

## SOSTENIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE JARDINES VERTICALES EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO DE IBEROAMÉRICA

Autor principal: Carmen Paola Balladares Zevallos

Universidad Esan, Perú

Coautores: Roberto Tello Yuen, Nelson León Salazar, Nohelia Palma Bendezú

Universidad Esan, Perú

Temática: Adaptación al cambio climático; Calidad ambiental y salud; Energía, eficiencia cambio climático; Renovación urbana

### Resumen:

La presente investigación tiene como principal objetivo proponer una vía para integrar la resiliencia en las grandes urbes de países en vías de desarrollo de Iberoamérica y de este modo dar respuesta a una de las primordiales causas de insalubridad pública y cambio climático: la contaminación atmosférica. Es por ello que se pretende demostrar la viabilidad ambiental, social y económica en la implementación de jardines verticales de musgo blanco (*Sphagnum moss*) en avenidas con altos índices de polución; así como, la integración entre entes públicos, privados y sociedad en la ejecución y post ejecución de estos. El campo de investigación del proyecto se sitúa en Lima, Perú, segunda mega metrópoli ubicada en un desierto, después de El Cairo, Egipto. La singularidad y complejidad de esta urbe radica en el estrés hídrico, crecimiento caótico, inseguridad ciudadana y la coexistencia entre el sector industrial y la sociedad. Teniendo en cuenta que éste es un escenario crítico y que los países en los que se enfoca esta investigación poseen factores de gran similitud en relación al tipo de gobierno, modelos económicos, problemática social y sistemas ecosistémicos se plantea la extrapolación de este proyecto para su implementación y adaptación.

La especie endémica que se propone utilizar se encuentra vulnerable por la ampliación de frontera agrícola y sobrepastoreo de su zona de origen. Es así que se propone impulsar la sinergia entre el aprovechamiento y conservación de musgo y el empoderamiento de la mujer en las zonas altoandinas, quien evidencia altos niveles de marginalidad y vive en un contexto de machismo, convirtiéndola en agente activo de la economía local, desarrollo familiar y social.

Finalmente, el proyecto de implementación de jardines verticales de musgo en la Lima se constituye sostenible ya que puede sustentarse económicamente con los tributos de la población, entes patrocinadores y con el arriendo de espacios publicitarios dentro de los propios paneles de musgo. Con ello se estimula a que la administración pública preserve de forma sostenida y dinámica los espacios verdes lo cual converge en impacto directo en la salud pública y la reducción de gases de efecto invernadero.

**Palabras clave:** de países en vías de desarrollo de Iberoamérica, contaminación atmosférica, jardines verticales, empoderamiento femenino, sostenibilidad.

### 1. Situación actual:

El contexto político y económico en el cual se desarrollan los países en vías de desarrollo en Iberoamérica juega un papel importante en la gestión pública ambiental que se ejerce sobre estos lugares. Como indica la Comisión Económica para América

Latina y El Caribe (2014), el gasto público que se destina para la protección ambiental y gestión de áreas verdes evidencia una ausencia sistémica en su elaboración; sin embargo, perceptivamente no se manifiesta progreso significativo en la administración de estos en ámbito urbano. En adición a ello, el informe de la Organización Mundial de la Salud estima óptima una media anual de 10 microgramos de material particulado menor a 2.5 ppm por metro cúbico de aire, mientras que se registra que más de la mitad de la población latinoamericana está expuesta a una media anual superior a 20 mg/m<sup>3</sup>. Del mismo modo, el incremento de migración interna en estos países, más conocido como urbanización, está siendo exponencial en las últimas décadas. Según la investigación realizada por el Banco Mundial en las próximas cuatro décadas, 9 de cada 10 latinoamericanos residirán en una ciudad. La suma de estos dos factores: aumento focalizado de densidad poblacional y la insalubridad pública causada con la contaminación atmosférica, serán los pilares a los cuales se tendrá que enfrentar la administración del Estado.

Entre los principales agentes que agudizan la polución en estos territorios figuran: parque automotor obsoleto y las ineficientes formas de transporte, incineración de residuos sólidos y combustible, la coexistencia de actividades industriales y sociedad y la ausencia de espacios verdes urbanos.

La contextualización y materialización de esta investigación se desarrolla en el statu quo del país situado en el puesto 87 de desarrollo humano: Perú, teniendo como capital a Lima. Específicamente en la Avenida Abancay, vía de más alto tránsito vehicular (ruta de 43 líneas de transporte público), núcleo de movilización del sector comercial y alta circulación peatonal. Esta urbe es la segunda más grande en el mundo construida sobre un desierto, lo cual recae en problemas de gestión hídrica y escasez de áreas verdes. El distrito de Cercado de Lima dentro del cual se ubica la avenida Abancay cuenta con 2,57 m<sup>2</sup>/habitante de área verde existente, lo cual representa un déficit con respecto a lo expuesto por la Organización Mundial de la Salud que recomienda al menos 9,02m<sup>2</sup>/habitante y la ONU, 16 m<sup>2</sup>/habitante para una calidad de aire óptimo y desarrollo humano. Por otro lado, solamente el 3,1% de la superficie distrital es área verde para una población de 281.816 habitantes sin contar que la vía es zona de alto tránsito vehicular, comercial y peatonal.

Según el INEI (2016), la ratio del departamento de Lima en relación a la población humana y vehicular es de 5.65 habitante/auto, resaltando que el transporte público opera con unidades obsoletas y en su mayoría sin filtros transformadores de CO<sub>2</sub>. Si bien, existe legislación que establece los límites máximos permisibles de emisiones atmosféricas para vehículos automotores desde el 2001 y se exige una revisión técnica anual por parte del Ministerio de Comunicaciones y Transportes, lamentablemente los ánimos de lucro y niveles de corrupción en el país hacen inviable la reforma y corrección de los automóviles de uso privado y los de uso público.

Pese a que en la Conferencia de Río de Janeiro ,1997, en la que fueron partícipes la gran mayoría de los países se determinaron tres objetivos principales: a) conservar la diversidad biológica, b) utilización sostenible de los componentes de las mismas, y c) participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, se llegó a notar cambios en la legislación y normativa de estos países en pro del medio ambiente no sucedió lo mismo en la praxis, ya que factores políticos y influenciaron en la toma de decisiones en materia ambiental por parte del Estado.

## 2. Objetivos y metodología:

El principal objetivo es demostrar la viabilidad ambiental, económica y social de la implementación, ejecución y post ejecución de jardines verticales de musgo en países en vías de desarrollo de Iberoamérica.

La metodología que se escogió tuvo como base lograr el cambio de comportamiento y participación de la ciudadanía en la ejecución y post ejecución de los paneles de musgo. Este proyecto al estar aún en etapa de propuesta y tener carácter de investigación, se remite a proponer la utilización de la metodología Mapeo de Alcances que busca lograr un cambio en la conducta de las personas iniciado determinado proyecto o programa. Puesto que la implementación per sé de los paneles se desarrollarán a través de una Alianza Público Privada entre la Municipalidad Metropolitana de Lima (ente público garante de velar por el bienestar y salud pública de la población) y las agencias de publicidad (generadoras de rentabilidad y sostenibilidad del proyecto) estas pactarán la técnica y dimensiones apropiadas para el sitio en el que se proyecta instaurar. Es así que con esta metodología se desea que los jardines verticales de musgo no sean parte del portafolio de proyectos fallidos del Estado y su respectiva degradación, sino lograr la sinergia de la ciudadanía haciendo un seguimiento a la percepción y cambio en la conducta de la población (beneficiarios) respecto a los paneles. Por otro lado, se elaboró cuadros comparativos para analizar la conveniencia y efectividad de implementar el proyecto en esta avenida tomando en cuenta factores económicos, principalmente.

## 3. Propuesta de solución:

Adaptar una forma alterna de árboles urbanos que absorban CO<sub>2</sub> en la avenida Abancay, avenida de alto tránsito y polución, que se adapte a su estructura, espacio y logren la sostenibilidad a largo plazo. Realizando un análisis multicriterio de los factores ambientales, sociales y económicos se determinó que la implementación de paneles verticales de musgo con un espacio para la presentación de publicidad resulta óptima, los cuales se ubicarían en medio de la calzada, contexto que hace factible en la avenida Abancay.

Ya que el *Sphagnum magellanicum* y su género resultan más eficaces y eficientes con el tiempo, espacio y recursos hídricos que disponen para cumplir la función de ser sumideros de dióxido de carbono. Se propone en específico esta especie por ser endémica de la sierra de Perú, Chile y Argentina y estar ampliamente distribuidos en Sudamérica y cuencas del Caribe, lo cual logrará un asequible suministro de esta materia prima. Además, esta especie en la sierra central de Perú se encuentra amenazada por la alta tasa de deforestación efecto de la ampliación de frontera agrícola de cultivos como la papa. Es por ello que con la implementación del proyecto se pretende fomentar la conservación y aprovechamiento de este, creando puestos de trabajo a las mujeres que radican en la zona, quienes evidencian altos niveles de marginalidad y se desarrolla en un contexto de machismo potencial, para que estas sean las encargadas de la cosecha y mantenimiento del musgo blanco. Con lo que se convierten en agentes activos en la economía familiar y social, lo que evidenciará un impacto directo en el desarrollo económico y familiar de la comunidad.

Por otra parte, el método de instalación que se adopta en la avenida Abancay se fundamentó en el número de cuadras que la componían, el ancho de la calzada y la

presencia de un moderado espacio de separación entre carriles de sentido contrarios. En esta avenida ya se encuentran árboles de la especie *ficus moraceae* distribuidos aproximadamente en 11 árboles cada cuadra, los cuales no tienen una altura mayor a 1.5 metros, sin mantenimiento y la poca área de sus hojas para la captación de CO<sub>2</sub> provocan que no sea efectiva la función de ser sumideros de carbono. Por este motivo se realiza un análisis comparativo de equivalencia entre la presencia de los árboles (11 árboles por cuadra) y el prototipo de paneles de 2.9 m x 2.2 m (2 paneles por cuadra, medidas que no creen impacto negativo de la zona ni obstaculicen la visión) en el apartado de la viabilidad ambiental. Del mismo modo se presentan los elementos de la viabilidad económica y social para reforzar los ejes que propone el desarrollo sostenible del proyecto. Dentro de cada panel, el espacio destinado para publicidad será de 2.9 m x 1.3 m, dando así un área de 3.52 m<sup>2</sup> por cada lado del muro. También tendrán una cinta lumínica de focos led encima del spot y debajo de este para que tenga mayor visibilidad.

#### 4. Viabilidad ambiental, económica y social:

El núcleo y finalidad del proyecto se enfoca en la demostración de la sostenibilidad del proyecto en los países en vías de desarrollo de Iberoamérica en estos tres ejes.

##### *-Viabilidad económica:*

La forma de gobierno bajo la cual se desarrollan los países de interés es de república democrática y el modelo económico al cual están adscritos es el propuesto por el Fondo Monetario Internacional que es el de neoliberalismo. El cual se inclina por una amplia liberalización de la economía otorgando un rol importante a las empresas y entes privados en la toma de decisiones. De esta manera la integración de empresas de publicidad dinamizará el rol del Estado en temas de gestión de áreas verdes para poder generar rentabilidad de este proyecto. El alquiler de los espacios publicitarios quedará estipulado en un contrato por parte de la Municipalidad o Ayuntamiento y la empresa privada. La empresa publicitaria se verá beneficiada ya que la actual forma de exhibir el spot genera alta contaminación visual y lumínica por la desorganización y pérdida de enfoque en estos (ocasiona fatiga y entorpecimiento visual). Por ello, la publicidad al integrarse con espacios verdes logrará captar rápidamente la atención; es decir, se está desarrollando mercadotecnia verde ya que contribuye a mejorar visualmente el entorno, reduce la sobrecargada exposición de comerciales en la vía pública y posicionamiento en la mente del consumidor como empresas comprometidas con el medio ambiente. Además, le genera más rentabilidad ya que se conseguirá mayor atención en la publicidad con menor espacio de exhibición (eficiencia y eficacia).

A continuación, se muestra un cuadro comparativo sobre el consumo energético que se tendría con la implementación de focos led para mejor visualización de la publicidad en comparación de los que normalmente se utilizan para publicidad. Son datos obtenidos por análisis del mercado peruano, este variará en función al país en el que se dese implementar; por este motivo no se muestran cifras monetarias detalladas.

<b>CONSUMO ENERGÉTICO</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Unidades totales</b>	<b>Consumo kW/h</b>	<b>Horas/días</b>	<b>Total, consumo kW/día</b>
Focos led	220	7	12	18 480
Focos normales	220	25	12	66 000
<b>TOTAL</b>				18 480

Cuadro 1: Consumo energético comparativo

Del mismo modo, se tiene un ahorro hídrico con los paneles, puesto que estos al tener una alta capacidad de retención de humedad y al ser Lima altamente húmeda en los meses de junio a noviembre logra suministrar suficiente agua para su funcionamiento. Así como al ser una especie autóctona necesita menores costos de mantenimiento para su adaptación.

<b>CONSUMO HÍDRICO</b>			
<b>COSTO CONSUMO DE AGUA</b>	<b>ÁRBOL (121)</b>	<b>PANEL (22)</b>	<b>UNIDAD</b>
Consumo mensual total	30,00	13,2	m <sup>3</sup> / año
Costo Total Mensual (tarifa=S/9 x m <sup>3</sup> )	S/ 270,00	-	S/. / mensual
Costo Total Anual	S/ 3.240	S/ 831,6	S/. / anual

Cuadro 2: Consumo hídrico comparativo

Finalmente, esta especie en particular tiene la característica de utilizarse en floricultura, por su alta captación de agua y generación de turba. Por esta característica es que se puede añadir flores ornamentales en los paneles para lograr una mayor estética en la estructura.

**-Viabilidad ambiental:**

La especie que se propone utilizar al ser endémica se distribuye de forma oriunda en las zonas y presupone una alta versatilidad al trasladarlos a otros ambientes (grandes urbes). Por ello es que esta no logrará competir o incitar a ampliar zonas para su cultivo y aprovechamiento, lo cual no generará impacto ambiental negativo, una huella hídrica baja y poca significativa erosión de los suelos. Del mismo modo, presenta una mayor área de captación de CO<sub>2</sub> (hojas más grandes) lo cual permite transformar en un menor tiempo este gas de efecto invernadero en O<sub>2</sub> necesario para purificación del aire. Con respecto al consumo de agua, se sabe que en los meses de invierno (junio a noviembre, principalmente) los niveles de humedad relativa son mayores a causa de las nieblas advectivas de invierno procedentes del Océano Pacífico por lo que le servirán de

suministro suficiente para su desarrollo, mientras que en los meses de diciembre a abril es la época de crecida del río Rímac, principal abastecedor de agua, lo cual facilitará el riego que se realice sobre este.

Por otro lado, los jardines verticales de musgo blanco son aisladores naturales de ruido lo cual logrará disminuir la alta contaminación sonora de esta avenida provocado por el tráfico, un beneficio colateral del proyecto. A continuación, se presenta el impacto ambiental que tiene el desarrollo de un panel de musgo frente a los árboles existentes. Es decir, una comparación entre el statu quo y el que se propone.

	<b>PANEL DE MUSGO</b> <i>(Sphagnum magellanicum)</i>	<b>ÁRBOL</b> <i>(Ficus-Moraceae)</i>
<b>Unidad de comparación</b>	6.4 m <sup>2</sup>	183 árb.
<b>Consumo de agua (m<sup>3</sup>/mes)</b>	0.3	13
<b>CO<sub>2</sub> absorbido(ton/año)</b>	614.4 (1 panel)	345.6 (183 árb)
<b>% de eliminación CO<sub>2</sub> (%/año)</b>	16% (por 22 paneles)	9% (121 árboles)

Cuadro 3. Efectividad de los paneles de musgo y árboles de la avenida Abancay

*-Viabilidad social:* Teniendo en cuenta que la tasa de criminalidad es alta y los paneles estarán ubicados en zonas de alto tránsito vehicular y peatonal. Se propone realizar campañas de educación ambiental y difusión de volantes informativos en las vías y centros de salud cercanos para que se forme conciencia de los beneficios de estos y con ello se logre su conservación.

## 5. Extrapolación de propuesta:

Analizado el escenario del área de investigación se proponen 4 factores influyentes en la implementación de los muros verticales de musgo en el resto de países en vías de desarrollo de Iberoamérica. Si bien el contexto de cada país es único y diferente, estos giran bajo factores comunes en distintos aspectos. Dado que los factores apremiantes que determinan la viabilidad de este tipo de proyectos son el político y social, se enfatizará en ellos y el factor ambiental; es decir, la especie propuesta, es el que podrá variar en función al tipo de ecosistema que predomine. A pesar de que Chile y Argentina, no están catalogados como países en vías de desarrollo, se considera oportuna y más viable la implementación de estos. A continuación, se exponen estos factores en función a la revisión de literatura realizada:

*-Formas de gobierno:*

Este primer factor representa un marco importante, ya que de este depende la interrelación y desarrollo de las demás variables. La forma de gobierno predominante en

estos países es de República Democrática a excepción de Cuba que es socialista, lo cual garantiza la participación ciudadana en cuestiones de Estado y creación de leyes. Es decir, que a través de distintos medios públicos la población puede manifestar sus carencias y el Estado está en la obligación de responder a estas, teóricamente. Si bien no se ejerce totalmente en la praxis, esta forma de gobierno al incorporar 3 poderes que coligen y gobiernan sobre la nación hace más efectivo el desarrollo de un Estado de derecho el cual incorpora procedimientos regulados por la Ley y enfocados en el respeto a los derechos por el derecho a gozar de ambiente sano y equilibrado para el ciudadano.

Se detalla el contexto político del resto de países. Colombia (autonomía a sus entidades territoriales), Chile, Brasil(federal), Argentina(federal), Bolivia (multiétnica y pluricultural), Costa Rica(popular), Ecuador, El salvador (pluralista), Guatemala, Honduras (República libre), México(federal), Nicaragua(pluralista), Panamá, Uruguay, Venezuela (en la actualidad está bajo régimen autoritarista). Sin embargo, Cuba socialista, democrática

#### *-Modelos económicos:*

Pese a que estos países tienen una libre decisión sobre el modelo económico a seguir, suelen en su mayoría ceñirse de manera cuasi total al modelo impuesto por el Fondo Monetario Internacional que promueve un neoliberalismo pro empresa y pro banca. Tomando en cuenta principalmente al Producto Bruto Interno (PIB o PBI) como indicador económico de crecimiento del país, el cual limita a reflejar el desarrollo per sé de la población y de su calidad de vida. Por consiguiente, se tiene mayor inclinación por parte de Estado a otorgar licencias o aprobar proyectos de inversión lo cual agudiza la problemática de gestión de áreas verdes. Pero si se logra integrar al ente privado, como se presenta en este proyecto, se podrá asegurar un mejor manejo y control de los espacios verdes ya que son los que generan rentabilidad y utilidad tanto a la empresa privada como al ente público.

#### *-Problemática social:*

Este factor tiene variantes en estos territorios, pero según el Banco Mundial en las siguientes cuatro décadas, 9 de cada 10 latinoamericanos vivirán en una ciudad. Lo cual generará un aumento poblacional focalizado, una rígida distribución de recursos y mayor planificación física y territorial de las grandes urbes de estos países.

#### *-Sistemas ecosistémicos:*

Finalmente, el grueso de estos países se encuentra en la zona tropical (excepto parte de Argentina y Chile, y en su totalidad Uruguay) lo cual hace que tenga climas óptimos: es decir, su oscilación térmica es pequeña lo cual no lo lleva a sufrir sequías, lluvias o heladas extremas. Del mismo modo, la presencia de la Cordillera de los Andes que hace posible la variabilidad climática y otros factores que inciden en la existencia de gran biodiversidad. Estos factores hacen que el desarrollo del género Sphagnum en estos territorios sea fácil y no se fuerce a cambiar el medio para su adaptación.

La similitud en relación al tipo de gobierno, modelos económicos, problemática social y sistemas ecosistémicos se plantea la extrapolación de este proyecto para su implementación y adaptación.

## 6. Resultados:

- La implementación de paneles de musgo blanco, *Sphagnum magellanicum*, en países en vías de desarrollo de Iberoamérica contribuye a la creación de resiliencia urbana y a la mejora en la gestión de áreas verdes para mitigar problemas de insalubridad pública y cambio climático. Con ello, se logrará reducir la brecha entre el statu quo de los contaminantes concentrados en la atmósfera de estas urbes y los estándares recomendados por la Organización Mundial de la Salud como óptimos para poder desarrollarse en un ambiente sano y equilibrado.
- La integración de empresas privadas en la implementación de los paneles hace efectiva la sostenibilidad del proyecto, así como su propagación y desarrollo en un horizonte temporal prolongado.
- Es posible la extrapolación del proyecto a ámbitos internacionales que compartan factores similares.