alternativa sustentable para reducir el riesgo hídrico en áreas urbanizadas. *CUADERNOS del CURHAM*, 55-69.