

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS URBANOS SEGÚN EL MODELO DE VARSOVIA

The Urban Ecosystem Services and the City of Warsaw as an Example

Iwona SZUMACHER¹
Ewa MALINOWSKA²

Fecha de recepción: julio del 2013
Fecha de aceptación y versión final: diciembre del 2013

RESUMEN: Los servicios ecosistémicos urbanos son una iniciativa joven emprendida por las Naciones Unidas. El presente artículo tiene el objetivo de explicar los objetivos de estos utilizando el ejemplo de Varsovia, una ciudad en continua transformación, en la cual las áreas verdes son un importante elemento del manejo del espacio.

PALABRAS CLAVE: servicios ecosistémicos, relaciones ciudad – medioambiente, Varsovia.

ABSTRACT: Urban Ecosystem services are a recent initiative proposed by the United Nations. This article aims to explain the objectives of these using the example of Warsaw, a city in continuous transformation, in which green areas are an important element of space management.

KEYWORDS: ecosystem services, city – environment relations, Warsaw.

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2000, con el objetivo de cuidar de los ecosistemas, la Organización de las Naciones Unidas emprendió la iniciativa conocida como Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millenium Ecosystem Assessment). Cinco

¹ Iwona SZUMACHER – Doctora, Profesora en la Facultad de Geografía y Estudios Regionales, Universidad de Varsovia.

² Ewa MALINOWSKA – Doctora, Profesora en la Facultad de Geografía y Estudios Regionales, Universidad de Varsovia.

años más tarde, en 2005, publicaría su informe del que se colige que dos de las tres funciones de los ecosistemas están en vías de extinción o amenazados. Esta estimación hacía referencia tanto a los ecosistemas naturales como a los creados por el hombre, es decir, terrenos de cultivo y urbanos. Para realizar tal valoración, se tomó en cuenta las relaciones entre ecosistemas, calidad de vida del ser humano y servicios ecosistémicos. El informe “La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio” (2005) dice entender por servicios ecosistémicos: “las aportaciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano”. Entre los servicios que ofrecen los ecosistemas se pueden distinguir los siguientes: provisiónamiento, regulación, apoyo (soporte) y cultura (EM 2005). Esta es tan solo una de las muchas definiciones existentes, aunque la más frecuentemente citada y aplicada, al igual que la división, arriba mencionada, en cuatro categorías de servicios ecosistémicos (cuadro 1).

Hasta la década de los noventa, el concepto de “servicios ecosistémicos” (*ecosystem services*) no fue desarrollado con intensidad, de modo que los investigadores aún no han elaborado ni una definición estandarizada, ni un sistema de mediciones cuantitativas y cualitativas, que pueda permitir una identificación unívoca de los servicios y una cuantificación comparativa³. Mientras que una valoración bien efectuada de los servicios ecosistémicos es una cuestión fundamental desde el punto de vista, por ejemplo, de la defensa de los ecosistemas, siguen apareciendo nuevos programas que aseguran su apoyo a los propie-

³ Costanza, R., et al. (1997), “The Values of the World’s Ecosystem Services and Natural Capital”, *Nature*, No. 387, pp. 253-260. Daily, G. C. (1997), “What are Ecosystem Services?” en: *Nature’s Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*, ed. G. Daily, Island Press, Washington, D.C., pp. 1-10; de Groot R.S., Wilson M. A., Boumans R. M. J. (2002), “A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services”, *Ecological Economics*, No. 41, pp. 393–408; de Groot R.S., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemsen L. (2010), “Challenges in Integrating the Concept of Ecosystem Services and Values in Landscape Planning, Management and Decision Making”, *Ecological Complexity*, No. 7, pp. 260-272; *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis* (2005), Island Press, Washington, D.C.; Wallace K. J. (2007), “Classification of Ecosystem Services: Problems And Solutions”, *Biological Conservation*, No.139, pp. 235-246; Costanza R. (2008), “Ecosystem Services: Multiple Classification Systems Are Needed”, *Biological Conservation*, No. 141, pp. 350-351; Boyd, J., Banzhaf, S. (2007), “What are Ecosystem Services? The Need for Standardized Environmental Accounting Units”, *Ecological Economics*, No. 63 (2-3), pp. 616-626; Fisher B., Turner R. K. (2008), “Ecosystem Services: Classification for Valuation”, *Biological Conservation*, No. 141, pp.1167-1169; Fisher B., Turner R. K., Morling P. (2009), “Defining and Classifying Ecosystem Services for Decision Making”, *Ecological Economics*, No. 68, pp. 643-653.

tarios de los terrenos protectores de servicios ecosistémicos y les recompensan por las potenciales pérdidas (MA 2005). Por ejemplo, en 27 países de la Unión Europea, los programas de agricultura medioambiental abarcan un territorio equivalente a 36,5 ha y se elevan a una suma de 4,5 mil millones de euros. Los PSA, Pagos por Servicios Ambientales (PES, Payment for Ecosystem Services) son unas retribuciones a cambio del servicio o la utilización de la tierra que, en un alto porcentaje de probabilidades, contribuirán a la protección de estos mismos servicios (UNEP/IUCN 2007). Sin embargo, la defensa de los ecosistemas y los beneficios de que el ser humano puede gozar gracias a ellos, también concierne a los ecosistemas urbanos.

En las ciencias naturales, la ciudad es considerada como un único ecosistema abierto o como un mosaico de ecosistemas estructurados según un sistema jerarquizado de elementos abióticos y bióticos, muy cercano al de los sistemas naturales y en el cual se produce circulación de materia y energía⁴. Naturalmente, los ecosistemas de la ciudad han sido, en gran medida, formados por el hombre y dominados por él, pero pese a ello, pueden ser mantenidos y pueden mejorar la calidad de vida en la ciudad mediante la prestación de servicios ecosistémicos. Son, por ejemplo, agua potable, aire puro, defensa contra las inundaciones. El mantenimiento y el buen funcionamiento de los ecosistemas urbanos constituyen la base para un desarrollo equilibrado de la ciudad, puesto que ejercen una influencia positiva en el bienestar del ser humano y en la actividad económica. La economía de los ecosistemas y la biodiversidad (TEEB) publicó en el año 2011 el *Manual TEEB para las ciudades: servicios ecosistémicos en la ciudad* (TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban el cual nos introduce a la temática de los servicios ecosistémicos, nos muestra cómo estimar su valor y cómo tomarlos en cuenta para la economía espacial. Los autores constatan que el deterioro de los ecosistemas urbanos provoca la desaparición de los beneficios que de ellos pueden gozar sus habitantes; además, su recuperación o la introducción de soluciones alternativas resultaría ser una empresa costosa e incluso, más de una vez, imposible de llevar a cabo.

⁴ Zimny R. (1988), *Czym naprawdę oddychamy*, KIW, Warszawa, Szulczewska B.; Kaftan J. (red.) (1996), *Kształtowanie Systemu Przyrodniczego Miasta*. Instytut Gospodarki Przemysłowej i Komunalnej, Warszawa; Bartkowski T. (1986), *Zastosowanie geografii fizycznej*, PWN, Warszawa.

CUADRO 1. Servicios ecosistémicos en el ecosistema urbano

Servicios ecosistémicos		Parques	Piazolelas ajardinadas, jardines	Cementerios	Huertos parcelados	Bosques	Cultivo de hortalizas y jardinería. Terrenos de labor	Prados y pastos	Aguas
Servicios de aprovisionamiento	Producción de provisiones				x	x	x	x	x
	Materias primas				x	x	x	x	
	Aprovisionamiento de agua								x
Servicios de regulación	Regulación de la composición del aire	x	x	x	x	x		x	x
	Regulación del clima Regulación ambiental	x	x	x	x	x			x
	Regulación de fenómenos extremos					x		x	
	Regulación de procesos de los suelos	x			x	x	x	x	
	Regulación de residuos y autodepuración	x	x	x	x	x			
Servicios de soporte	Circulación de elementos	x		x	x	x	x	x	
	Función habitacional	x		x	x	x	x	x	
	Ciclo hidrológico	x	x	x	x	x	x	x	x
Servicios culturales	Funciones estéticas	x	x	x	x	x		x	x
	Recreativas	x	x		x	x		x	x
	Recursos culturales y artísticos	x	x	x	x	x			
	Funciones espirituales	x		x		x			x
	Ciencia y educación	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: elaboración propia.

El objetivo del presente estudio es la presentación de los ecosistemas urbanos de Varsovia y de algunos de los servicios prestados por ellos, a base de los resultados obtenidos de los análisis realizados en la Sección de Geoecología del Departamento de Geografía y Estudios Regionales de la Universidad de Varsovia, así como de los resultados publicados por otros centros investigadores.

2. TERRENOS VERDES URBANOS, SISTEMA NATURAL DE VARSOVIA

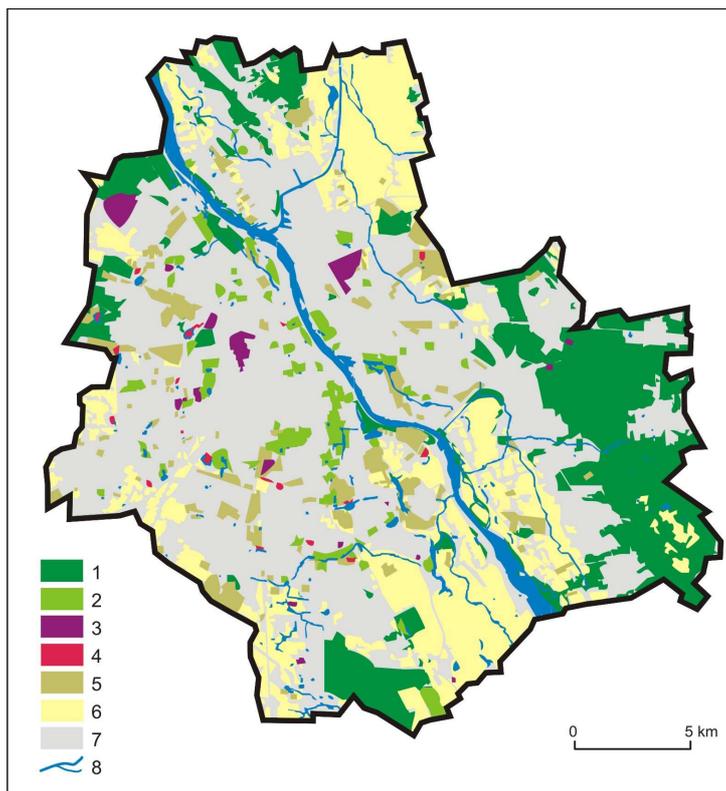
Varsovia es la mayor ciudad de Polonia por lo que se refiere a la superficie (51 724 hectáreas) y al número de habitantes (1 711 324). Yace a orillas del río Vístula, cuyo valle, de bajo nivel de conversión antropogénica, constituye el principal eje natural de la ciudad, que desempeña funciones climáticas, hidrológicas y biológicas. En sus cercanías, y también parcialmente dentro mismo de la ciudad, se han conservado muchas zonas protegidas.

A saber: el Parque Nacional de Kampinos y dos parques paisajísticos, el Mazowiecki y el Parque Paisajístico Chojnowski, que junto al área Natura 2000 forman la cobertura básica ecológica de Varsovia, es decir, la parte principal del llamado cinturón verde. Además, en el terreno mismo de la ciudad se hallan 12 reservas naturales (con una superficie conjunta de más de un 5% de la superficie, algo extraordinario en la escala de las grandes ciudades europeas), la zona Natura 2000, terrenos ecológicos, numerosos monumentos naturales y otros.

En los límites de la ciudad se encuentran diversas clases de terrenos verdes (cuadro 2, ilustración 1), entre los cuales aparecen parques procedentes de diferentes épocas, de los que buena parte gozan de carácter histórico. Se cuentan entre ellos jardines barrocos, jardines sentimentales, parques paisajísticos del siglo XIX, parques urbanos del siglo XX de estilo paisajístico y parques modernistas. Elemento fundamental de las zonas verdes urbanas son las plazuelas ajardinadas y jardincillos. Suelen estar ubicadas junto a zonas habitadas, lo que posibilita el contacto con la naturaleza a los habitantes de la vecindad, desempeñando a la vez un importante papel en la creación de la imagen general del espacio urbano. Los bosques, situados normalmente en la periferia de la ciudad, constituyen una reserva de aire puro y de recreo para sus habitantes. Su significativa presencia en el conjunto de la superficie de la urbe hace que Varsovia sea una de las pocas capitales europeas con una boscosidad tan importante (alre-

dedor del 17%). Los huertos apartelados y los terrenos rurales son, a su vez, un lugar de cultivo, sobre todo hortícola, e incluso en ocasiones agrícola.

ILUSTRACIÓN 1. Principales clases de terrenos biológicamente activos



Fuente: *Estudios ecofisiográficos...*, 2006, complementados, parcialmente cambiados.

1. bosques, 2. parques y terrenos ajardinados, 3. zonas verdes de cementerios, 4. zonas verdes en fortificaciones, 5. huertos apartelados, 6. tierras de cultivo, 7. terrenos que incluyen zonas verdes, ajardinadas, jardincillos frente a las casas y otros, 8. aguas superficiales.

A principios de los noventa, ante la necesidad de planificación espacial de la ciudad de Varsovia, fue elaborado el Sistema Natural de la Ciudad⁵, cuyos

⁵ Szulczewska, Kaftan, op. cit., Kaliszuk E. (2005), *Funkcje Systemu Przyrodniczego Miasta w kształtowaniu warunków środowiska przyrodniczego na przykładzie Warszawy*”, en: *Prace i Studia Geograficzne*, T. 36. Wydział Geografii i Studiów Regionalnych. Warszawa.

elementos básicos son: zona natural, terrenos de apoyo de la zona natural, otras restantes zonas verdes urbanas y zonas de cambios y regeneración del aire (ilustración 2).

CUADRO 2. Superficie de los terrenos abiertos según su destinación utilitaria en el año 2012

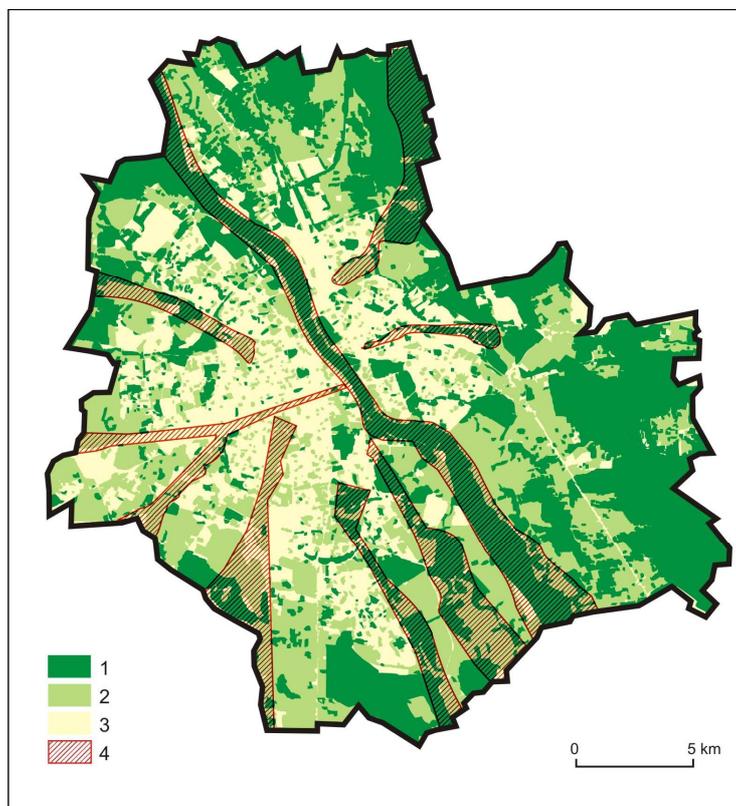
Clase de superficie	Superficie en ha
Superficie total de Varsovia	51724
Terrenos de cultivo	12 243
- tierras de labranza	9 138
- huertos	235
- prados y pastos permanentes	2 229
- terrenos de cultivo edificados cerca de estanques y zanjas	641
Terrenos boscosos, arbolados y de matorrales	8 777
Terrenos cerca de aguas	1 687
Parques	1 212
Jardines botánicos y zoológicos	80
Zonas verdes y ajardinadas	47
Huertos aparcados	1 853

Fuente: *Revista Estadística de Varsovia*, 2012.

Fueron delimitadas otras categorías de terrenos tras haber sido realizados análisis particulares de los procesos climáticos, hidrológicos y biológicos surgidos en los límites mismos de la ciudad. El Sistema Natural de Varsovia fue tenido en cuenta en la elaboración, para esta ciudad, del Estudio de las Condiciones y Direcciones de la Planificación de la Explotación del Suelo (2006) que tenía como fin “...excluir de la urbanización intensa ciertas zonas de la ciudad, así como el funcionamiento adecuado de la naturaleza en la urbe...”, como condición imprescindible para la mejora de la calidad de vida de sus habitantes en la esfera dependiente del medio natural. Sin embargo, del análisis actual y del alcance previsto en el Sistema Natural de Varsovia en cuanto a las zonas incluidas en los planes establecidos, se deduce que parte de los terrenos esenciales para el

funcionamiento del medio natural en la región de Varsovia será economizada de tal modo, que se provocará un empeoramiento en las posibilidades de cumplir con su función propia, es decir, la natural⁶. En relación a ello, se hace necesario indicar los beneficios de que gozan los habitantes de Varsovia, gracias a la presencia de los ecosistemas en el espacio de su ciudad.

ILUSTRACIÓN 2. Sistema Natural de Varsovia



Fuente: *Estudios ecofisiográficos...*, 2006, simplificados.

1. zona natural, 2. zona de apoyo, 3. terrenos fuera del sistema.

⁶ Opracowanie ekofizjograficzne do Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego m. st. Warszawy, 2006.

3. SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO: PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS DE ORIGEN ORGÁNICO

La producción de alimentos en Varsovia es posible gracias a la presencia de campos de labranza y huertos aparcados de carácter familiar. Las tierras cultivables (terrenos arables, huertos, prados y pastos, estanques naturales) abarcan en Varsovia 12 243 ha, es decir, constituyen un 23% de la superficie de la ciudad, siendo los terrenos destinados al cultivo de cereal los más numerosos (*Revista estadística de Varsovia 2012*). Según el Registro (Censo) Agrícola 2010⁷ el número de animales de granja se eleva a: 4 427 cabezas de ganado vacuno; 25 023 de ganado porcino; 133 732 aves de corral.

En el territorio de Varsovia se encuentran 180 huertos aparcados de carácter familiar y laboral (alrededor de 5 000 parcelas individuales, que abarcan 1853 ha, es decir, un 3,2% de la superficie total de la ciudad (cuadro 2). Ya a comienzos del siglo XX, se instalaron en Varsovia las primeras parcelas, por lo general en terrenos baldíos, cerca de campos de cultivo, prados y bosques. Hasta mediados de la década de los noventa, predominó claramente la utilización productiva hortícola; en la actualidad, son más frecuentes los jardines de carácter hortelano-decorativo, o simplemente decorativo. En cierta medida, esto guarda relación con la conciencia generalizada de la contaminación que sufre el cultivo de frutas y verduras. El cultivo y cuidado del césped se da, hoy en día, en el 56% de los jardines estudiados; el de las flores, en un 72%; por su parte, los árboles y arbustos crecen en prácticamente todas las parcelas, un 96%. El cultivo contributivo de verduras se ha reducido considerablemente y, en la actualidad, aparece tan solo en un 28% de la superficie. Otras formas de explotación (cultivo en laminado, estanques, etc.)⁸ apenas llegan al 5%. El sondeo llevado a cabo entre los parceleros del Huerto Familiar “Defensores de la Paz” (levantado en el año 1902) vino a mostrar que, actualmente, los huertos aparcados son ante todo un lugar de descanso junto a la familia y amigos⁹. Su función primigenia, de carácter productivo, ha perdido su significado, pero se observa un incremento

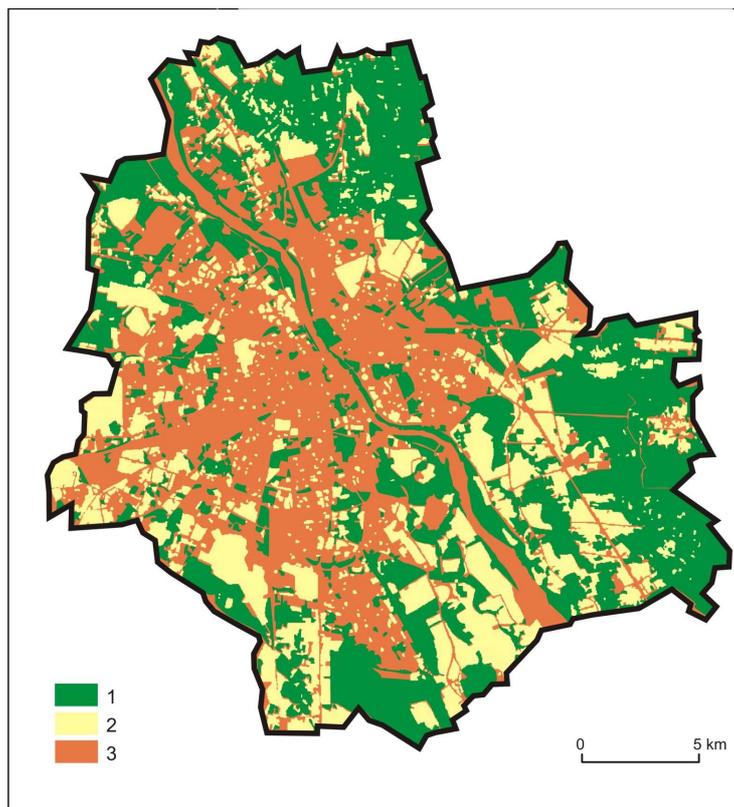
⁷ *Revista estadística de Varsovia 2012*.

⁸ Polski Związek Działkowców (Asociación Polaca de los Arrendatarios de los Huertos Aparcados), <http://www.pzd.pl>.

⁹ Kukwa K. (2011), *Rola ogrodów działkowych na przykładzie ogrodu im. Obrońców Pokoju w Warszawie* (manuscrito), WGiSR UW.

del interés por los huertos entre la gente joven, para quienes el cultivo de verduras y frutas se ha convertido en una forma atractiva de pasar el tiempo libre.

ILUSTRACIÓN 3. Producción de biomasa



Fuente: *Estudios ecofisiográficos...*, 2006, simplificados.

1. terrenos con gran producción de biomasa, 2. terrenos con producción variable de masa (por influencia de los cultivos o cuidados de la tierra), 3. terrenos con producción insignificante de biomasa o con incapacidad para producirla.

En Varsovia, los bosques y terrenos arbolados y con matorrales ocupan 8 777 ha (16,9% de la superficie de la ciudad)¹⁰. Todos los bosques del área de la ciudad de Varsovia gozan de estatus de bosques protegidos, lo que significa

¹⁰ *Revista Estadística Varsovia*, 2012.

que desempeñan, sobre todo, una función natural vinculada a la formación de las condiciones de vida urbana para el ser humano. Los bosques ostentan en la ciudad no solo una función ecológica y social, sino también productiva (económica) consistente en la capacidad de producir biomasa y en la continua repetición de este proceso, lo que permite concentrarse en la explotación maderera y, en consecuencia, en el logro de ingresos gracias la venta de mercancías y servicios. Por lo tanto, la economía forestal gestionada en estos bosques está basada en el cultivo y la defensa misma del bosque.

Las unidades institucionales, que mantienen su actividad en la agricultura, los bosques, la caza y la pesca en el área de la ciudad de Varsovia, son las que presentan la menor generación de valor añadido bruto (VAB). En 2010 ascendió a 56 millones de zlotys. En comparación, por ejemplo, con el año 2000, se incrementó en 24 millones¹¹.

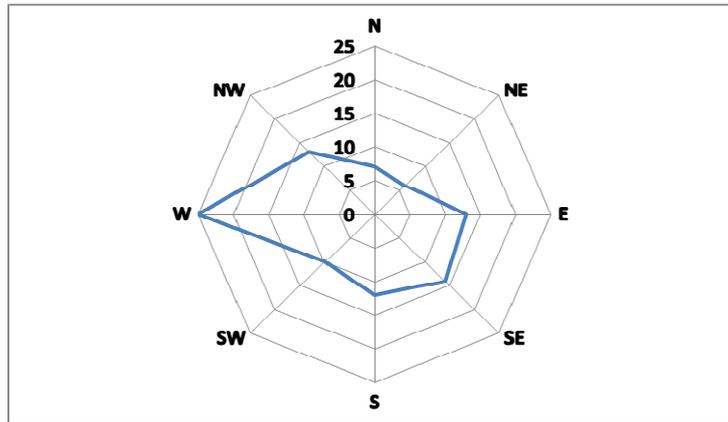
4. SERVICIOS DE REGULACIÓN: REGULACIÓN DEL CLIMA LOCAL

Varsovia es una de las pocas ciudades donde se empezaron a realizar mediciones meteorológicas hace más de 300 años, es decir, en el siglo XVII¹². Ya en el año 1655, dentro del marco de la llamada red florentina, se llevaron a cabo en esta ciudad observaciones de la temperatura del aire. Se efectuaron mediciones regulares en tiempos de J.W. Bystrzycki, físico de la corte del rey Estanislao Augusto, y más tarde, a caballo entre los siglos XVIII y XIX, de Antonio Magier. Las mediciones efectuadas en la actualidad indican que el clima de Varsovia se forma por el incesante frotamiento de masas de aire atlánticas y continentales, lo que provoca un predominio de la afluencia de aire desde el oeste (ilustración 4) y una diversidad de los restantes parámetros climáticos (cuadro 3).

¹¹ *Revista estadística de Varsovia 2012.*

¹² Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (Instituto de Meteorología e Hidrología), www.imgw.pl.

ILUSTRACIÓN 4. Mapa de las direcciones del viento en Varsovia en los años 1971-2000



Fuente: *Estudios ecofisiográficos...*, 2006.

CUADRO 3. Condiciones climáticas de Varsovia

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Temperatura °C 1951-1980	-3,4	-2,6	1,4	7,5	12,9	17,0	18,1	17,4	13,2	8,4	3,3	-0,8	Media: 7,7
Temperatura °C 2011	-0,6	-3,6	3,3	11,1	14,4	19,0	18,1	18,9	15,1	8,5	3,0	2,6	Media: 9,1
Precipitaciones mm 1951-1980	23	25	23	34	52	64	76	58	43	39	37	31	Total: 505
Precipitaciones mm 2011	39	21	8	34	48	49	295	62	7	9	0	32	Total: 60

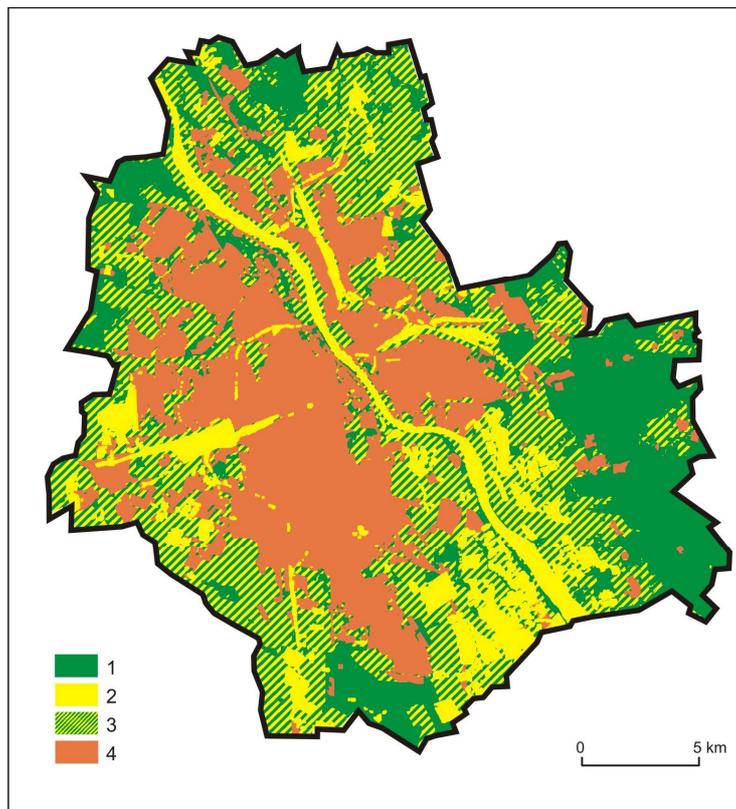
Fuente: *Estudios ecofisiográficos...* 2006, Revista estadística de Varsovia 2012.

Las edificaciones, las diversas condiciones de la corriente del agua, la contaminación atmosférica y el calentamiento artificial provocan cambios en todos los parámetros meteorológicos. Se hace característica la aparición de una zona agrandada de precipitaciones por el lado de sotavento, así como el fenómeno conocido como islas de calor, zonas con la temperatura elevada del aire que afecta a los barrios del centro, siendo en verano alrededor de 1° C más cálida y en invierno un 0,6° C. En ciertos casos, cuando el cambio de aires con los terrenos de fuera de la ciudad es débil, la diferencia entre el centro y la periferia puede ser de varios grados. En el centro de la capital esta nublado, es más seco y goza de una menor ventilación. Estos rasgos son también propios de otras grandes ciudades, pero no todos las urbes tienen unas condiciones locales tan diversas, provocadas por esa específica circulación urbana, forzada sobre todo por la presencia del valle del Vístula. Los terrenos climáticos menos favorables son los situados bajo pendiente; los mejores, los barrios abiertos ubicados por encima de la pendiente, cerca de las llamadas cunas de aire que se asocian, por su parte, a las franjas verdes urbanas y suburbanas de Varsovia. El valle del Vístula es el climatizador natural de Varsovia. Por ahí, en verano, fluye hasta la capital el aire más fresco y puro del noroeste; en invierno, cuando predominan los vientos suroccidentales, el valle los dirige hacia el norte (ilustración 5).

La regulación del clima local gracias a los ecosistemas urbanos, sobre todo gracias a los parques de gran superficie, a los bosques y a los huertos parcelados, se forma con toda claridad durante el verano, en la temporada de radiación solar, desde las horas del mediodía, cuando el suelo empieza a desprender calor. Por la noche, se da la máxima diferencia de temperatura entre los terrenos edificados y los parques. La causa de tal diferencia radica en la diversidad del proceso de absorción del calor por la vegetación y su pérdida posterior a través de la evaporación y la transpiración. La capacidad de atenuar la calidez de las islas de calor urbanas puede percibirse fuera de las zonas verdes o, por el contrario, puede resultar debilitada a resultas de la afluencia de aire cálido desde los terrenos edificados. Ello dependerá de la velocidad y la dirección del viento, así como de la clase de edificación que rodee el parque. A lo largo del día, las condiciones térmicas son desfavorables para la gente, debido a la libre y directa radiación solar sobre la superficie de la tierra (falta de sombra). El aire, por encima del parque, que penetra en los terrenos vecinos, tiene casi la misma temperatura y no atenúa los efectos de las islas de calor. Por otra parte, no solo la vegetación decide de las buenas condiciones de humedad en el terreno del parque,

también tiene su importancia la presencia de estanques de gran superficie. En comparación con la humedad del aire de los terrenos que lo rodean, la del parque resulta ser mayor en las horas del mediodía y del atardecer.

ILUSTRACIÓN 5. Funciones climáticas de Varsovia



Fuente: Estudios ecofisiográficos 2006, simplificados.

1. zonas de regeneración del aire , 2. zonas de ventilación, 3. zonas de regeneración y ventilación, 4. zonas reductoras de ventilación, gravosas.

Los análisis climáticos, realizados sobre la marcha en algunos parques, bosques y jardines parcelados en Varsovia¹³, confirmarían las tendencias gene-

¹³ Gajewski T. (2009), *Funkcje ekologiczne Lasku na Kole w Warszawie*, tesis de maestría, WGiSR UW; Konopski M. (2007), *Funkcje ekologiczne Pola Mokotowskiego*, tesis de maes-

rales antes descritas. Los resultados obtenidos vienen a probar que el clima de los terrenos verdes locales, urbanos, analizados, se diferencia notablemente de las condiciones térmicas y de humedad del de las zonas edificadas de la ciudad. Las diferencias de las medias estacionales en cuanto a los parámetros meteorológicos entre las zonas verdes y las zonas edificadas se elevan en el caso de la humedad relativa a: en verano de un 7 a un 8%, en invierno de un 3 a un 3,5%; en cambio, por lo que se refiere a la temperatura: en verano, va de un 2 a un 4% y en invierno de un 1 a un 2%. Los terrenos verdes conforman “islas de frescor y humedad” tanto en la estación de calor, como en la fría y, por ende, deberían ser especialmente protegidos en el caso de cambiar su superficie natural por otra de hormigón (cuadro 4, ilustración 6).

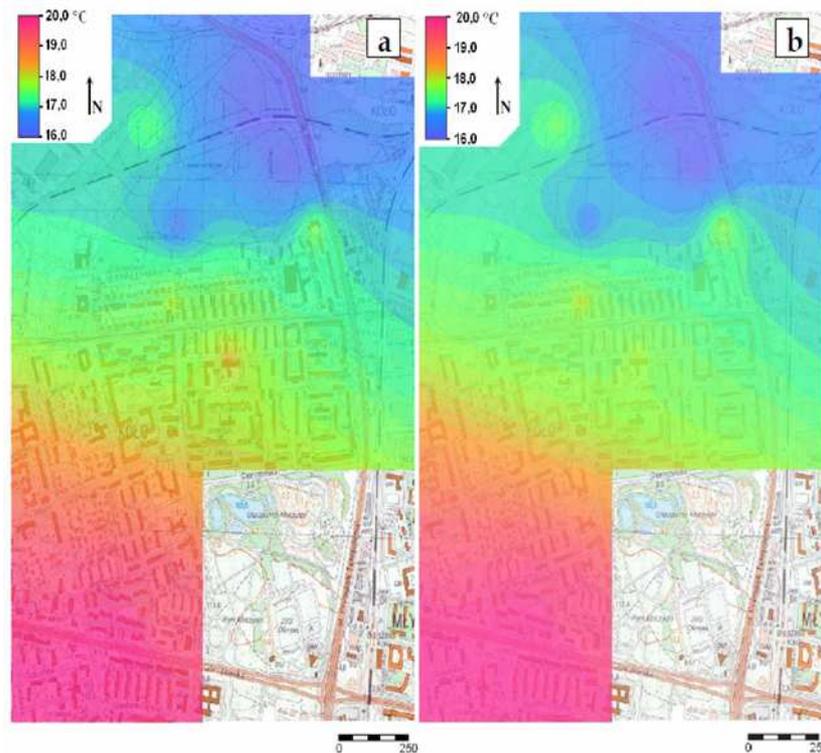
CUADRO 4. Resultados medios de las mediciones de temperatura y humedad del aire en los límites de los Campos de Mokotów y del Huerto Familiar de Parcelas “Defensores de la Paz”

Lugar de la medición		Temperatura del aire (°C), h. 8.00	Temperatura del aire (°C), h. 16.00	Humedad relativa (%), h. 8.00	Humedad relativa (%), h. 16.00
Campo de Mokotow (Pole Mokotowskie)	Parque	15,9	21,3	65	68
	Terreno edificado circundante	18,2	22,6	70	59
Huerto de Parcelas “Defensores de la Paz (Ogród działkowy im. Obrońców Pokoju)”	Jardín	14,3	20,8	77	69
	Terreno edificado circundante	17,6	23,1	56	50

Fuente: Konopski 2007, Malinowska, Szumacher 2008.

tría, WGiSR UW, Malinowska E.; Szumacher I. (2008a), “Rola ogródków działkowych w krajobrazie lewobrzeżnej Warszawy”, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, No. 22, pp. 139-150; Sikorski P.; Jackowiak K.; Szumacher I. (2008), “Interdisciplinary Environmental Studies in Urban Parks as a Basis for their Sustainable Management”, *Miscellanea Geographica*, vol. 13, pp. 21-32.

ILUSTRACIÓN 6. Temperaturas en Lasek na Kole y alrededores a las 8:00 horas a la altura de 0,25m (a) y a la de 1,5 m (b) sobre la superficie de la tierra



Fuente: Gajewski T. (2009), *Funkcje ekologiczne...*, op. cit..

5. SERVICIOS DE REGULACIÓN: REGULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

En la ciudad se puede llevar a cabo una depuración parcial del aire de impurezas antropogénicas, gracias a la concentración de sustancias químicas en los suelos y coberturas vegetales. El nivel de dicha concentración deriva de la capacidad de filtración en relación con la contaminación del aire. Este proceso tiene lugar de un modo más intenso cuando existe pleno follaje y cuando la capa de la tierra es una superficie biológicamente activa¹⁴. Por otra parte, en invierno

¹⁴ Szumacher I. (2005), "Funkcje ekologiczne parków miejskich", *Prace i Studia Geograficzne*, T. 36, pp. 107-120.

la mayor parte de las sustancias químicas es absorbida por la capa de nieve o, en su falta, por la superficie del suelo. Los análisis de capacidad de filtración de los ecosistemas estudiados (parque con vegetación preparada, bosque, huerto parcelado) fueron llevados a cabo en el año 2000 mediante métodos bioindicativos con utilización de transplantes de musgo turberal (*Sphagnum fuscum*) y de líquen (*Hypogymnia physodes*), gracias a los cuales se pudieron identificar deposiciones de metales pesados y compuestos sulfúricos en el suelo¹⁵. Se realizaron asimismo estudios complementarios de estas sustancias a base del análisis de la composición química de la capa de nieve.

Las biopruebas realizadas indicaron una capacidad básica de filtraje de la vegetación en lo referente a los metales pesados, que crece con la altura y el nivel de frondosidad de la misma. Tras una exposición de alrededor de 8 semanas de las pruebas en cada una de las áreas estudiadas, el nivel de concentración de los elementos analizados se multiplicó varias veces e indicó un sistema espacial específico (ilustración 7). El mayor aumento de crecimiento se registró en la zona de hasta 150 metros de los límites del terreno verde, señalizando un lento descenso, a medida que aumentaba la lejanía de los terrenos circundantes con vías de comunicación y áreas edificadas, y alcanzando el mínimo en la parte central del terreno.

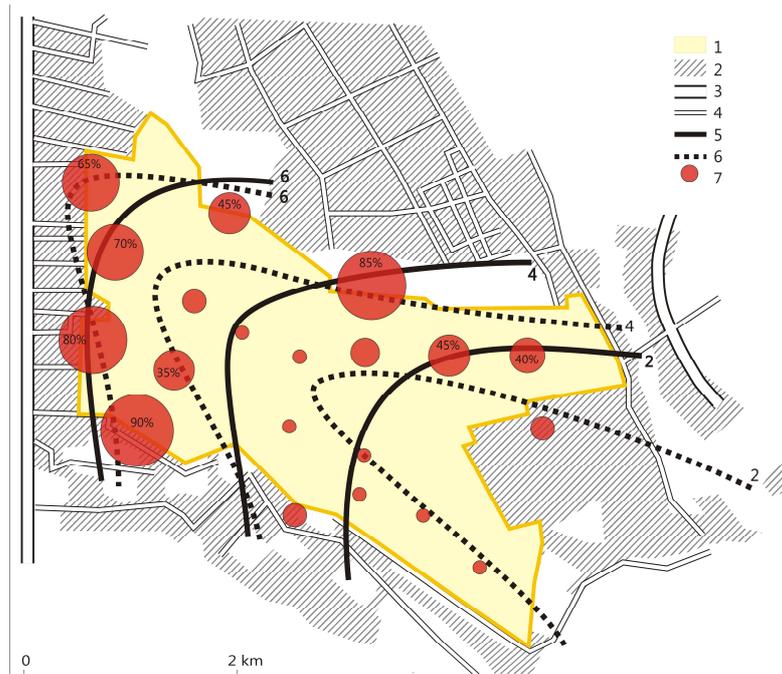
En esa misma zona se dio la mayor desaparición de talos de los líquenes estudiados (ilustración 7), lo que nos habla de una exposición más intensa a la contaminación de gas procedente de las emisiones de los medios de transporte. Esta norma no fue observada en el caso de los compuestos sulfúricos, debido a que estos son emitidos desde grandes emisores de instalaciones energéticas y transportados a las capas superiores de la atmósfera¹⁶.

TEEB –The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011), *TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban*.

¹⁵ Lechnio J., Malinowska E. (2005), “Wykorzystanie metod biomonitoringu do oceny dostawy atmosferycznej wybranych metali w rejonie PZM-P”, en: *Z problematyki funkcjonowania krajobrazów nizinnych*, Wyd. UW, Malinowska, Szumacher (2008a), op. cit., Malinowska, Szumacher (2008b) “Przestrzenne zróżnicowanie akumulacji wybranych pierwiastków w rezerwacie Las Kabacki w Warszawie”, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, No. 22, pp. 127-138, Malinowska E., Szumacher I. (2011), “Spatial and Temporal Environmental Changes of Urban Forested Park – the Royal Łazienki Park Warsaw Example”, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. XXX, pp. 157-168, Szumacher I. (2002a), “The Geoecological Characteristic of Łazienki Park in Warsaw”, en: *Landscape Ecological Methods for Strongly Transformed Areas*, WGSR UW, pp. 71-74.

¹⁶ *Estado del medio ambiente...*, <http://www.wios.warszawa.pl/>.

ILUSTRACIÓN 7. Resultados de las biopruebas de contaminación del aire en la zona de la reserva del Bosque Kabacki en Varsovia; valor medio en el periodo 2002-2008



Fuente: Malinowska, Szumacher 2008.

1. reserva natural del Bosque Kabacki, 2. terrenos edificados, 3. vías de comunicación de gran movimiento, 4. calles con tráfico local, 5. isóneas de frecuencia de aumento de la concentración de cadmio en las pruebas de musgo *Sphagnum fuscum* en relación a la prueba de control, 6. isóneas de frecuencia de aumento de la concentración de plomo en las pruebas de musgo *Sphagnum fuscum* en relación a la prueba de control 7. % porcentaje de desaparición del talo del líquen *Hypogymnia physodes*.

Los análisis de la capa de nieve efectuados en esos mismos puntos, en los cuales se expuso las pruebas de musgo, indicaron que la mayor mineralización se produce de modo característico en la capa de nieve más directamente cercana a las vías de comunicación y a los terrenos edificados¹⁷, lo cual viene

¹⁷ Malinowska E.; Szumacher I. (2008a), "Rola ogródków działkowych w krajobrazie lewo-brzeżnej Warszawy", *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. 22, pp. 139-150; Malinowska E., Szumacher I. (2008b), "Przestrzenne zróżnicowanie akumulacji wybranych pierwiastków w rezerwacie Las Kabacki w Warszawie", *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. 22, pp. 127-

a significar que los terrenos verdes urbanos, sobre todo las zonas ecotónicas, desempeñan un papel fundamental como filtros no solo en pleno follaje, sino también fuera del periodo vegetativo.

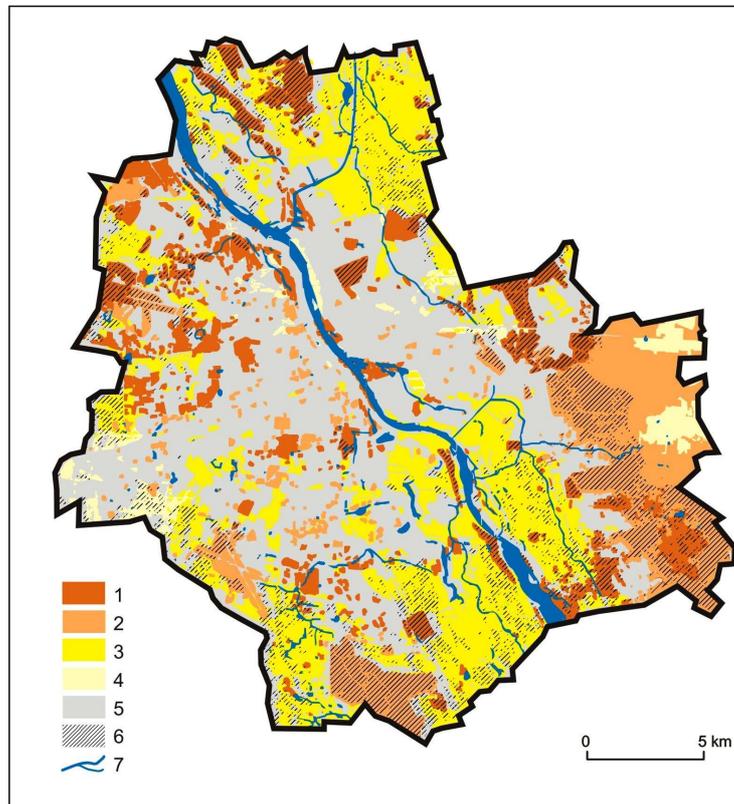
6. SERVICIOS DE REGULACIÓN: REGULACIÓN LA FERTILIDAD DEL SUELO

Los ecosistemas urbanos cumplen también un servicio regulador, el del mantenimiento de la fertilidad del suelo, condición imprescindible para el desarrollo adecuado de la vegetación y de lo que de ello se desprende, es decir, del funcionamiento biótico, climático e hidrológico del ecosistema urbano. En condiciones de una concentrada y multidireccional antropopresión propia de las edificaciones urbanas, los rasgos de los perfiles fisioquímicos y del suelo se ven sometidos a una gran transformación. La concentración de metales pesados en los suelos urbanos y su nivel de fermentación (ilustración 8) son los indicadores más utilizados de la antropopresión y de las amenazas para el ser humano y para todo el ecosistema con ella relacionados¹⁸.

137; Malinowska E., Szumacher I. (2011), "Spatial and Temporal Environmental Changes of Urban Forested Park – the Royal Łazienki Park Warsaw Example", *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. XXX, pp. 157-168; Szumacher I. (2002a), "The Geoecological Characteristic of Łazienki Park in Warsaw", en: *Landscape ecological methods for strongly transformed areas*, WGSU UW, pp. 71-74; Szumacher I. (2002b), "Selected Aspect of natural processes in urban Parks on the example of the Łazienki Park in Warsaw", *Miscellanea Geographica*, Vol. 10, pp. 41-46.

¹⁸ Czarnowska K. (1978), "Changes in the Content of Heavy Metals in Soils and Plants from Warsaw Area as an Indicator of Anthropogenization of the Environment" [in Polish], *Rozprawy Naukowe*, No. 106, Zeszyty Naukowe SGGW AR w Warszawie, p. 71; Haase D. (1998), "Urban Ecology in the new Federal Countries of Germany. Contamination of upper soils and urban atmosphere with heavy metals in Leipzig", *Arch. Für Nat.-Lands*, Vol. 37, pp. 45-58; Gallagher F. J., et al. (2008), Soil metal concentrations and vegetative assemblage structure in an urban brownfield. *Environmental Pollution*, No. 153, pp. 351-361; Acosta J. A. et al. (2009), "Distribution of metals in soil particle size fractions and its implication to risk assessment of playgrounds in Murcia City (Spain)", *Geoderma*, No. 149, pp. 101-109; Ajmone-Marsan F., Biasioli M. (2010), "Trace Elements in Soils of Urban Areas", *Water Air Soil Pollut*, No. 213, pp. 121-143; Czarnowska K. (1978), "Changes in the Content of Heavy Metals in Soils and Plants from Warsaw Area as an Indicator of Anthropogenization of the Environment", *Rozprawy Naukowe*, No. 106, Zeszyty Naukowe SGGW AR, Warszawa, p. 71.

ILUSTRACIÓN 8. Propiedades del suelo de Varsovia



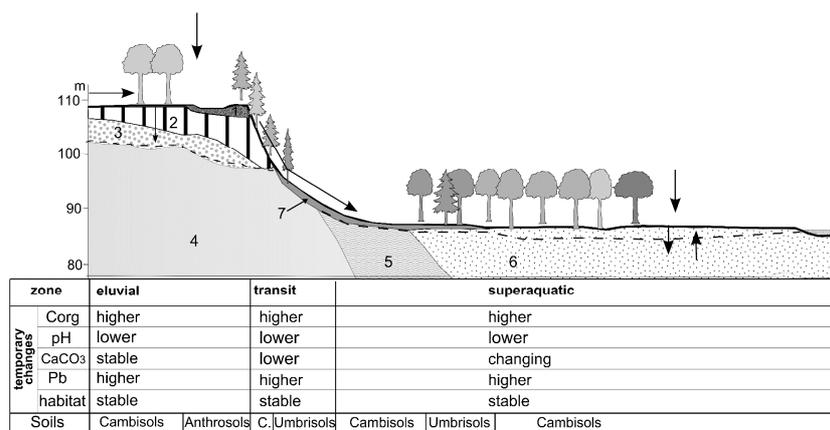
Fuente: *Estudios ecofisiográficos...*, 2006, complementados, parcialmente cambiados.

1. tierra urbanizada e industrializada de alta fertilidad, 2. tierra urbanizada e industrializada de alta fertilidad, 3. tierra cultivada de alta fertilidad, 4. tierra cultivada de alta fertilidad, 5. terrenos edificados, parcialmente sin suelo, 6. suelos degradados químicamente, 7. aguas superficiales.

En Varsovia, el Parque de los Baños Reales (Łazienki Królewskie) es un polígono objeto de análisis geoecológicos de vasto alcance y de gran variedad temática. Desde la década de los sesenta del siglo XX hasta hoy en día, se llevan a cabo estudios específicos del medio natural del Parque. Los estudios de las catenas paisajísticas y de suelo situadas en el terreno del Parque han permitido seguir los cambios producidos en el espacio y en el tiempo. La tendencia más importante, observada en diferentes intervalos de tiempo, ha sido la existencia

de una estrecha dependencia entre las propiedades del suelo, la escala madre y la localización del terreno en medio de una presencia relativamente escasa de antropopresión (ilustración 9, 10).

ILUSTRACIÓN 9. Catena paisajística-geoquímica del Parque de Baños Reales (Łazienki Królewskie) en Varsovia



Fuente: Malinowska, Szumacher, 2011.

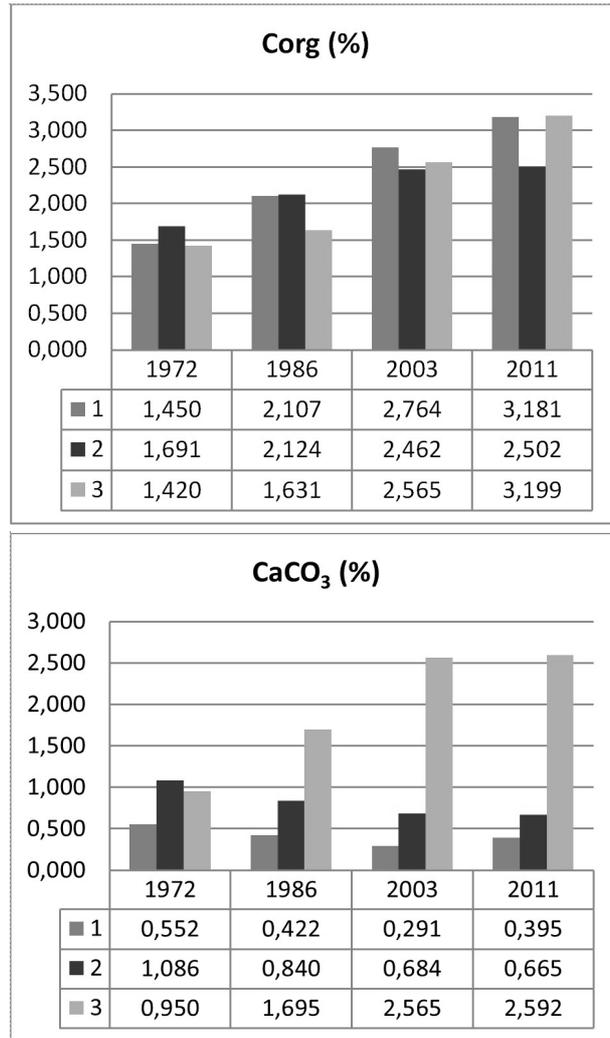
1. suelo, 2. barros sedimentarios, 3. arenas glaciales, 4. agujas de plioceno, 5. arenas y légameos, 6. arenas aluviales, 7. deluviones.

Los resultados obtenidos indican que, a pesar de la creciente fuerza de la antropopresión y una cierta desidia paralela en cuanto a la intensidad de los cuidados requeridos, los ecosistemas del parque pueden cumplir, sobre todo en las zonas arboladas y con matorrales, un servicio de regulación de la calidad del suelo cada vez mejor, reforzando por lo tanto la calidad del ecosistema urbano¹⁹. Tendencias semejantes se han observado en los terrenos de otros parques, bosques y huertos parcelados en Varsovia²⁰.

¹⁹ Malinowska E., Szumacher I. (2011), "Spatial and Temporal Environmental Changes...", op. cit.

²⁰ Sikorski P., et al. (2013), "Effects of Visitor Pressure on Understory Vegetation in Warsaw Forested Parks (Poland)", *Environmental Monitoring and Assessment*, No. 185, pp. 5823-5836; Malinowska E.; Szumacher I. (2008a), op. cit.; Sikorski P.; Jackowiak K.; Szumacher I. (2008), "Interdisciplinary Environmental Studies in Urban Parks as a Basis for their Sustainable Management", *Miscellanea Geographica*, Vol. 13, pp. 21-32.

ILUSTRACIÓN 10. Cambios en el contenido del humus (C_{org}) y del carbonato cálcico ($CaCO_3$) en la superficie del suelo del Parque de los Baños Reales (Łazienki Królewskie) en Varsovia entre los años 1972-2011



Fuente: Malinowska E., Szumacher I. (2011), "Spatial and Temporal Environmental Changes..." op. cit.

1. localización en la parte superior, 2. localización en las pendientes, 3. localización bajo las pendientes.

7. SERVICIOS CULTURALES: ACTIVIDADES RECREATIVAS Y PARA LA SALUD MENTAL Y FÍSICA

Pasear y practicar deporte en espacios verdes no es solo una buena forma de ejercicio físico, sino que también permite que las personas se relajen. El papel que las zonas verdes desempeñan en el mantenimiento de la salud física y mental se valora cada vez más, a pesar de lo difícil que resulta medirlo²¹. A fin de determinar los servicios ecosistémicos relacionados con la satisfacción de las necesidades recreativas de los habitantes de la ciudad entre los años 2005-2012, se llevaron a cabo más de mil encuestas entre los varsovianos y se estimó (por método evaluativo) el potencial recreativo de las diferentes clases de terrenos abiertos de Varsovia. En estos estudios participaron estudiantes del Departamento de Geografía y Estudios Regionales de la Universidad de Varsovia.

Los estudios permitieron señalar las diferencias fundamentales existentes entre el potencial recreativo de las diversas clases de terrenos abiertos en la ciudad (cuadro 5, ilustración 11), además de perfilar el modelo de terreno verde óptimo, desde el punto de vista de estos servicios de ocio y descanso, para los ciudadanos. Dicho terreno debería caracterizarse por los siguientes elementos:

- oferta variada para la recreación cotidiana y de fin de semana;
- presencia de espacio verde natural o preparado;
- atractivo visual, resultado de una composición consciente del espacio y con una influencia beneficiosa para la mente;
- presencia de infraestructura (parque de juegos, campo de deportes, senderos, bares y restaurantes, etc.), que permitan diferentes formas de ocio activo y pasivo;
- presencia de objetos culturales de interés (monumentos, etc.) y/o naturales (árboles, peñas, etc.);
- vegetación e instalaciones infraestructurales cuidadas y en buen estado;
- acceso libre;
- localización cercana a los lugares de residencia;
- acceso libre.

²¹ TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011), *TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban*.

CUADRO 5. Servicios de recreación y descanso de algunos terrenos abiertos en Varsovia

Categoría del terreno	Potencial para la recreación y el descanso	Descanso pasivo	Paseos a pie	Juegos y diversiones	Actividades deportivas	Acampadas, vivacs	Visita a monumentos	Encuentros sociales	Trabajos de jardinería
parques	alto	x	x	x			x	x	
bosques	alto	x	x	x	x	x	x	x	
huertos aparecelados	alto	x	x	x				x	x
jardincillos frente a viviendas	alto	x	x	x				x	x
terrenos de cultivo	medio		x		x	x		x	
terrenos protegidos	medio	x	x				x	x	
Plazoletas ajardinadas	bajo	x	x					x	
parque de juegos	bajo	x		x	x			x	
zonas verdes de terrenos de utilidad pública	bajo	x	x					x	

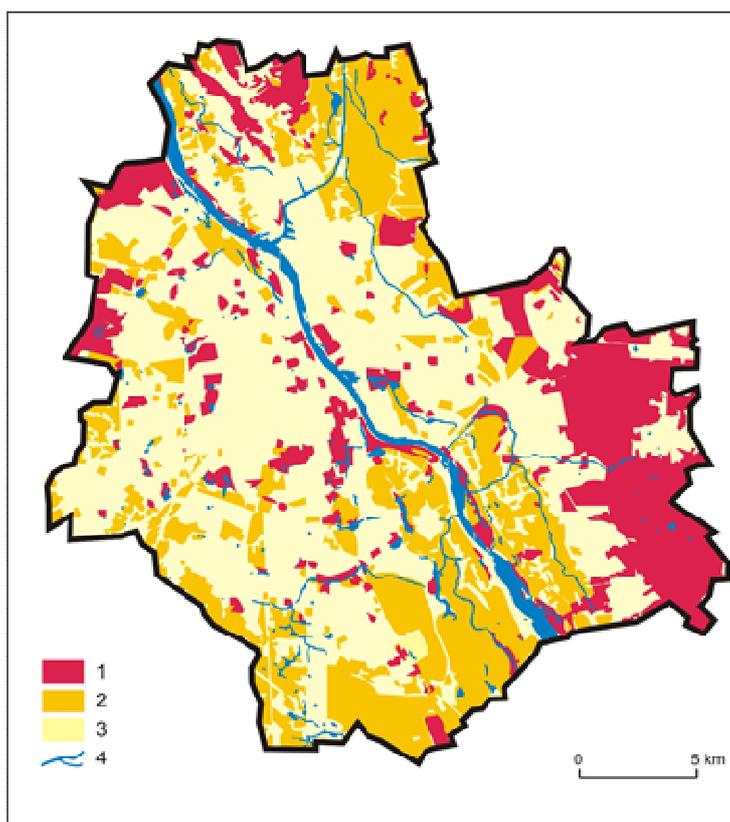
Fuente: Szumacher, Ostaszewska 2010, Szumacher, Malinowska 2012.

La formación del espacio actual urbano y, sobre todo, de la participación en él de terrenos verdes de diversa destinación y composición espacial debería ajustarse a las necesidades de los ciudadanos²². Sin embargo, en el reglamento vigente actualmente en Polonia, no existen normas que obliguen a los proyectistas de planes urbanos de economía espacial a asegurar un acceso general a las zonas verdes y recreativas dentro de las estructuras de barrio. Se limitan a los terrenos incluidos en la inversión y se asegura que un mínimo del 25% de su superficie, si no se especifica otro porcentaje en lo establecido en el plan urbano de economía espacial en concreto, debería estar constituido por la superfi-

²² TEEB, op. cit.

cie de un terreno biológicamente activo, entiendo por este no solo el terreno autóctono, sino también el 50% del enlosado con vegetación frente a los garajes.

ILUSTRACIÓN 11. Potencial para la recreación y el descanso de los terrenos abiertos de Varsovia



Fuente: elaboración propia.

1. alto, terrenos abiertos con infraestructura para la recreación, especialmente activa, objetos con valor cultural y natural (sobre todo parques en el centro de la ciudad, bosques); 2. medio, terrenos abiertos carentes de infraestructura recreativa, a veces de acceso limitado, o bien terrenos protegidos (huertos parcelados, jardincillos, terrenos de cultivo, reservas naturales, entre otros.); 3. bajo, de escasa superficie, terrenos dispersos activos biológicamente activos situados entre edificaciones (plazoletas ajardinadas, vegetación callejera, vegetación junto a los edificios de utilidad pública, entre otros).

La consecuencia de este estado jurídico se refleja en un descenso drástico de la calidad de la vivienda, puesto que los terrenos verdes se realizan solo de forma dispersa, junto a las edificaciones, y su superficie está limitada a un mínimo imprescindible²³. A resultas de todo ello, los nuevos barrios que se levantan están por lo general, a despecho de las expectativas de sus habitantes, exentos de complejos de zona verde para la recreación y el deporte, con altos valores utilitarios, ecológicos y favorables a la salud. Por su parte, los servicios para la recreación y el descanso se ven sometidos a esta misma y significativa limitación.

8. RESUMEN

Varsovia es una ciudad con una importante presencia de terrenos no edificados y verdes, gracias a lo cual los servicios que pueden ofrecernos no se limitan a la oferta cultural. Estudios sobre el terreno de Varsovia, realizados a lo largo de muchos años, indican que los ecosistemas desempeñan igualmente una función de servicios de regulación y aprovisionamiento. Servicios que son necesarios para la ciudad y ejercen su influencia en el aumento de la calidad de vida de sus habitantes. Por eso, se hace absolutamente necesaria la identificación de estos servicios, así como su posterior valoración y defensa, de modo que puedan ser tenidos en cuenta para la gestión de la ciudad. Sobre todo en ciudades activas con una gran participación de la superficie biológica, este tipo de iniciativas pueden aportar, a largo plazo, beneficios económicos concretos. A escala de toda la ciudad, parece estar justificada la protección de los ecosistemas urbanos y el cuidado de sus relaciones espaciales, de lo que sería un buen ejemplo el mencionado Sistema Natural de la Ciudad. La utilización de determinados servicios no debería superar la posibilidad de suministro del ecosistema. Por eso, estos terrenos, en particular los bosques (sobre todo, reservas y otras zonas protegidas) deberían ser objeto de observación y control frente a amenazas potenciales de orden interno y externo.

²³ Dąbrowska-Milewska G, (2010), "Standardy urbanistyczne dla terenów mieszkaniowych – wybrane zagadnienia", *Architecturae et Artibus*, No. 1.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta J. A., *et al.* (2009), "Distribution of metals in soil particle size fractions and its implication to risk assessment of playgrounds in Murcia City (Spain)", *Geoderma*, No. 149, pp. 101-109.
- Ajmone-Marsan F., Biasioli M. (2010), "Trace Elements in Soils of Urban Areas", *Water Air Soil Pollut*, No. 213, pp. 121-143.
- Czarnowska K. (1978), "Changes in the Content of Heavy Metals in Soils and Plants from Warsaw Area as an Indicator of Anthropogenization of the Environment" [in Polish], *Rozprawy Naukowe*, No. 106, Zeszyty Naukowe SGGW AR w Warszawie, p. 71.
- Dąbrowska-Milewska G. (2010), "Standardy urbanistyczne dla terenów mieszkaniowych – wybrane zagadnienia", *Architecturae et Artibus*, No. 1.
- Estudio de las condiciones y direcciones de la planificación de la explotación del suelo* (2006), Warszawa.
- Gajewski T. (2009), *Funkcje ekologiczne Lasku na Kole w Warszawie*, tesis de maestría, WGiSR UW.
- Gallagher F. J., *et al.* (2008), "Soil Metal Concentrations and Vegetative Assemblage Structure in an Urban Brownfield", *Environmental Pollution*, No. 153, pp. 351-361.
- Haase D. (1998), "Urban Ecology in the New Federal Countries of Germany. Contamination of Upper Soils and Urban Atmosphere with Heavy Metals in Leipzig", *Arch. Für Nat.-Lands*, Vol. 37, pp. 45-58.
- Kaliszuk E. (2005), "Funkcje Systemu Przyrodniczego Miasta w kształtowaniu warunków środowiska przyrodniczego na przykładzie Warszawy", en: *Prace i Studia Geograficzne*, T. 36. Wydział Geografii i Studiów Regionalnych. Warszawa.
- Konopski M. (2007), *Funkcje ekologiczne Pola Mokotowskiego*, tesis de maestría, WGiSR UW.
- Kukwa K. (2011), *Rola ogrodów działkowych na przykładzie ogrodu im. "Obrońców Pokoju" w Warszawie* (manuscrito), WGiSR UW.
- Lechnio J., Malinowska E. (2005), "Wykorzystanie metod biomonitoringu do oceny dostawy atmosferycznej wybranych metali w rejonie PZM-P", en: *Z problematyki funkcjonowania krajobrazów nizinnych*, Wyd. UW.
- Malinowska E., Szumacher I. (2007), "Geoekologiczne badania terenów zieleni miejskiej na przykładzie parku Łazienki Królewskie w Warszawie", en: *Znaczenie badań krajobrazowych dla zrównoważonego rozwoju*, Wyd. UW WGiSR, pp. 613-625.

- Malinowska E.; Szumacher I. (2008a), "Rola ogródków działkowych w krajobrazie lewobrzeżnej Warszawy", *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. 22, pp. 139-150.
- Malinowska E., Szumacher I. (2008b), "Przestrzenne zróżnicowanie akumulacji wybranych pierwiastków w rezerwacie Las Kabacki w Warszawie", *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. 22, pp. 127-138.
- Malinowska E., Szumacher I. (2011), "Spatial and Temporal Environmental Changes of Urban Forested Park – the Royal Łazienki Park Warsaw Example", *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. XXX, pp. 157-168.
- Malinowska E., Szumacher I. (2013), "Survey of Recreational Use of the Kabacki Forest Nature Reserve in Warsaw (Poland)", *Miscellanea Geographica – Regional Studies on Development*, No. 17 (3), pp. 5-32.
- Revista Estadística de Varsovia* (2012).
- Sikorski P.; Jackowiak K.; Szumacher I. (2008), "Interdisciplinary Environmental Studies in Urban Parks as a Basis for their Sustainable Management", *Miscellanea Geographica*, vol. 13, pp. 21-32.
- Sikorski P., Szumacher I., Sikorska D., Kozak M., Wierzba M., 2013, "Effects of Visitor Pressure on Understory Vegetation in Warsaw Forested Parks (Poland)", *Environmental Monitoring and Assessment*, No. 185, pp. 5823–5836.
- Szulczewska B.; Kaftan J. (red.) (1996), *Kształtowanie Systemu Przyrodniczego Miasta*. Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa.
- Szumacher I. (2002a), "The Geoecological Characteristic of Łazienki Park in Warsaw", en: *Landscape Ecological Methods for Strongly Transformed Areas*, WGRS UW, pp. 71-74.
- Szumacher I. (2002b), "Selected Aspect of Natural Processes in Urban Parks on the Example of the Łazienki Park in Warsaw", *Miscellanea Geographica*, Vol. 10, pp. 41-46.
- Szumacher I. (2005), "Funkcje ekologiczne parków miejskich", *Prace i Studia Geograficzne*, T. 36, pp. 107-120.
- Szumacher I.; Malinowska E. (2012), "Potencjał rekreacyjny wybranych typów zieleni miejskiej", *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. 34.
- TEEB –The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011), *TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban*.
- Urząd Statystyczny w Warszawie (2012), *Produkt Krajowy Brutto w województwie mazowieckim w latach 2000-2010*, Warszawa.