

**María Perona Alonso** \*

*Fecha de superación del Tribunal Fin de Máster: 24.07.2017*

*Tutor: José Fariña Tojo*

## Resumen

*Esta investigación parte de la necesidad de poner el foco en los servicios que los ecosistemas pueden llegar a ofrecer en las áreas urbanas tomando en este caso, a los ríos como elemento clave en la planificación urbana. Desde este enfoque, se propone un análisis general de la relación entre el río, la ciudad y los ciudadanos, a través de las estrategias y técnicas de gestión de los entornos fluviales urbanos, los servicios ecosistémicos y el bienestar humano. Asimilando de este modo conceptos propios de la ecología y el urbanismo, y traduciéndolos a un lenguaje común y simplificado. Los resultados obtenidos muestran que la integración es la hoja de ruta a seguir en el camino hacia la ciudad habitable.*

## Palabras clave

*Servicios ecosistémicos, ecosistema urbano, río urbano, estrategia hidráulica, estrategia ambiental, bienestar humano*

## Abstract

*This part of the investigation of the need to focus on the services that ecosystems can reach urban areas, taking in this case urban rivers as an important element in urban planning. From this approach, a general analysis of the relationship between the river, the city and the citizens is proposed, through the strategies and techniques of management of urban river environments, ecosystem services and human welfare. Assimilating, in this way, concepts proper to Ecology and Urbanism, and translating them into a common and simplified language. The results obtained from the integration of the road map to follow on the way to the habitable city.*

## Keywords

*Ecosystem services, urban ecosystem, urban river, hydraulic strategy, environmental strategy, human welfare*

---

\* **María Perona Alonso** es alumna de postgrado del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid, [maria.perona92@gmail.com](mailto:maria.perona92@gmail.com)

## 1. Introducción

El presente análisis tiene como punto focal el tratamiento de los ríos urbanos por parte de la planificación, incidiendo en la relación entre la ecología fluvial y sus modificaciones antrópicas, con los servicios que estos ofrecen. O dejan de ofrecer.

La tendencia contemporánea es la de hacer de las ciudades un lugar mejor en el que vivir, y no solo sobrevivir. Una serie de adjetivos quedan asociados a las ciudades del mañana: resiliente, sostenible, eficiente, compleja, diversa, inclusive, etc. Muchos de ellos son inherentes al medio natural, a los ecosistemas, que con un mecanismo de autorregulación irreplicable logran sobrevenirse a los ataques externos y a los cambios internos. Aprovechar este sistema y los beneficios que proveen a su alrededor podría suponer la respuesta a las necesidades y problemas a los que se enfrentan las áreas urbanas. Y no las áreas como simples espacios, sino como los centros de desarrollo de la vida humana.

Aunque los modelos de planificación y desarrollo urbanos comienzan a virar hacia ese escenario, sigue sin relacionarse adecuadamente la ecología de los sistemas naturales y la ciudad. En otras palabras, no se logra trasladar a la realidad física la interdisciplinariedad de estos estudios urbanísticos y ambientales. Y es ahí donde reside el interés por este estudio, en el punto de encuentro entre dos disciplinas condenadas a entenderse.

En el planteamiento que aquí se presenta también surgen dificultades, como el método de valoración de las actuaciones de transformación y/o gestión de los ríos urbanos; la conversión de esta valoración a cifras económicas; la magnitud del alcance de las externalidades positivas y también negativas de encontrarse con un río en una zona urbana; y el alcance de las estrategias implantadas para su control en la totalidad del ecosistema fluvial y áreas adyacentes, y no solo sobre el tramo urbano.

### **Objetivos**

El objetivo general de este trabajo es tratar de ofrecer una herramienta a los planificadores urbanos con la que, de forma simple y concreta, se relacionen los ecosistemas que se encuentran en las áreas urbanas y sus servicios, con las actuaciones urbanísticas, que en este caso se centrarán en la gestión de los ríos.

## 2. Metodología

Se han concretado los siguientes puntos a modo de metodología.

- Clasificación de estrategias y técnicas de mejora y/o gestión de los ríos urbanos, en base a ejemplos de intervenciones recientes a nivel mundial.
- Análisis de los servicios ecosistémicos de los ríos en los tramos urbanos, clasificándolos desde la perspectiva de la planificación urbana.
- Comparación y valoración cualitativa de las diferentes estrategias en relación a su efecto como elemento mantenedor o potenciador de los SE que aportarían los ríos de forma natural. Y así como del bienestar humano.

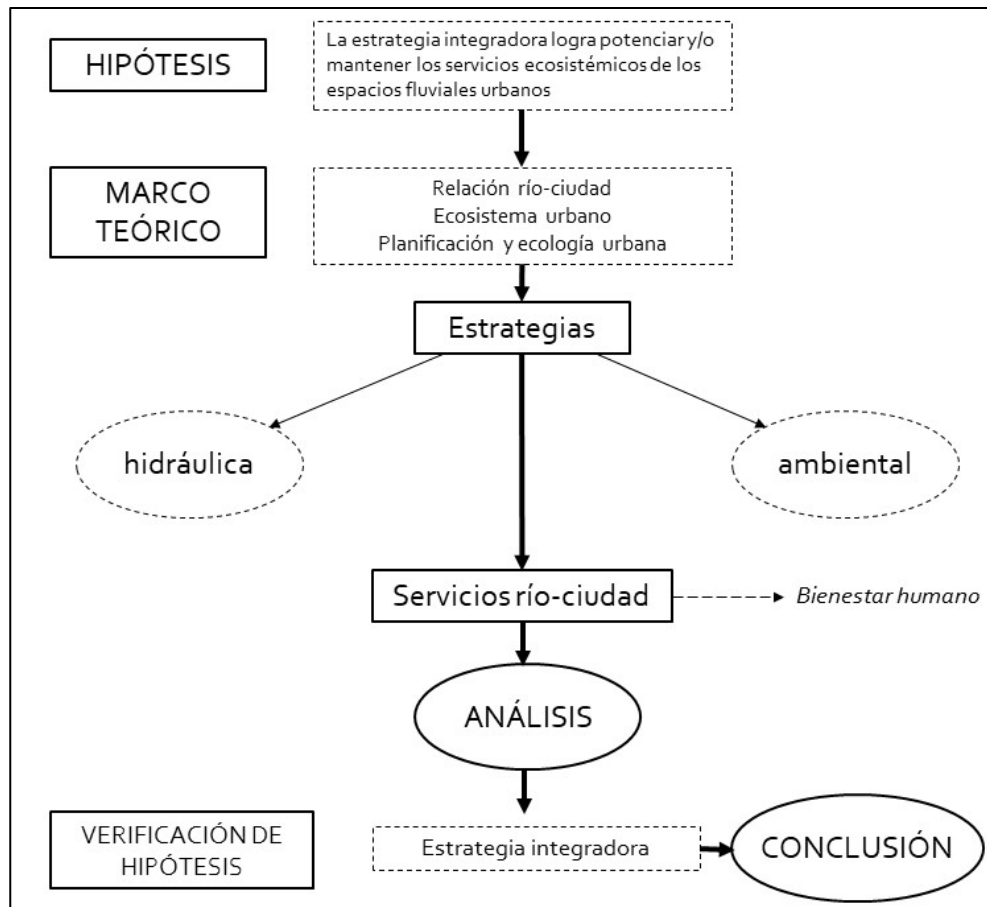


Figura 1. Esquema metodológico (Fuente: elaboración propia).

### 3. Estado de la cuestión

#### Relación río y ciudad

Los ríos han permanecido como una suerte de límites de la ciudad, que hacían lo propio con el desarrollo urbanístico y cuyos espacios eran ocupados por todo aquello que incomodaba en el centro urbano. Hasta que estas áreas comenzaron a ser tragados por el crecimiento incesante de la mancha urbana (Binnqüist, Del Puerto y Chávez, 2013). Fue en ese momento, cuando la cuestión de las inundaciones se percibió como un problema a solucionar por medio de pequeñas presas y entubamientos. Estas primeras modificaciones mejoraron las comunicaciones y el crecimiento espacial de la ciudad (González et al., 2010), ya que la barrera natural había desaparecido, y en su lugar se encontraba un espacio público dispuesto a consolidarse. Pero, la ocupación de las riberas y llanuras de inundación han alterado los regímenes de los caudales, y favorecido los procesos erosivos del lecho y los taludes, y la remoción de la vegetación riparia (Binnqüist, Del Puerto y Chávez, 2013). El crecimiento desorbitado de las áreas urbanas ha propiciado cambios en la percepción de la sociedad sobre el territorio y el medio ambiente. Y mientras, las estructuras grises van ganando terreno en un falso ejercicio de supervivencia, sustituyen complejas comunidades como son los bosques o los ríos, por ambientes biológicamente estériles (Hough, 1998) y simples. Con estas actuaciones parece que las ciudades no han valorado los servicios que las áreas naturales, y en especial los ríos, les ofrecen, y han actuado consecuentemente empleándolos como auténticos vertederos y alcantarillas (Binnqüist, Del Puerto y Chávez, 2013). De esta forma, el río y los barrios aledaños quedaban

estigmatizados por presentarse en el imaginario colectivo como un foco de enfermedades, inundaciones, maleantes y ratas. Y el resultado obtenido de una planificación ampliamente sesgada, es la degradación ecológica de la ciudad (Pellicer, 2001).

### Servicios ecosistémicos de los ríos urbanos

Los servicios ecosistémicos (SE) se podrían definir como bienes tangibles o intangibles que la sociedad obtiene de los ecosistemas (Altesor et al., 2011; Cowling et al., 2008; Jobbágy, 2011; MEA, 2005), y que son utilizados de forma activa o pasiva (Paruelo, 2011). Estos beneficios permiten que la vida humana, si se permite la visión antropocentrista, sea posible y digna de ser vivida (Díaz et al., 2006). A su vez, involucran una compleja trama de interacciones (Corredor, Fonseca y Paéz, 2012) entre el dominio de lo natural, donde estos se generan, y el de lo social, donde se utilizan (Verón et al., 2011).

En cuanto a su clasificación se dividen en servicios de regulación, de abastecimiento, servicios culturales y servicios de apoyo (FAO; MEA, 2003). En este caso, centrado en los servicios de los ríos urbanos, se ha optado por agruparlos del siguiente modo:

- *Elementos ecológicos*: servicios de regulación y los de apoyo.
- *Servicios de equipamiento*: servicios culturales y los de abastecimiento.

Centrando la cuestión en los espacios fluviales urbanos, cabe incidir en la importancia de la regulación del ciclo hidrológico, ya que se trata de un servicio tangible con gran impacto global, donde las perturbaciones aumentan el impacto en relación al abastecimiento o los efectos de las inundaciones, sobre las poblaciones vulnerables (Corredor, Fonseca y Paéz, 2012). Entre los servicios que se asocian a los ríos, se incluyen la regulación de los caudales para mitigar inundaciones, el control de la erosión o la regulación del clima. En esta ocasión, se han tenido en cuenta los *servicios río-ciudad* (Figura 3) (MEA, 2005; FAO; Polo, 2014; Pellicer, 2002).

### Gestión de los ríos urbanos

Los objetivos para actuar sobre los tramos urbanos de un río pueden ser proteger frente a episodios de inundación, mejorar las condiciones de desagüe o conseguir espacios de valor natural y/o recreativo. En este caso se han clasificado en estrategia hidráulica (EH) y estrategia ambiental (EA).

Las estrategias diseñadas desde una perspectiva puramente hidráulica, surgen como respuesta a los episodios de inundación y sus consecuencias en la población de las áreas urbanas y periurbanas. Persigue dar solución a distintas cuestiones ambientales y/o sociales, y sin perder de vista la dimensión económica. A saber: problemas de erosión por las crecidas, interés en el desarrollo urbanístico en los espacios colindantes o la domesticación del caudal.

La estrategia ambiental, tiene como finalidad recuperar y conectar las áreas naturales urbanas y periurbanas. De este modo, se hace un uso eficiente de los recursos hídricos para fomentar los espacios verdes cercanos, y se potencia su capacidad como sumidero de gases de efecto invernadero (especialmente el dióxido de carbono) y como regulador de la temperatura. Esto último asociado al efecto “isla de calor” y por ende, a la mejora de las condiciones de habitabilidad en los núcleos urbanos (FEMP, 2015; AL21, 2007).

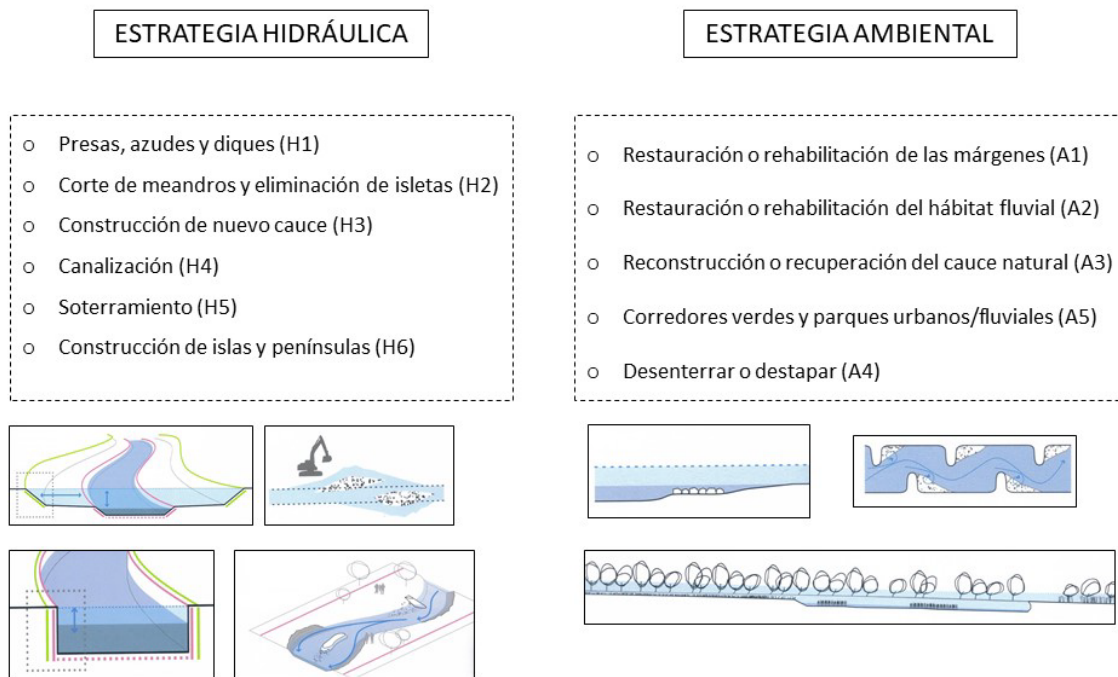


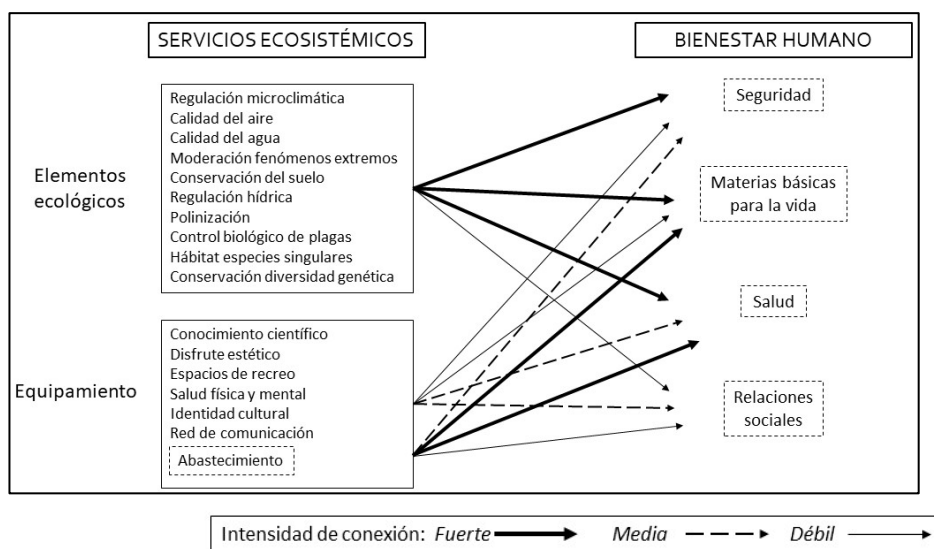
Figura 2. Clasificación de estrategias y esquemas de algunas técnicas (Fuente: elaboración propia y Prominski et al., 2012).

#### 4. Resultados y análisis

Siguiendo con el proceso metodológico y teniendo claros los objetivos anteriormente descritos, se han relacionado los servicios que los ríos ofrecen a las ciudades en sus tramos urbanos con las estrategias y técnicas de gestión de ríos identificadas a partir de casos localizados a nivel global.

Los resultados se presentan en forma de tabla de doble entrada, situando en el eje horizontal las técnicas de gestión de ríos urbanos diferenciadas en dos grupos, por un lado, las pertenecientes a la estrategia hidráulica, y por otro, las incluidas en la ambiental. Y en el eje vertical se encuentran los SE de los ríos clasificados a su vez en elementos ecológicos (o de regulación) y en servicios de equipamiento (o culturales y de abastecimiento). También se ha añadido una columna con los valores asignados, de forma cualitativa, a cada uno de los SE, en relación con la intensidad de las conexiones entre dichos servicios y los componentes que configuran el bienestar humano (*constituents of well-being*) (MEA, 2003). De forma crítica, algunos autores sostienen que los servicios más relevantes que pueden llegar a ofrecer las áreas verdes son los usos recreativos y los valores sociales o estéticos (Terradas et al., 2011), sin embargo, para la valoración de estos servicios en relación con la provisión de bienestar, se ha otorgado menor puntuación a dichos SE, al no estar relacionados con la seguridad ni con el acceso a materias básicas, pero sí con la salud y con el desarrollo de relaciones sociales.

Los SE se han relacionado con los 4 componentes básicos del bienestar humano. Estos son: la seguridad, el acceso a materias básicas (*basic material for good life*), la salud y las relaciones sociales.



**Figura 3.** Conexiones entre los SE de los entornos fluviales urbanos y el bienestar humano (Fuente: Elaboración propia a partir de MAE, 2003).

Los elementos ecológicos, clasificados como “de soporte” y “de regulación”, guardarían conexiones intensas con los aspectos relacionados con la seguridad, el acceso a materias básicas para la vida y con la salud; y débiles sin embargo con el desarrollo de relaciones sociales. Por su parte, los elementos de equipamiento (sin incluir el servicio de abastecimiento) tienen conexiones medias con el grupo de salud y el de relaciones sociales, y débiles con la seguridad y el acceso a materias primas. Por último, el servicio de abastecimiento sostiene relaciones fuertes con el componente *materias básicas para la vida* y con la salud; relaciones medias con los aspectos de la seguridad; y débiles con las relaciones sociales.

En este caso, se han incluido los servicios descritos a lo largo de este documento, por considerarse que guardan mayor relación con el entorno fluvial, y se han asignado valores a la intensidad de las conexiones entre ambos elementos. Las conexiones débiles se valoran con 1 punto, las medias con 2 y las fuertes con 3 puntos. Con lo que el sencillo cálculo quedaría del siguiente modo:

	FUERTES	MEDIAS	DÉBILES	TOTAL
Elementos ecológicos	3	0	1	$3*3+1*1=10$
Culturales	0	2	2	$2*2+2*1=6$
Abastecimiento	2	1	1	$2*3+1*2+1*1=9$

**Cuadro 1.** Conexiones entre los SE de los entornos fluviales urbanos y el bienestar humano

Una vez obtenidos los cálculos totales, se pueden jerarquizar los SE en tres grupos, en función del grado de intensidad de las relaciones de dependencia entre el propio servicio y su aportación a los distintos grupos que conforman el *bienestar humano*, y se han asignado nuevos valores para cada uno de ellos: *Elementos ecológicos* = 3 puntos > *Abastecimiento* = 2 puntos > *Cultura* = 1 punto

Una vez establecidos los elementos a relacionar, se han valorado de forma cualitativa las implicaciones que cada estrategia y técnica descrita tienen respecto al mantenimiento o potenciación de cada servicio ecosistémico previsto. Es decir, qué supondría a nivel ecosistémico la aplicación de cada una de estas técnicas en cuanto a beneficios a la población global y urbana en particular. Para ello se ha optado por asignar una X, cuando la técnica no mantiene o potencia

el SE concreto, o una V cuando sí se mantiene o potencia. Finalmente, se ha calculado la puntuación final de cada una de las subestrategias o técnicas analizadas. Quedando relacionados 3 conceptos de interés: los servicios ecosistémicos, el bienestar humano y la gestión de ríos urbanos.

El resultado final quedaría del siguiente modo:

**ESTRATEGIAS HIDRÁULICAS**

- Presas, azudes y diques [H1] = 13 puntos
- Corte meandros y eliminación de isletas [H2] = 9 puntos
- Construcción nuevo cauce [H3] = 34 puntos
- Canalización [H4] = 11 puntos
- Soterramiento [H5] = 2 puntos
- Creación de islas [H6] = 28 puntos

$\bar{x} = 16 \text{ puntos}$

**ESTRATEGIAS AMBIENTALES – PAISAJÍSTICAS**

- Restauración o rehabilitación de márgenes [A1] = 37 puntos
- Restauración o rehabilitación del hábitat fluvial [A2] = 37 puntos
- Reconexión de cauces o recuperación del cauce natural [A3] = 38 puntos
- Destapar [A4] = 25 puntos
- Corredores verdes y parques fluviales [A5] = 37 puntos

$\bar{x} = 29 \text{ puntos}$

A partir de estos resultados finales, se ha concretado un gradiente de valores:

<b>0 a 9 puntos</b>	<i>Insuficiente: se ignoran los SE</i>
<b>10 a 19 puntos</b>	<i>Regular: no se mantienen</i>
<b>20 a 29 puntos</b>	<i>Aceptable: se mantienen</i>
<b>30 a 38 puntos</b>	<i>Buena: se mantienen y/o potencian</i>

De este modo se simplifica el estudio ecológico e interdisciplinar que sería beneficioso realizar en todo proyecto de planificación urbana, y se facilita una respuesta temprana y óptima ante la toma de decisiones respecto a la actuación más recomendable desde el punto de vista ambiental, y por tanto social, en un entorno fluvial en la ciudad.

Extrayendo de la tabla de análisis la relación entre las distintas técnicas abarcadas con los elementos de bienestar humano y los SE, el resultado gráfico, sería el siguiente:

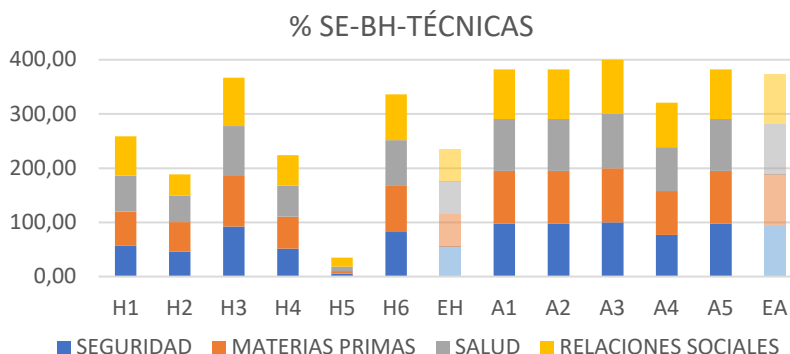


Figura 4. Proporción (%) bienestar humano y SE por cada técnica, basado en el aporte posible máximo (A3) (Fuente: elaboración propia).

Se han calculado las proporciones de los distintos aspectos del bienestar humano que serían apoyados por cada una de las técnicas (Figura 5, se muestra la proporción respecto al valor máximo que sería el obtenido por la A3), y la media de estas supone el resultado de la estrategia hidráulica (EH) y de la estrategia ambiental (EA). Hallando primero una serie de coeficientes, correspondientes a cada uno de los grupos de SE, y multiplicándolo por el número de servicios que cada técnica mantendría (los señalados con una V). Respondiendo a la pregunta de “¿cuánta seguridad aporta el grupo de elementos ecológicos?”, etc. Y sumando el aporte de cada grupo de SE a cada uno de los elementos que configuran el bienestar humano (tablas en ANEXO I).

Para el cálculo de los coeficientes (en Fig. 6 VALOR SE), que muestran el aporte de cada uno de los SE al BH, se ha planteado la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{valor SE}}{\text{puntos totales del grupo de SE (*)}}$$

(\*)Elementos ecológicos, equipamiento o abastecimiento

Por ejemplo, el coeficiente de seguridad del grupo de los elementos ecológicos es:

$$\text{Coeficiente} = 3/30 = 0,1$$

SE \ BH	SEGURIDAD	MATERIAS PRIMAS	SALUD	RELACIONES PERSONALES
E. ECOLÓGICOS	0,1	0,1	0,1	0,03
EQUIPAMIENTO	0,16	0,16	0,33	0,33
ABASTECIMIENTO	1	1,5	1,5	0,5

Cuadro 2. Valores de los SE en relación con el BH (Fuente: elaboración propia).

Y esta para el cálculo del total aportado por cada técnica (tabla de resultados en ANEXO I):

$$\text{Puntos SE} * \text{coeficiente}_{(e.ecológicos)} + \text{Puntos SE} * \text{coeficiente}_{(equipamiento)} + \text{Puntos SE} * \text{coeficiente}_{(abastecimiento)}$$

SERVICIOS RÍO-CIUDAD		VALOR SE	SUBESTRATEGIAS/TECNICAS										
			H1	H2	H3	H4	H5	H6	A1	A2	A3	A4	A5
E C O L O G I C O S	Regulación microclimática [RC]	3	X	X	V	X	X	V	V	V	V	V	V
	Calidad del aire [CA]	3	X	X	V	X	X	V	V	V	V	V	V
	Calidad del agua [CAg]	3	X	X	V	X	X	X	V	V	V	V	V
	Moderación de fenómenos extremos [IN]	3	V	V	V	V	X	X	V	V	V	X	V
	Control erosión y conservación del suelo [ES]	3	X	X	V	X	X	V	V	V	V	V	V
	Regulación hídrica [RH]	3	V	V	V	V	X	V	V	V	V	V	V
	Polinización [P]	3	X	X	V	X	X	X	V	V	V	X	V
	Control biológico de plagas [CP]	3	X	X	V	X	X	V	V	V	V	X	V
	Mantenimiento de hábitat de especies singulares [HAB]	3	X	X	X	X	X	V	V	V	V	X	V
	Conservación de la diversidad genética [DG]	3	X	X	V	X	X	V	V	V	V	V	V
E Q U I P A M I E N T O	Conocimiento científico y de la ecología tradicional o local [CON]	1	V	X	V	X	X	V	V	V	V	V	V
	Disfrute estético e inspiración [EST]	1	V	X	V	V	X	V	V	V	V	V	V
	Espacios de recreo [REC]	1	V	X	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	Salud mental y física [SAL]	1	X	X	V	X	X	V	V	V	V	V	V
	Identidad cultural y sentido de pertenencia [CUL]	1	V	X	X	X	X	X	X	X	V	X	X
	Abastecimiento [AB]	2	V	V	V	V	X	V	V	V	V	V	V
	Red de comunicación [COM]	1	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	<b>TOTAL</b>		<b>13</b>	<b>9</b>	<b>34</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>25</b>	<b>37</b>

H1: Presas, azudes y diques	A1: Restauración/rehabilitación de márgenes
H2: Corte meandros y eliminación de isletas	A2: Restauración/rehabilitación hábitat fluvial
H3: Construcción nuevo cauce	A3: Reconexión cauces/recuperación cauce natural
H4: Canalización	A4: Destapar
H5: Soterramiento	A5: Corredores verdes y parques fluviales
H6: Creación de islas	

Cuadro 3. Análisis relación SE - bienestar humano - gestión de ríos urbanos (Fuente: elaboración propia).



## Análisis de estrategia y subestrategias hidráulicas

Se podría decir de forma generalista que la estrategia hidráulica mantiene, principalmente, los servicios clasificados de equipamiento; dado que es el objetivo de este tipo de tratamiento, y la visión que se tiene de este ecosistema. Una visión algo reduccionista como elemento proveedor de plagas, inundaciones o malos olores. Aunque este pensamiento forme parte del pasado, sigue estando presente en menor medida en los planes de actuación recientes.

<b>E H1</b>	RC CAI CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM	<b>Presas, diques y azudes [H1]</b>
	X X X V X V X X X X	V V V X V V V	

La construcción de presas, azudes y diques solo contaría con la provisión de 2 SE con conexiones fuertes -la moderación de fenómenos extremos y la regulación hídrica-relacionados con la seguridad frente a los desastres y el acceso a recursos naturales, respectivamente. Pero, por el contrario, sí mantiene todos los SE de equipamiento, a excepción de lo relacionado con la salud mental y física. Estos últimos servicios estarían relacionados con el acceso a bienes y con las relaciones sociales. Por estas razones se ha clasificado como técnica *regular*, al contar con 13 puntos de 38 posibles.

Optar por esta técnica consigue gestionar las inundaciones *in situ*, pero traslada el problema aguas abajo, al igual que otras estrategias hidráulicas. En este proceso de regulación del caudal, en el que el río se encuentra urbanizado, el proceso de sedimentación se ve alterado, y con ello la fertilidad del suelo aledaño. Sumado a la compactación de suelo que acompaña a la urbanización de las márgenes, donde sus propiedades físicas y su porosidad se ven alterados. La pérdida de diversidad genética, al simplificar el ecosistema fluvial, reduce la capacidad de resiliencia del río (MEA, 2005), y su capacidad (anteriormente inherente) de suavizar los impactos. Por otro lado, puede ofrecer espacios de recreo y en algunas ciudades del mundo son parte del paisaje urbano, y de la identidad de la ciudad. Pero, aun así, el agua estancada no resulta atractiva (Martín, 2002), y siempre es recomendable contar con una mínima lámina de agua corriente que dinamice el entorno. También juega un papel importante, en virtud del paisaje, diseñar diques u otras estructuras de baja altura que no obstaculicen la panorámica a escala humana.

<b>E H2</b>	RC CAI CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM	<b>Corte de meandros y eliminación isletas [H2]</b>
	X X X V X V X X X X	X X X X X V V	

Esta subestrategia sigue un esquema similar a la H1, excepto en lo relacionado con el disfrute estético. El hecho de modificar una geometría meandriforme por otra lineal, hace menos interesante el río, ya que sigue un patrón repetitivo, y la experiencia del recorrido peatonal (Martín Vide, 2002; Pellicer, 2002) se empobrece exponencialmente. En un intento por, una vez más, aumentar el control sobre el río y someter la naturaleza a la voluntad de la sociedad, se consigue aplicar el estilo internacional o *universal*, como lo denomina Naredo (Naredo J. , 2003), propio de algunas ciudades que han perdido su identidad, al medio natural. Y de nuevo se traslada el efecto de las inundaciones aguas abajo, ya que, aunque aumenta la capacidad de desagüe al eliminar cualquier obstáculo, la llanura de inundación natural del río se ve reducida.

El corte de meandros y la eliminación de isletas se encontraría en el grupo de las técnicas *insuficientes*, con 9 puntos, al no potenciar o mantener los SE que se encuentran directamente relacionados con el bienestar humano. Esto es debido a que no ofrecen ningún servicio de equipamiento o cultural, a excepción del abastecimiento de materias primas y la red de comunicación. Pero aún es menos favorable en cuanto a servicios de regulación o elementos ecológicos, ya que no mantendría servicios básicos como la calidad del agua y del aire o la regulación del clima local.

**Construcción nuevo cauce**  
**[H3]**

<b>E H3</b>	RC CAi CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM
	V V V V V V V V X V	V V V V X V V

A tenor de lo valorado en la tabla anterior, la construcción de un nuevo cauce podría considerarse como una *buena* técnica (34 puntos), siempre y cuando esta nueva construcción siga los mismos patrones que los del cauce natural. O bien, se opte por estructuras de doble función, que permitan el desarrollo de actividades recreativas y sociales, y a su vez, cumplan una función de gestión de crecidas o inundaciones. Es por ello, por lo que se contempla como una opción que contribuye a mantener los servicios relacionados con la regulación y soporte del ecosistema, así como los culturales y de abastecimiento. En sintonía todos ellos con los cuatro componentes del bienestar humano que aquí se analizan: seguridad, salud, acceso a materias primas y desarrollo de relaciones sociales.

**Canalización [H4]**

<b>E H4</b>	RC CAi CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM
	X X X V X V X X X X	X V V X X V V

La canalización de los ríos es la técnica más conocida y empleada a lo largo de la historia de la humanidad para, en un primer momento, proferir de agua a poblaciones lejanas a su origen o aprovechar las aguas pluviales, o controlar de forma férrea la naturaleza del río en las áreas urbanas o periurbanas, y de este modo evitar esta barrera natural de la urbanización. Y también, para proteger frente a las inundaciones a la población colindante al río. La estabilidad natural del suelo debido al equilibrio existente entre la morfogénesis y la formación de suelo (Salvador, 2003), se ve alterado con la urbanización. Y la canalización es un ejemplo más de destrucción del mismo y la cobertura vegetal. Además, las tierras del lecho que han sido dragadas para llevar a cabo semejante actuación, se llegan a mezclar con materiales de construcción como cemento o escombros. Esto afecta finalmente a la alcalinidad de los suelos urbanos, que suelen ser básicos (pH superior a 7,5), y al contener altos valores de carbonato de calcio, estos bloquean la absorción de micronutrientes.

Desde el punto de vista paisajístico y de identidad urbana, existen ejemplos conocidos como Venecia o casi cualquier ciudad neerlandesa, donde los canales se conciben como disfrute estético dentro del imaginario colectivo. Pero también se encuentran casos donde este asunto lejos de disfrutarse se llega a sufrir, como el río Mississippi a su paso por la ciudad de Nueva Orleans. En este caso, los canales se ubican sobre una estructura elevada que evita el contacto con el agua y sus aspectos beneficiosos, en aras de una falsa protección, dado que al quedar los barrios por debajo del nivel del río las posibilidades de inundación no se reducen. Es aquí donde el paisaje, del miedo, se ve reducido a muros de hormigón y pretilos que impiden cualquier tipo de relación entre el río y la ciudad (Pellicer, 2002).

Esta técnica, con un total de 11 puntos, se encuentra en el rango de las *regulares*, al no considerarse que enriquezca el medio urbano en cuanto a variables ambientales y sociales. La baja puntuación presentada se debe a que los servicios de regulación ofrecidos se encuentran limitados a la moderación de inundaciones y a la regulación hídrica, al igual que el resto de subestrategias hidráulicas. Aunque es destacable su labor en cuanto a valores culturales y disfrute estético.

**Soterramiento [H5]**

<b>E H5</b>	RC CAi CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM
	X X X X X X X X X X	X X V X X X V

Soterrar un río no debería plantearse como opción incluso en un caso extremo de río problemático. Porque al esconder el río, también se esconden sus beneficios y se hace imposible hacer un diagnóstico de su estado, y el planteamiento de distintas soluciones. Al negar su existencia, se suprime cualquier espacio para la vida en sus aguas y sus orillas, y, por lo tanto, cualquier servicio ecológico. No ocurre lo mismo desde el punto de vista de los equipamientos.

En este caso, se permite el desarrollo de actividades de recreo y/o su servicio como red de comunicaciones, al “liberarse” dicho espacio y ganarse como espacio público útil para cualquier tipo de aprovechamiento que no requiera de aspectos ambientales para su perfecto desarrollo. Sería algo así como *con el río, pero sin el río*. Se desnaturaliza la panorámica (Pellicer, 2002), y se pierde cualquier valor que pudiera aportar este entorno. Pero las actividades recreativas no son funciones exclusivas de los espacios urbanos, sino que los procesos ecológicos (Hough, 1998) deberían tener un papel fundamental en ellos. Y el soterramiento no lo permite.

El soterramiento sería, en este caso, la peor opción a tener en cuenta ante la situación de gestionar algún tramo de un río a su paso por áreas urbanas. Es por ello por lo que se le han asignado dos puntos, debido a su aportación como espacio urbano de libre asignación de uso (solo condicionado por el plan urbanístico aprobado en cada ciudad). Aunque al desaparecer el entorno fluvial, esta aportación no vendría directamente ligado a él, sino a su ausencia.

<b>E H6</b>	RC CAi CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM
	V V X X V V X V V V	V V V V X V V

**Creación de islas [H6]**

La creación de islas es una de las técnicas que podría enmarcarse tanto dentro de una estrategia hidráulica como dentro de una ambiental, aunque en este caso se ha optado por considerarla hidráulica al tomar como principal ejemplo la isla de Zorrozaurre en Bilbao. Aunque también se opta por esta técnica en algunos ríos ingleses, como el Sheaf, para enriquecer la fauna y flora del entorno fluvial de ríos restaurados, a través de pequeñas islas. Pero no comparables al ejemplo vasco.

La regulación del clima local y la calidad del aire, vendrán ligados a la vegetación que se disponga, pero no a la construcción de la isla per se. Este hecho propiciará la llegada y asentamiento de artrópodos, como hormigas y abejas; anfibios, como el sapo común o la salamandrina; aves, como cigüeñas o jilgueros; y pequeños mamíferos, como nutrias o roedores. Todo ello conducirá al establecimiento de las condiciones óptimas para el desarrollo de distintas especies vegetales y animales que lograrán aportar complejidad a la ciudad, desde este nuevo espacio creado. Pero al ser un elemento prefabricado, podría no considerarse como propio y no aportar ningún valor cultural al entorno.

Si, por el contrario, se opta por interpretar este nuevo espacio como otra oportunidad para la urbanización sin filtros, se reducirá el aporte de los SE a la ciudad. Por todo ello, se ha clasificado como una subestrategia *aceptable*, y se encuentra en el tercer rango de valoración propuesto.

**Análisis de estrategia y subestrategias ambientales**

La estrategia ambiental en general, y las subestrategias en particular, tienen como finalidad recuperar en algún punto los valores que aportan los ríos en sus tramos urbanos.

Se podría apuntar que este tipo de actuaciones lograrían potenciar los elementos ecológicos y el equipamiento, al tener este último mucho que ver con los aspectos culturales.

<b>E A1</b>	RC CAi CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM
	V V V V V V V V V V	V V V V X V V

**Restauración o rehab. de márgenes [A1]**

Al proceder a restaurar o rehabilitar las márgenes de un río se construye de nuevo un espacio en el que pueda desarrollarse la vida animal y vegetal propia de los entornos fluviales. Estas nuevas formaciones vegetales ripícolas son las que indirectamente enriquecen el espacio, lo dotan de complejidad y contribuyen a mejorar las condiciones de vida de las personas en la ciudad. Por un lado, actuando como regulador microclimático y confiriendo a la zona la

posibilidad de huir de los efectos negativos relacionados con el confort térmico debidos al fenómeno conocido como *isla de calor*. Las plantas, como sumideros de agentes contaminantes, contribuyen directamente a la mejora de la calidad del aire, punto conflictivo a erradicar en las ciudades actuales y futuras. Y también las raíces de las plantas acuáticas y semiacuáticas son una suerte de filtros de cualquier elemento tóxico del agua. Además, junto a las plantas terrestres colaboran en el mantenimiento de las características edafológicas propias del suelo y a la sujeción del mismo, evitando desprendimientos y pérdida de suelo fértil por erosión. Pero se deberán introducir especies que respeten el patrón endémico de la región bioclimática, para que sean capaces de desarrollarse atendiendo a unas características ecofisiológicas, -condiciones climáticas, condiciones ambientales, edafología o fisiología vegetal- definidas por el espacio. En el caso de los suelos de las riberas, al contener un mayor grado de humedad que el resto de suelo urbano, sería recomendable, en rasgos generales, optar por saúcos (*Sambucus nigra*), olmos (*Ulmus minor*), chopos (*Populus nigra*) o sauces (*Salix alba*).

Si se recuperan las márgenes y se limpian de residuos, el agua podrá encauzarse de forma menos abrupta en época de grandes lluvias, porque encontrará su camino natural sin afectar a la población. Aunque, por otro lado, el exceso de vegetación puede complicar el proceso de desagüe del agua, al situarse esta como obstáculo. El hábitat creado facilita la polinización de las plantas, puesto que se crea una suerte de corredor verde que permite a los polinizadores llevar a cabo dicha tarea y a las plantas, sobrevivir. Este es un proceso básico para la supervivencia de la especie humana, pero que parece imperceptible a nuestra escala.

Respecto a los servicios de equipamiento, la valoración inicial sería positiva en todos los aspectos excepto en la relación con la identidad cultural y el sentido de pertenencia. Es en las márgenes, o riberas urbanas, donde los procesos hídricos y geomorfológicos tienen la posibilidad de interactuar con factores socioeconómicos y algunos elementos intangibles como lo simbólico o lo estético (Pellicer, 2001). Y ahí radica la importancia y el interés por estas zonas que suponen una suerte de barrera difusa entre lo puramente urbano y lo puramente natural.

Debido a los aspectos aquí analizados, se ha valorado la restauración o rehabilitación de las márgenes con un total de 37 puntos, incluyéndose de este modo en el grupo de técnicas *buenas*, desde el punto de vista ambiental y social. Los SE que potencia o mantiene esta técnica favorecen a su vez el bienestar humano, al ofrecer seguridad, materias básicas para el desarrollo de la vida, salud y la oportunidad de establecer relaciones sociales.

**Rest. o rehab. hábitat [A2]**

<b>E A2</b>	RC CAi CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM
	V V V V V V V V V V	V V V V X V V

Ligado a la subestrategia anterior, las actuaciones relacionadas con la mejora del hábitat fluvial se dirigen directamente al punto que la restauración de márgenes se encontraba de forma indirecta. Es decir, en el caso anterior, la mejora del hábitat se presentaba como una externalidad positiva como consecuencia de la mejora de un aspecto físico; pero en este caso, la finalidad última es puramente ambiental y conservadora.

Esta técnica también se posiciona con 37 puntos al guardar una clara relación con la restauración de las márgenes. Y al igual que en el caso de la técnica anterior, estos servicios estarían relacionados directa o indirectamente con la seguridad personal o frente a las inundaciones, el acceso a alimentos y aire limpio o como elemento de cohesión social. La consecuencia de la unión de todos estos factores es el alcance de ciudades más habitables y menos hostiles.

<b>E A3</b>	RC CAi CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM
	V V V V V V V V V V	V V V V V V V

**Recuperación cauce natural [A3]**

Al recuperar el cauce natural no solo se logra que el río curse por donde le pertenece, sino que se recupera el paisaje tradicional y todo lo que viene anejado a él. Una vez conocido su curso natural, es posible esbozar el sentido y la ubicación de otros enclaves naturales urbanos que faciliten la tarea de la renaturalización de la ciudad y la conectividad entre ellos. Al igual que las vías pecuarias, los ríos son los corredores ecológicos *per se*, y entornan la hoja de ruta a seguir en el proceso de conectar la naturaleza urbana y periurbana con el asfalto y las estructuras grises.

Por su parte, la reconstrucción o recuperación del cauce natural, logra potenciar o mantener todos los SE considerados. Ya que, al contrario que las dos subestrategias anteriores (A1 y A2), quedaría incluida la identidad cultural, debido al hecho de recuperar el cauce natural y los valores tradicionales que ello conlleva.

E A4	RC CAI CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM
	V V V X V V X X X V	V V V V X V V

**Soterramiento [A4]**

Al igual que con su antagónica, el soterramiento, el desterramiento debería ser la técnica menos extendida entre planificadores y urbanistas, ya que supondría que algunos enclaves hídricos han permanecido ocultos por un supuesto bien social. Como es lógico, al desterrar un río se recupera su funcionalidad como soporte de vida animal y vegetal, y como elemento termorregulador. A pesar de los aspectos positivos, no puede asegurarse una mejora en su comportamiento frente a los episodios de inundación temporal, dado que no tiene por qué incluirse el tratamiento de las márgenes en esta técnica. Y, por lo tanto, puede no estar flanqueado por asociaciones vegetales que provean de los servicios de regulación como la polinización o el control de plagas.

En cuanto a los servicios de equipamiento, una vez más, no se logra dotar de identidad cultural a un espacio por desterrarlo. De hecho, podría darse el caso de que el río tapado, con las actividades que se desarrollen en la superficie, fuese más identificativo para los ciudadanos que la nueva estética del río.

Esta técnica, se ha considerado *moderada*, en cuanto a su aporte al bienestar de la población urbana, al ofrecer de nuevo los valores que habían quedado escondidos al soterrar el río. Pero, no implicaría por sí mismo la provisión de otros servicios como la moderación frente a episodios de inundación o fuertes crecidas o la polinización; dado que se podría entender que los tramos soterrados se encuentran canalizados, con el fin de aislar por completo el medio.

E A5	RC CAI CAg IN ES RH P CP HAB DG	CON EST REC SAL CUL AB COM
	V V V V V V V V V V	V V V V X V V

**Corredores ecológicos**

El diseño y planificación de parques fluviales y corredores ecológicos son, sin duda, la apuesta de los planificadores para el futuro reciente y la tendencia a la *countrification* de las áreas urbanas.

Al tratar de conectar pequeñas áreas naturales con otras, se amplifica el poder ecosistémico, cumpliéndose uno de los puntos básicos de la ecología moderna: el todo es mayor a la suma de sus partes. Es de hecho la principal solución a uno de las grandes externalidades negativas de la urbanización, la fragmentación del territorio. Con el fin de favorecer el movimiento de especies y contribuir al mantenimiento de la complejidad inherente a los espacios naturales. Pero es necesario incluir las singularidades e idiosincrasias del paisaje, como una pequeña colina o un elemento patrimonial. Las vías pecuarias puede que sean elementos a tener en cuenta a la hora de trazar las conexiones campo-ciudad, al tratarse de los corredores ecológicos tradicionales.

La técnica basada en el diseño de corredores verdes y parques fluviales alcanza los 37 puntos, considerándose *buena* para la consecución de los objetivos de calidad ambiental de las ciudades. Ofrecería todos los constituyentes del bienestar humano que se han tenido en cuenta en todo el análisis.

## 5. Conclusiones

Una vez analizada la información recopilada a lo largo de este informe, se puede comenzar apuntando que la estrategia ambiental y paisajística, articulada a través de distintas técnicas o subestrategias, se perfila como una respuesta integradora, en términos de mantenimiento de los servicios ecosistémicos, ya que cumpliría con los estándares de seguridad que propone la estrategia hidráulica y suman, a su vez, los servicios culturales.

Como se ha verificado en el apartado 4, en relación a las técnicas y estrategias y su implicación en el mantenimiento o potenciación de los SE, se puede constatar que todas las ambientales se sitúan entre los rangos *aceptable* y *buena*. Mientras que solo 2 de las técnicas hidráulicas se encuentran en la misma situación.

Respecto a la relación con la tercera variable, el bienestar humano, también se han encontrado diferencias. Tal y como se muestra en la Figura 5, ambas estrategias -EH y EA- siguen el mismo orden de prioridad: *salud* > *materias primas* > *seguridad* > *relaciones sociales*. Pero sus proporciones son distintas. Como se recoge en la Tabla B (ANEXO), los valores de materia prima, salud y relaciones sociales de la EH, y que constituyen la media de las técnicas hidráulicas, son sensiblemente superiores a los de la media de la EA. Excepto en el apartado de seguridad, desmontando de este modo la concepción tradicional de la EH. Pero al valorar el número de SE que potencia (Figura 7) es la EA la que se impone, casi doblando la puntuación.

Resulta interesante el hecho de que ambas estrategias persigan, en estos términos de bienestar, los mismos objetivos. Pero mientras en la EA se tiene en cuenta (y se aprovecha) los SE, la EH sustituye estos servicios por estructuras y más construcciones que afectan al curso natural del entorno fluvial y desaprovechan las externalidades positivas que ofrecen estos espacios. Aunque también es llamativo que no sea la *seguridad* quien ocupe el primer puesto, dado que es clave a la hora de actuar sobre los tramos urbanos de un río. En definitiva, un objetivo común, pero con un enfoque y ejecución diferente. Lo que conduce a determinar que la estrategia ambiental se presenta como una opción óptima con una mayor vida útil.

### Otras reflexiones

La propia estrategia ambiental también mantiene el foco antropocentrista propio de la planificación, al seguir el principio de proteger (o conservar) para disponer. Porque al final lo que se pretende conseguir es el aprovechamiento de los recursos naturales una vez más, pero de forma sostenida y consciente. Evitando la jerarquía *urbanización-naturaleza*, y persiguiendo de una vez por todas la relación horizontal de ambos mundos. Con esta idea lo que se ha propuesto aquí ha sido la relación inversa, la relación río-ciudad.

Con motivo de establecer relaciones entre los subsistemas que forman la ciudad, ya sean artificiales, naturales o naturalizados, resulta clave lograr incluir en la toma de decisiones del uso del territorio, los conceptos asociados a los servicios ecosistémicos, para que tras una valoración previa se utilicen en planificación. Y poner en evidencia los procesos e intercambios de información, imperceptibles, pero fundamentales para entender el funcionamiento de los ecosistemas y la implicación de nuestro estilo de vida. Es por ello urgente tratar de comprender y simplificar el concepto de servicio ecosistémico, y su relación con la calidad de vida y el bienestar humano.

## Referencias

- AL21. (2007). *Libro Verde de Medio Ambiente Urbano*. Barcelona.
- Altesor, A., Barral, M. P., Booman, G., Carreño, L., Cristeche, E., Isacch, J. P., Pérez, N. (2011). Servicios ecosistémicos: un marco conceptual en construcción. Aspectos conceptuales y operativos. Ediciones INTA.
- Binnqüist, G., Del Puerto, C., & Chávez, M. (2013). Intervención hidráulica para controlar la contaminación y prevenir el riesgo hidrometeorológico en el río Eslava, D.F. *Ingeniería*, 17(1), 67-79.
- Corredor, E. S., Fonseca, J. A., & Paéz, E. M. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. *RIAA*, 3(1), 77-84. <https://doi.org/10.22490/21456453.936>
- Cowling, R. M., Egoh, B., Knight, A. T., O'farrell, P. J., Reyers, B., Rouget, M., Wilhelm-rechman, A. (2008). An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. *PNAS*, 28(105). doi:10.1073/pnas.0706559105 <https://doi.org/10.1073/pnas.0706559105>
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin, F. I., & Tilman, D. (2006). Biodiverstiy Loss Threatengs Human Well-Being. *PLoS*, 4(8). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040277>
- FEMP. (2015). *Medidas para la mitigación y la adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano. Guía metodológica*.
- González, A., Hernández, L., Perló, M., & Zamora, I. (2010). Rescate de ríos urbanos: Propuestas conceptuales y metodológicas para la restauración y rehabilitación de ríos. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hough, M. (1998). *Naturaleza y ciudad: Planificación urbana y procesos ecológicos*. Barcelona: Gustavo Gili S.A.
- Jobbágy, E. G. (2011). Servicios hídricos de los ecosistemas y su relación con el uso de la tierra en la llanura Chaco-Pampeana.
- Martín, J. P. (2002). *Ingeniería de ríos*. Barcelona: Edicions UPC.
- MEA. (2003). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press.
- (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Naredo, J. (2003). Instrumentos para paliar la insostenibilidad de los sistemas urbanos. En T. (. Arenillas Parra, *Ecología y Ciudad. Raíces de nuestros males y modos de tratarlos* (págs. 15-58). Madrid: El Viejo Topo.
- Pellicer, F. (2001). Ordenación paisajística de espacio fluviales en las ciudades mediterráneas. *Paisaje y ordenación del territorio*, 283-295.
- (2002). Paisajes fluviales de las ciudades del red C-6. En P. De la Cal, & F. Pellicer, *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza* (págs. 97-113). Zaragoza: Institución Fernando el Católico.

- Polo, M. (2014). Los servicios ecosistémicos de los ríos urbanos y su contribución en la adaptación al cambio climático en las ciudades mexicanas. *Investigación ambiental*, 6(1).
- Prominski, M., Stokman, A., Zeller, S., Stimberg, D., & Voermanek, H. (2012). *River, Space, Design. Planning strategies, methods and projects for urban rivers*. Basel: Birkhäuser. <https://doi.org/10.1515/9783034611732>
- Salvador, P. J. (2003). *La planificación verde en las ciudades*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Terradas, J., Franquesa, T., Parés, M., & Chaparro, L. (2011). *Ecología urbana. Investigación y Ciencia*.
- Verón, S., Jobbágy, E., Gasparri, I., Kandus, P., Easdale, M., Bilenca, D., Murillo, N., Beltrán, J., Cisneros, J., Lottici, V., Manchado, J., Orúe, E., Thompson, J. (2011). Complejidad de los servicios ecosistémicos y estrategias para abordarla. En P. Laterra, E. G. Jobbágy, & J. M. Paruelo, *Valoración de los servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Buenos Aires: INTA



## ANEXO

TÉCNICA	BH	ELEMENTOS ECOLÓGICOS		EQUIPAMIENTO		ABASTECIMIENTO		TOTAL
		V	VALOR SE	V	VALOR SE	V	VALOR SE	
H1	SEGURIDAD	6	0,1	5	0,16	2	1	3,40
	MATERIA	6	0,1	5	0,16	2	1,5	4,40
	SALUD	6	0,1	5	0,33	2	1,5	5,25
	RELACIONES	6	0,03	5	0,33	2	0,5	2,83
H2	SEGURIDAD	6	0,1	1	0,16	2	1	2,76
	MATERIA	6	0,1	1	0,16	2	1,5	3,76
	SALUD	6	0,1	1	0,33	2	1,5	3,93
	RELACIONES	6	0,03	1	0,33	2	0,5	1,51
H3	SEGURIDAD	27	0,1	5	0,16	2	1	5,50
	MATERIA	27	0,1	5	0,16	2	1,5	6,50
	SALUD	27	0,1	5	0,33	2	1,5	7,35
	RELACIONES	27	0,03	5	0,33	2	0,5	3,46
H4	SEGURIDAD	6	0,1	3	0,16	2	1	3,08
	MATERIA	6	0,1	3	0,16	2	1,5	4,08
	SALUD	6	0,1	3	0,33	2	1,5	4,59
	RELACIONES	6	0,03	3	0,33	2	0,5	2,17
H5	SEGURIDAD	0	0,1	2	0,16	0	1	0,32
	MATERIA	0	0,1	2	0,16	0	1,5	0,32
	SALUD	0	0,1	2	0,33	0	1,5	0,66
	RELACIONES	0	0,03	2	0,33	0	0,5	0,66
H6	SEGURIDAD	21	0,1	5	0,16	2	1	4,90
	MATERIA	21	0,1	5	0,16	2	1,5	5,90
	SALUD	21	0,1	5	0,33	2	1,5	6,75
	RELACIONES	21	0,03	5	0,33	2	0,5	3,28
A1	SEGURIDAD	30	0,1	5	0,16	2	1	5,80
	MATERIA	30	0,1	5	0,16	2	1,5	6,80
	SALUD	30	0,1	5	0,33	2	1,5	7,65
	RELACIONES	30	0,03	5	0,33	2	0,5	3,55
A2	SEGURIDAD	30	0,1	5	0,16	2	1	5,80
	MATERIA	30	0,1	5	0,16	2	1,5	6,80
	SALUD	30	0,1	5	0,33	2	1,5	7,65
	RELACIONES	30	0,03	5	0,33	2	0,5	3,55
A3	SEGURIDAD	30	0,1	6	0,16	2	1	5,96
	MATERIA	30	0,1	6	0,16	2	1,5	6,96
	SALUD	30	0,1	6	0,33	2	1,5	7,98
	RELACIONES	30	0,03	6	0,33	2	0,5	3,88
A4	SEGURIDAD	18	0,1	5	0,16	2	1	4,60
	MATERIA	18	0,1	5	0,16	2	1,5	5,60
	SALUD	18	0,1	5	0,33	2	1,5	6,45
	RELACIONES	18	0,03	5	0,33	2	0,5	3,19
A5	SEGURIDAD	30	0,1	5	0,16	2	1	5,80
	MATERIA	30	0,1	5	0,16	2	1,5	6,80
	SALUD	30	0,1	5	0,33	2	1,5	7,65
	RELACIONES	30	0,03	5	0,33	2	0,5	3,55

Cuadro A. Valores de los SE en relación con el BH (Fuente: elaboración propia)

Por ejemplo, para el cálculo de los datos totales de la técnica H1:

$$\text{Seguridad} = (2*3) * 0,1 + (5*1) * 0,16 + (1*2) * 1 = 3,40$$

$$\text{Materia} = (2*3) * 0,1 + (5*1) * 0,16 + (1*2) * 1,5 = 4,40$$

$$\text{Salud} = (2*3) * 0,1 + (5*1) * 0,33 + (1*2) * 1,5 = 5,25$$

$$\text{Relaciones sociales} = (2*3) * 0,03 + (5*1) * 0,33 + (1*2) * 0,5 = 2,83$$

La columna *TOTAL* corresponde con el resultado presentado en *Resultados*, antes de ser transformado en porcentaje. Para el cálculo de los porcentajes se ha optado por tomar como

referencia el valor posible máximo, correspondiente a A3, para comparar las técnicas entre sí, ya que si se tomara como base el 100%, se estaría despreciando la variable SE:

Seguridad = 5,96      Salud = 7,98

Materia = 6,96      Relaciones sociales = 3,88

TÉCNICA	SEGURIDAD	MATERIAS PRIMAS	SALUD	RELACIONES SOCIALES
H1	21,41	27,71	33,06	17,82
H2	23,08	31,44	32,86	12,63
H3	24,11	28,50	32,22	15,17
H4	22,13	29,31	32,97	15,59
H5	16,33	16,33	33,67	33,67
H6	23,52	28,32	32,41	15,75
<b>EH</b>	<b>22,85</b>	<b>28,57</b>	<b>32,66</b>	<b>15,92</b>
A1	24,37	28,57	32,14	14,92
A2	24,37	28,57	32,14	14,92
A3	24,05	28,09	32,20	15,66
A4	23,19	28,23	32,51	16,08
A5	24,37	28,57	32,14	14,92
<b>EA</b>	<b>24,10</b>	<b>28,41</b>	<b>32,22</b>	<b>15,27</b>

Cuadro B. Proporción (%) bienestar humano por cada técnica (Fuente: elaboración propia).

TÉCNICA	SEGURIDAD	MATERIAS PRIMAS	SALUD	RELACIONES SOCIALES
H1	57,05	63,22	65,79	72,94
H2	46,31	54,02	49,25	38,92
H3	92,28	93,39	92,11	89,18
H4	51,68	58,62	57,52	55,93
H5	5,37	4,60	8,27	17,01
H6	82,21	84,77	84,59	84,54
<b>EH</b>	<b>55,82</b>	<b>59,77</b>	<b>59,59</b>	<b>59,75</b>
A1	97,32	97,70	95,86	91,49
A2	97,32	97,70	95,86	91,49
A3	100,00	100,00	100,00	100,00
A4	77,18	80,46	80,83	82,22
A5	97,32	97,70	95,86	91,49
<b>EA</b>	<b>93,83</b>	<b>94,71</b>	<b>93,68</b>	<b>91,34</b>

Cuadro C. Proporción (%) bienestar humano por cada técnica, basado en el aporte posible máximo (A3) (Fuente: elaboración propia).