

El auge de la urbanización planetaria: del Mediterráneo ibérico a la Amazonía ecuatoriana

Verónica Mejía
Joan Checa

Universitat Autònoma de Barcelona. Grup d'Estudis sobre Territori, Energia i Societat
veromejia1@hotmail.com
joan.checa@uab.cat



Recibido: febrero de 2022
Aceptado: mayo de 2022
Publicado: septiembre de 2022

Resumen

El artículo tiene por objeto explorar la transformación de los espacios abiertos a raíz de la extensión y profundización del proceso de urbanización a escala planetaria, proceso que atañe hoy al conjunto del territorio y ha dejado obsoletas las viejas distinciones entre espacios urbanos y rurales. Para ello, estudia los usos del suelo en dos áreas muy diversas —el litoral mediterráneo ibérico y la Amazonía de Ecuador— para mostrar cómo las actividades urbanas están transformando, en uno y otro caso, los usos de los espacios abiertos. La comparación parte de la lectura de imágenes satelitales nocturnas, que permite analizar la intensidad de los usos del territorio a partir de la luminosidad emitida. Los resultados obtenidos a través de los niveles de radiancia muestran la relación entre la evolución de la luminosidad y las dinámicas económicas implantadas en los territorios analizados, lo que permite constatar la importancia de los usos antrópicos permanentes en los espacios abiertos de ambos territorios.

Palabras clave: urbanización; desarrollo desigual; luces nocturnas; espacios operacionales; usos de la tierra

Resum. *L'auge de la urbanització planetària: del Mediterrani ibèric a l'Amazònia equatoriana*

L'article té com a objectiu explorar la transformació dels espais oberts arran de l'extensió i l'aprofundiment del procés d'urbanització a escala planetària, procés que afecta avui el conjunt del territori i ha deixat obsoletes les velles distincions entre espais urbans i rurals. Per fer-ho, estudia els usos del sòl en dues àrees molt diverses —el litoral mediterrani ibèric i l'Amazònia de l'Equador— per mostrar com les activitats urbanes estan transformant, en un cas i en l'altre, els usos dels espais oberts. La comparació parteix de la lectura d'imatges satel·litàries nocturnes, que permet analitzar les intensitats dels usos del territori a partir de la lluminositat emesa. Els resultats obtinguts a través dels nivells de radiància mostren la relació entre l'evolució de la lluminositat i les dinàmiques econòmiques implantades als territoris analitzats, fet que permet constatar la importància dels usos antròpics permanents als espais oberts dels dos territoris.

Paraules clau: urbanització; desenvolupament desigual; llum nocturna; espais operacionals; usos del sòl

Résumé. *L'apogée de l'urbanisation planétaire: de la Méditerranée ibérique à l'Amazonie équatorienne*

L'objectif de l'article est d'explorer la transformation des espaces ouverts à partir de l'extension et de l'approfondissement du processus d'urbanisation à l'échelle planétaire, processus qui concerne aujourd'hui l'ensemble du territoire et a rendu obsolètes les anciennes distinctions entre espaces urbains et espaces ruraux. Pour ce faire, il étudie les usages du sol dans deux espaces très divers —la côte méditerranéenne ibérique et l'Amazonie équatorienne— pour montrer comment les activités urbaines transforment, dans les deux cas, les usages des espaces ouverts. La comparaison part de la lecture d'images satellites nocturnes, qui permettent d'analyser l'intensité des usages du territoire à partir de la luminosité émise. Les résultats obtenus à travers les niveaux de radiance montrent la relation entre l'évolution de la luminosité et la dynamique économique mise en œuvre dans les territoires analysés, et ils permettent de vérifier l'importance des usages anthropiques permanents dans les espaces ouverts des deux territoires.

Mots-clés : urbanisation ; développement des inégalités ; lumières de la nuit ; espaces opérationnels ; utilisations des terres

Abstract. *The rise of planetary urbanization: from the Iberian Mediterranean to the Ecuadorian Amazon*

The objective of this article is to explore the transformation of open spaces based on the extension and deepening of the urbanization process on a planetary scale, a process that today concerns the entire territory and has rendered obsolete the old distinctions between urban and rural spaces. To do this, the research analyzes land uses in two very diverse areas—the Iberian Mediterranean coast and the Ecuadorian Amazon—to show how urban activities are transforming, in both cases, the uses of open spaces. The comparison starts with the reading of nocturnal satellite images, which allows analysis of the intensity of the uses of the territory from the emitted luminosity. The results obtained through radiance levels show the relationship between the evolution of luminosity and the economic dynamics implemented in the territories analyzed and allows verification of the importance of permanent anthropic uses in the open spaces of both territories.

Keywords: urbanization; unequal development; night lights; operational spaces; land uses

Sumario

- | | |
|---|--|
| 1. Introducción | 3. La extensión de los usos urbanos:
transformación de los espacios abiertos
y áreas operacionales |
| 2. Metodología: la imagen satelital
nocturna como aproximación al proceso
de urbanización | 4. Conclusiones |
| | Referencias bibliográficas |

1. Introducción

La afirmación de que vivimos en un mundo urbano se ha convertido en un lugar común desde que la Organización de las Naciones Unidas afirmara, hace ya más de una década, que en la actualidad y por primera vez en la historia la población residente en áreas urbanas supera la que vive fuera de ellas. Es más, se pronostica que de cara al año 2050 el 68% de la población del planeta vivirá en zonas urbanas (United Nations, 2019). Así, las ciudades ganan protagonismo en los discursos sobre demografía, economía, gobernanza y cambio climático, i también lo gana el convencimiento de que la mayoría de las problemáticas actuales y de futuro se tienen que abordar desde ellas.

En buena medida, estos postulados parten de las premisas tradicionales de los estudios geográficos que identifican la ciudad como un objeto caracterizado por determinados atributos de forma y función —la compacidad física, la complejidad de usos, la falta de solución de continuidad de los tejidos edificados— que la diferencian claramente de la no ciudad. De aquí se derivan las oposiciones clásicas rural-urbano, campo-ciudad. A su vez, esta dualidad conduce a la persuasión de que todo espacio debe ser clasificado como urbano o rural, de tal forma que el incremento de lo urbano implica la disminución de lo rural, como si de un juego de suma cero se tratara.

Si bien esta aproximación dual del estudio del territorio ha producido abundantes e interesantes resultados, en la actualidad, a causa de las profundas transformaciones que en el último siglo han atravesado las sociedades contemporáneas, resulta cada vez menos adecuada para conceptualizar el proceso de urbanización y sus resultados, tanto en los países que lideraron este proceso desde el siglo XIX como en aquellos que lo han experimentado de forma más reciente. Así, en las últimas décadas, numerosos autores han coincidido en afirmar que la integración del territorio, la dispersión de la urbanización y la extensión de los usos y los estilos de vida urbana hacen que la definición de los límites urbanos resulte extremadamente problemática en términos científicos (Capel, 1975; Harvey, 1996; Nel-lo, 2001; Brenner, 2014).

Más que intentar, pues, definir y delimitar la ciudad —el objeto que la geografía, la sociología, la economía y el urbanismo han querido identificar—, se trataría de analizar la urbanización como un proceso constituido por el conjunto de permanencias y flujos, de actividades y relaciones sociales, que tienen lugar sobre el espacio (Harvey, 1996). Este proceso ha conducido a la

configuración de redes complejas e interdependientes de asentamientos, por las que transitan flujos de personas, energía, mercancías, capital e información que se han ido extendiendo para abarcar hoy la totalidad del planeta (Harvey, 1996; Indovina, 1990; Nel-lo, 2001; Soja, 2016; Wallerstein, 1969).

Este proceso no solo atañe a los espacios abiertos de los países de urbanización más intensa, sino incluso a las regiones consideradas remotas e inaccesibles a los usos antrópicos, como áreas boreales, desiertos o selvas tropicales. Estas, en su gran mayoría, se encuentran también sometidas a actividades turísticas, extractivas o constituyen espacios operacionales vinculados con el desarrollo urbano (Brenner, 2014). Por ello, el propio Brenner afirma que la urbanización es un fenómeno que ha devenido planetario, de tal manera que los conceptos heredados, y en particular la dualidad campo/ciudad, no captan adecuadamente la diversidad y la complejidad de las formaciones espaciales presentes en la actualidad (Brenner, 2014).

El presente trabajo constituye una aportación a este debate. En concreto, se propone analizar los efectos del proceso de urbanización en dos regiones pertenecientes a realidades muy diversas, que habitualmente se considerarían inscritas en el Norte y el Sur globales: el Mediterráneo ibérico y la Amazonía de Ecuador. Así, en cada una de estas regiones se mostrará, a partir de la utilización de una metodología común, cómo el impacto del proceso de urbanización ha transformado los espacios que habitualmente se habrían considerado no urbanos: los ámbitos mediterráneos de baja densidad de población y las remotas áreas del dominio ecuatorial de América del Sur. En el primer caso, los ámbitos territoriales de estudio (figura 1) comprenden las regiones geográficas de Cataluña, el País Valenciano y las Islas Baleares, un espacio de cerca de 60.000 km², con una población próxima a los 14 millones de residentes, un PIB total de 360 miles de millones de euros, con dos grandes metrópolis, Barcelona y Valencia. En el segundo caso, se considera la Amazonía de Ecuador, una región de aproximadamente 1 millón de habitantes, 120.000 km², que forma parte de un país situado en el trópico de Sudamérica, con 18 millones de habitantes y un PIB total de 90 millones de euros.

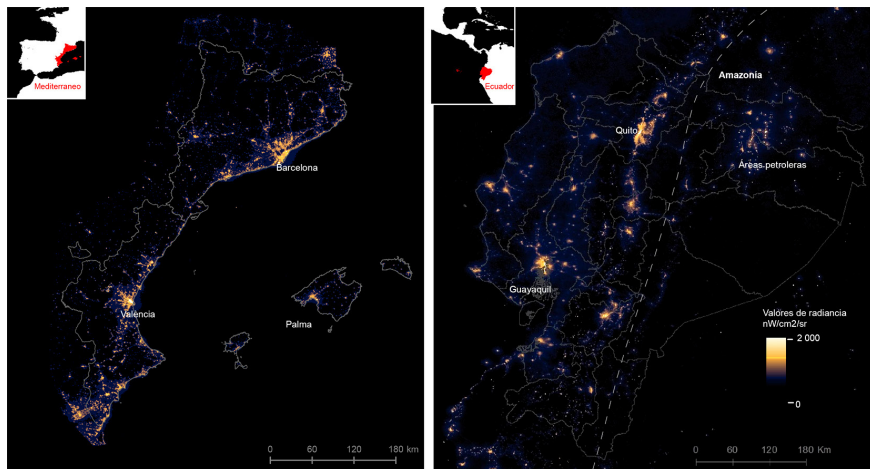
Como se verá, el artículo se compone, además de la presente introducción, de tres apartados. En el primero se presentan, las cuestiones metodológicas. En el segundo, se muestran las particularidades de la urbanización de ambos territorios atendiendo a los datos ofrecidos por la imagen satelital nocturna en términos de extensión e intensidad. Finalmente, unas breves conclusiones cierran el trabajo.

2. Metodología: la imagen satelital nocturna como aproximación al proceso de urbanización

2.1. Origen, características y tratamientos previos de la fuente

Para llevar a cabo los objetivos fijados, el trabajo utiliza una fuente alternativa a las tradicionalmente utilizadas para el estudio de la intensidad del proceso de urbanización: la imagen satelital nocturna de la Tierra. En este sentido, el

Figura 1. Localización del ámbito de estudio



Fuente: elaboración propia.

análisis de la luminosidad nocturna permite detectar la presencia de las actividades humanas (asentamientos, vías de comunicación, infraestructuras industriales, barcos de pesca y transporte marítimo, etcétera). Al mismo tiempo, las características de la fuente permiten establecer las relaciones entre la intensidad de la luminosidad nocturna, los usos del suelo y una diversidad de variables socioeconómicas (Bennett y Smith, 2017; Shi et al., 2014).

La principal fuente de información para este estudio son las imágenes satelitales nocturnas de la Tierra, procedentes de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de los Estados Unidos de América. Las imágenes forman parte de los productos de teledetección derivados de los sensores satelitales, con capacidad para captar la sensibilidad lumínica en situaciones de poca o escasa luz natural y mostrar así la iluminación artificial que proviene de las actividades humanas. Concretamente, se trata de imágenes procedentes del satélite Suomi National Polar-orbital Partnership (SNPP), que proporciona datos a través de su instrumento VIIRS (*visible infrared imaging radiometer suite*) y el sensor DNB (*day/night band*). Este sensor permite obtener datos globales calibrados de radiación nocturna en una banda espectral de 500 a 900 nm, cerca de la banda visible por los humanos¹.

Esta información se encuentra disponible en forma de composiciones mensuales des del año 2012, con actualizaciones periódicas. Las composiciones son *rasters* georreferenciados, con una resolución de píxel de 15 segundos de arco, lo que permite trabajar en la zona seleccionada con unos píxeles de aproximadamente

1. NOAA, Earth Observation Group (EOG), pertenece a la National Geophysical Data Center (NGDC). Versión 1 VIIRS Day/Night Band Nighttime Lights, <https://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_dnb_composites.html>.

350 × 350 metros de lado. La información básica de las imágenes se halla en cada uno de sus píxeles, donde se encuentra el valor de radiación media emitida por aquella superficie de la Tierra. Los valores de la gama de detección radiométrica (grados de intensidad lumínica) se sitúan entre 0 y 300nW/cm²/sr, donde 0 es el valor correspondiente a oscuridad absoluta y alrededor de 300 es la luminosidad máxima, con algunos valores extremos fuera de este rango.

Para la observación y el tratamiento de las imágenes nocturnas, se ha procedido a la descarga del conjunto de imágenes satelitales mensuales disponibles en el período comprendido entre los meses de abril de 2012 y diciembre de 2018 para Ecuador, y hasta octubre de 2017 en el caso de las regiones del litoral mediterráneo ibérico por motivos de disponibilidad. Las imágenes se han unificado con las bases cartográficas utilizadas en un mismo espacio cartográfico, con la misma proyección y sistema de referencia específico para cada ámbito territorial analizado, todo ello en un entorno de trabajo SIG². Por otra parte, se han depurado las posibles distorsiones resultantes de la presencia de emisiones de luz de carácter accidental. También se ha comprobado que la nubosidad no haya afectado en exceso a ninguna de las otras composiciones mensuales, disponiendo siempre de por lo menos dos observaciones mensuales válidas por píxel. Así, con el objetivo de minimizar las posibles afectaciones de las imágenes, se han generado unas nuevas composiciones de luminosidad media mensual y anual. Para más detalle acerca de la metodología utilizada, se puede consultar para el caso mediterráneo Checa y Nel-lo (2018) y para el caso de Ecuador Mejía Juárez (2020).

2.2. Metodología para el establecimiento del umbral de luminosidad urbana

Partiendo del objetivo de estudiar la intensidad de los usos urbanos del suelo y como suele ser común en los estudios con este tipo de imágenes (Nel-lo et al., 2016), se ha considerado conveniente determinar el umbral del valor de luminosidad a partir del cual la superficie iluminada se ajusta mejor con la artificialización del suelo. En las imágenes se observa que no todos los píxeles que contienen valores de luminosidad superiores a cero se corresponden con superficies con usos que comportan la artificialización permanente del suelo. Por este motivo, resulta interesante definir el valor mínimo de luminosidad (entre 0 y 300) a partir del cual la superficie iluminada se corresponde de manera más estrecha con la presencia de construcciones, infraestructuras y otros artefactos de factura humana.

La definición de dicho umbral de luminosidad tiene por objetivo ofrecer una referencia a la hora de medir la intensidad de los usos urbanos del territorio, sin que con el mismo se pretenda afirmar, en modo alguno, que los

2. Datum: ETRS89, European Terrestrial Reference System 1989. Proyección: UTM31N, Universal Transverse Mercator, huso 31 norte, que corresponde al más adecuado para el ámbito geográfico del Mediterráneo ibérico. Por lo que respecta a Ecuador, se ha trabajado con el sistema de coordenadas proyectadas WGS-1984_UTM_ZONE_17S.

usos urbanos no se extiendan a ámbitos con niveles de luminosidad inferiores. Al contrario, como se ha indicado, en la presente investigación la noción de luminosidad urbana nocturna debe ser entendida en términos de intensidad, no de exclusión.

Para definir este umbral, se ha seguido la metodología establecida por Nel-lo et al. (2016: 27-39), consistente en contrastar los valores de luminosidad de las imágenes de satélite con información acerca de las cubiertas de suelo procedente de una fuente fiable. En el caso del Mediterráneo ibérico, se ha partido del mapa de cubiertas del suelo de Cataluña elaborado por el Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) del año 2009. Por lo que respecta a Ecuador, se ha empleado la Cartografía Temática del Ecuador, generada por el proyecto del Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructuras Tecnológicas (SigTierras) del año 2014.

Para realizar los cálculos de ajuste entre niveles de luminosidad y la fuente de cubiertas del suelo de referencia de todas categorías que presenta la fuente, se han seleccionado las cubiertas del suelo correspondientes a la tipología artificial. Estas incluyen todo tipo de suelos residenciales, industriales, terciarios o de equipamientos, y obvian, por tanto, las tipologías correspondientes a usos agrícolas, forestales, hídricos, etcétera. Sobre estas superficies seleccionadas del mapa de referencia, se han superpuesto (intersección) las áreas correspondientes a los diversos niveles de intensidad lumínica con el objetivo de identificar la correspondencia entre ambas. De esta manera, se ha determinado estadísticamente el nivel de luminosidad a partir del cual existe una mayor coincidencia (intersección) entre suelo artificializado e intensidad lumínica.

A partir de los resultados del cruce, se ha determinado el valor como umbral de referencia a partir del cual existe una mayor coincidencia entre intensidad lumínica y artificialización del suelo. Con este umbral, se podrá analizar cuantitativamente la superficie con un nivel de intensidad lumínica que, a efectos expositivos, denominaremos luminosidad urbana, es decir, aquella que emite una radiación nocturna igual o superior a $11 \text{ nW/cm}^2/\text{sr}$ en el caso mediterráneo, y a $6 \text{ nW/cm}^2/\text{sr}$ en el caso de Ecuador, es decir, un 45% menos con respecto a las ciudades mediterráneas.

3. La extensión de los usos urbanos: transformación de los espacios abiertos y áreas operacionales

Como se ha indicado, el método seguido trata de verificar, en los espacios abiertos de las regiones del Mediterráneo ibérico y de la Amazonía ecuatoriana, la presencia de intensidades de radiancia propias de los usos urbanos en los espacios abiertos. La existencia de estas intensidades es la prueba inequívoca de que en estos espacios, normalmente considerados como agroforestales o incluso vírgenes en el caso ecuatoriano, se encuentran usos estrechamente vinculados al proceso de urbanización, ya sean servicios, turismo o actividades extractivas. Veámoslo en detalle.

3.1. Intensidades urbanas en el Mediterráneo ibérico

El litoral mediterráneo ibérico correspondiente a las actuales regiones de Catalunya, el País Valenciano i las Islas Baleares cuenta con un poblamiento que desde la antigüedad ha ido configurando una intensa red urbana. El proceso de urbanización contemporáneo en este ámbito se caracterizó en sus inicios por una pronunciada tendencia a la concentración de la población y las actividades sobre el espacio. Esta tendencia ya está presente en el siglo XVIII y se extiende a lo largo de todo el XIX y los tres primeros cuartos del XX. La concentración de la población comportó el consiguiente despoblamiento de las áreas rurales y el crecimiento, de forma notable, de las áreas urbanas de la mano del proceso de industrialización. Este proceso llegó a su fase más álgida en el período 1959-1975, entre el Plan de Estabilización y la crisis de los años setenta. Concretamente, las ciudades de Barcelona, Valencia y Palma de Mallorca llegaron a concentrar respectivamente el 29,4%, el 20,4% y el 54,5% de la población de sus ámbitos regionales en el año 1981. Ahora bien, esta fase de concentración ha sido sucedida en el último medio siglo por otra en la que las áreas urbanas tienden a expandirse sobre el territorio, las localidades que las integran se hacen cada vez más interdependientes y la población y urbanización tienden a dispersarse. Así, las antiguas áreas rurales han visto cómo la población dedicada a las actividades agrícolas y ganaderas se reducía drásticamente y cómo se expandían en ellas servicios, infraestructuras y usos del suelo que solían considerarse exclusivos de las áreas urbanas. Estas transformaciones han llevado a que en el Mediterráneo ibérico la distinción clásica entre espacios rurales y espacios urbanos resulte muy difícil de mantener en términos científicos (Checa y Nel-lo, 2021).

El estudio y la comparación de la luminosidad nocturna permiten confirmar estas dinámicas. Una primera aproximación puede basarse en la extensión de la luminosidad urbana, que, como se ha indicado, hemos definido a partir del valor 11 para este ámbito de estudio. Los cálculos de luminosidad permiten afirmar que el 6,7% (4.037 km²) del territorio del espacio estudiado presenta niveles de luminosidad por encima del umbral correspondiente a aquello que hemos venido a denominar luminosidad urbana. Concretamente, si diferenciamos por ámbitos territoriales, 1.938,8 km² corresponden a Cataluña (6%), 290,6 a las Islas Baleares (5,8% de su territorio) y 1.807 al País Valenciano (7,8%), la comunidad que en proporción tiene más superficie con intensidad lumínica urbana.

La superficie con mayor intensidad urbana no se reparte uniformemente en el territorio, sino que dibuja claramente un corredor de muy alta intensidad de usos a lo largo de la línea de costa y, en particular, alrededor de las dos regiones metropolitanas mayores, Barcelona y Valencia, así como en los entornos de Gerona-Costa Brava, Campo de Tarragona, la Plana de Castellón, Alicante-Elche y la Bahía de Palma de Mallorca. La comparación con la superficie de suelo artificializado que conocemos por otras fuentes muestra que, por ejemplo, en el caso de Cataluña por cada km² identificado como cubierta urbana se detectan 1,02 km² de luminosidad urbana (Checa y Nel-lo, 2018).

El aumento de la superficie de suelo que presenta niveles de luminosidad urbana muestra bien a las claras la tendencia a la expansión del proceso de urbanización. Así, en estudios previos se ha estimado que entre 1992 y 2012, en los entornos de las principales ciudades —Gerona, Lérida, Barcelona, Tarragona, Castellón de la Plana, Valencia, Alicante y Palma de Mallorca—, la superficie con intensidades de luminosidad urbana aumentó de 2.805 a 6.594 km² en total, con un incremento de 3.788 km², una superficie prácticamente equivalente a la isla de Mallorca (3.640 km²) (Nel-lo et al., 2016).

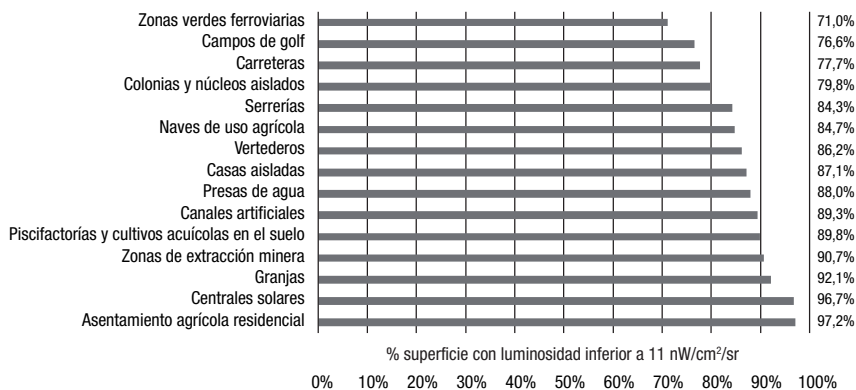
Ahora bien, aquello que a nuestros efectos resulta particularmente relevante es que las mayores superficies de luminosidad urbana en términos absolutos no se encuentran en los territorios que cuentan con más población. Las comarcas con mayores extensiones de suelo con luminosidad urbana se corresponden con aquellas que presentan una urbanización más dispersa. Así, para poner un ejemplo, la Vega Baja del Segura, en el confín meridional del País Valenciano, con 348.622 habitantes, triplica la superficie con luminosidad urbana de Valencia, que cuenta con 787.808 (INE, año 2017). De este modo, la luminosidad urbana muestra claramente que, en buena parte del territorio, la extensión de los usos urbanos, definida a partir de la emisión lumínica, no se corresponde ya necesariamente con una densidad de la población elevada.

Las imágenes permiten también obtener el cálculo de luminosidad media ponderada de cada territorio³. En el conjunto del ámbito de estudio, la media ponderada es de 2,94 nW/cm²/sr, con algunas diferencias entre comunidades, donde destaca el País Valenciano con 3,43, seguido de Cataluña con 2,66 y las Baleares con 2,46. En segundo lugar, la calidad y el rango de valores de las imágenes permiten dar el paso al estudio de la luz en la ciudad. Dicho de otro modo, podemos entrar a considerar únicamente cuál es la luminosidad media de aquellas áreas que hemos incluido dentro del umbral de luminosidad urbana para poder comparar la intensidad de uso en el interior de dichas áreas. La luminosidad media del conjunto las áreas que se encuentran por encima del umbral de luminosidad urbana es de 34 nW/cm²/sr. Destacan en solitario los territorios que tienen las dos ciudades más pobladas: la comarca de Valencia, con una intensidad de 90, y el Barcelonés, con 82. En las Baleares, destaca la luminosidad de la Bahía de Palma de Mallorca, pero muy por debajo de las otras dos.

Por otra parte, debe considerarse que tampoco los territorios con baja intensidad de radiancia se hallan exentos de usos urbanos. Al contrario, algunos con muy poca superficie por encima del nivel de luminosidad urbana son precisamente los que destinan una parte sustancial de su territorio a la producción energética a través de embalses (como el Pallars Jussá), producción vitivinícola (como el Priorato, la Tierra Alta y Requena-Utiel) y a otros usos como los turísticos (como la sierra de Tramontana, Formentera y la Marina

3. El valor de la luminosidad media ponderada corresponde a la suma de los valores de luminosidad de cada píxel multiplicados por su superficie y dividida por la superficie total del área considerada.

Figura 2. Coberturas del suelo (CREAF) que tienen más de la mitad de su superficie con luminosidad inferior a 11 nW/cm²/sr, Catalunya, luminosidad media 2012



Fuente: elaboración propia basada en imágenes VIIRS y coberturas del suelo CREAM 2009.

Alta). En todos los casos, se trata de usos vinculados de manera directa a las necesidades y dinámicas del proceso de urbanización.

La presencia de usos urbanos fuera del ámbito de luminosidad urbana se ve confirmada también por el análisis del grado de luminosidad emitida según las cubiertas de suelo (figura 2). Así, la comparación de la luminosidad con el mapa de cubiertas del CREAM muestra que las cubiertas relacionadas con usos periurbanos son las que tienen una mayor proporción de su superficie en espacios por debajo del umbral de luminosidad urbana: granjas, zonas de extracción minera, centrales solares y espacios agrícolas residenciales tienen más de un 90% de su superficie por debajo del nivel de luminosidad considerado urbano. Canales artificiales, vertederos, carreteras, campos de golf, urbanizaciones, viveros, *campings* y plantas de tratamiento tienen más de un 50% de su superficie por debajo del umbral establecido. Se confirma así la presencia de usos urbanos incluso en aquellas áreas que se encuentran por debajo de los niveles de luminosidad urbana, lo cual ratifica la necesidad de conceptualizar la urbanización más que en términos de inclusión/exclusión (urbano/rural) en términos de las intensidades cambiantes en los usos del suelo.

La integración urbana del territorio en el Mediterráneo ibérico se confirma así a través del estudio de la luminosidad nocturna a tres niveles: en primer lugar, por la expansión de la superficie de suelo con niveles de luminosidad urbana; en segundo lugar, por la falta de correspondencia estricta entre la luminosidad urbana y la artificialización del suelo; y en tercer lugar, por la presencia de numerosos usos que normalmente serían considerados urbanos en espacios que presentan bajos niveles de luminosidad. La imagen satelital nocturna y su explotación muestran claramente cómo el proceso de urbanización va más allá de los límites de la ciudad y de la metrópoli. Se dibuja un territorio de enlaces y

relaciones que apunta, efectivamente, a una urbanización sin límites (Brenner, 2014; Indovina, 1990; Nel-lo, 2001).

3.2. Intensidades urbanas y espacios operacionales en el Ecuador

Al contrastar los datos expuestos hasta aquí obtenidos en el Mediterráneo ibérico con los de Ecuador, y específicamente de la Amazonía, se aprecian, como es lógico, comportamientos diferenciados. Las principales ciudades en esta región han atravesado por procesos de concentración y expansión similares a los de las europeas, aunque su nivel de desarrollo y las desigualdades internas y externas comportan la existencia de destacadas especificidades. Ahora bien, la integración y transformación de los espacios abiertos en función de las necesidades del proceso de urbanización son destacados rasgos comunes de ambas realidades.

El proceso de urbanización se ha caracterizado en Ecuador por la presencia de notables desigualdades territoriales (Mejía, 2020). Durante las últimas décadas del siglo xx, el país y la región en que se emplaza atravesaron por un acelerado proceso de urbanización asociado al rápido crecimiento demográfico. De esta manera, se configuraron extensas áreas de urbanización precaria de baja densidad cuyas condiciones de vivienda se vieron agravadas por la inestabilidad política, el estancamiento del desarrollo social y la inexistente capacidad administrativa de las entidades locales y nacionales (Roberts, 2015). Esta dinámica se produjo con mayor o menor intensidad dependiendo de las propias dinámicas territoriales en las ciudades emplazadas sobre los Andes y sobre la costa del Pacífico, con la configuración de ciudades de escala media y áreas metropolitanas como las de Quito y Guayaquil. Sin embargo, la región amazónica se mantuvo durante un largo período aislada del desarrollo económico y urbano debido al elevado nivel de marginalidad social, económica y política, con la marcada heterogeneidad de grupos humanos que coexisten en este ecosistema (Maugashca, 1994).

Este periodo de aislamiento con respecto al resto del territorio ha provocado que esta región tenga una evolución histórica propia. A partir de los años sesenta del siglo pasado, surge un modelo urbano territorial amazónico altamente dependiente y guiado por las infraestructuras petroleras, el cual se ha ido consolidando hasta la actualidad. De esta manera, los sistemas de interacción de carácter endógeno de la población primigenia que logró sobrevivir a la etapa de la colonización fueron, en gran parte, anulados y se instauró una dinámica extractivista vinculada principalmente al petróleo. Desde entonces, el presupuesto general del estado ha sido altamente dependiente de las retribuciones económicas que la exportación de esta materia prima genera, las cuales han sido en su mayoría invertidas en las otras dos regiones, de modo que este territorio ha quedado rezagado en temas de conectividad, servicios y demás. Ecuador, considerado como uno de los países con mayor diversidad del mundo, se ha convertido en uno de los principales productores de recursos energéticos en Latinoamérica, y ocupa el puesto 27 de los países productores de petróleo en el planeta (BP, 2018).

Al analizar el proceso de urbanización en Ecuador a través de la luminosidad nocturna, se ha observado que los rangos de las emisiones lumínicas de las principales ciudades apenas oscilan entre 0-150 nW/cm²/sr, es decir, que alcanzan la mitad de los niveles de radiancia de las ciudades europeas aquí consideradas, que oscilan de 0-300. Además, se han podido identificar grandes brechas entre los territorios, generadas principalmente por los procesos históricos vividos en cada región geográfica. La Costa y la Sierra fluctuaron por etapas de mayor o menor dinamismo económico, lo que les permitió desarrollarse de manera similar y consolidar un proceso de urbanización bicéfalo a escala nacional, cuyas cabeceras corresponden a Quito, localizada en la Sierra, y Guayaquil, localizada en la Costa —sus áreas metropolitanas concentran el 44% de la población urbana del país—. En estos territorios se han obtenido niveles de intensidad lumínica de mayor coincidencia con las áreas artificializadas para usos urbanos que oscilan entre 5 y 12 nW/cm²/sr.

Ahora bien, aquello que a nuestros efectos resulta particularmente relevante es la emisión lumínica de las áreas amazónicas, cuya incorporación al sistema urbano se produce apenas en los años ochenta por políticas estatales (Cabrera-Barona et al., 2019). Este ámbito ha triplicado la radiancia media entre 2012 y 2019 y, aunque sus intensidades lumínicas medias son todavía bajas respecto a las de otras regiones (oscilan entre 1 y 6 nW/cm²/sr), generan en algunas partes de su territorio las mayores intensidades lumínicas debidas a actividades antrópicas de Ecuador. Así, en los espacios operacionales vinculados a actividades extractivas petroleras, se registran valores que sobrepasan los 2.000 nW/cm²/sr. Esta magnitud supera en más de un orden de magnitud las registradas en las zonas artificializadas no incluidas dentro de las áreas petroleras. Por ejemplo, resultan mucho más intensas que los máximos niveles de radiancia (141 nW/cm²/sr) registrados en áreas urbanas localizados en el corazón urbano del país, las inmediaciones próximas a la plaza central de Quito, la Plaza de la Independencia. Incluso, al considerar las áreas artificializadas inmersas dentro de las delimitaciones de las áreas petroleras, se registró un valor máximo de 421 nW/cm²/sr en un poblado denominado la Joya de los Sachas, ubicado dentro del Bloque 60, asentamiento de carácter local, cuyo cantón cuenta apenas con 11.400 habitantes urbanos (INEC, 2010).

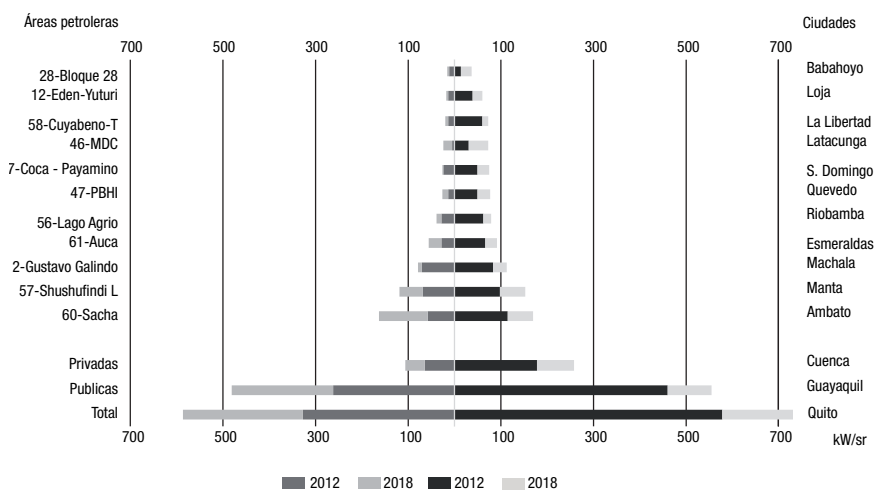
Además, se debe considerar que el impacto de las actividades extractivas sobre el medio natural es considerablemente elevado debido a que la emisión lumínica se encuentra mayoritariamente sobre un hábitat de abundante biodiversidad, lo que altera los patrones de comportamiento del ecosistema circundante. Así, desde el inicio de la explotación petrolera, el ecosistema en su conjunto —la flora, la fauna, el agua, el aire y los asentamientos humanos que conforman esta área particularmente rica en biodiversidad— ha atravesado por profundas transformaciones. Adicionalmente, se debe tener presente que las actividades extractivas, además de alterar la luminosidad de estos territorios, generan efectos adversos sobre el medio natural, como la deforestación, cambios en la calidad del aire y el agua, ruidos producidos desde la fase de exploración hasta la explotación.

La expansión de los usos operacionales urbanos contrasta con el aún precario proceso de urbanización de los asentamientos residenciales en la región selvática, proceso que ha estado estrechamente vinculado con las actividades extractivas. Se han realizado diversas actuaciones urbanísticas como parte de una política y proyectos compensatorios a favor de las comunidades locales, entre ellos, los proyectos denominados Ciudades del Milenio (Burchardt et al., 2016), en los que se implementó una serie de viviendas, servicios e infraestructuras de diversa índole que configuró pequeños núcleos urbanos o consolidó algunos ya existentes. De esta manera, los procesos de urbanización, junto con la emisión lumínica, están directamente vinculados con la extracción petrolera. Aun así, la emisión lumínica de estos asentamientos es notablemente más reducida que la registrada en los sitios de quema de gas localizados en los bloques petroleros de la propia región amazónica (Cabrera-Barona et al., 2020).

Para mostrar la magnitud de la emisión lumínica de las zonas extractivas, bastará con señalar que en términos globales la intensidad radiante del conjunto de bloques petroleros de la empresa pública ecuatoriana puede equipararse a la intensidad lumínica emitida conjuntamente por Quito, capital administrativa, y Guayaquil, capital económica, ambas con dos millones de habitantes, tal como puede verse en la figura 3.

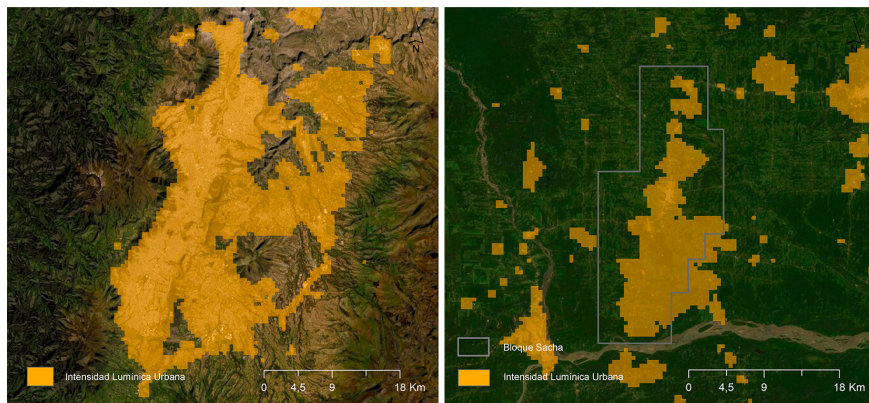
Con el fin de territorializar los valores de luminosidad en una unidad de medida útil para comparar territorios pertenecientes a los principales asentamientos y a los usos petroleros, se han superficializado áreas que alcanzan un nivel de luminosidad considerado *urbano*. Esto permite visualizar y comprender mejor la extensión de estos usos y su impacto sobre el medio natural. Para

Figura 3. Evolución de la intensidad radiante emitida por bloques petroleros y ciudades. Ecuador 2012-2018



Fuente: elaboración propia basada en imágenes VIIRS.

Figura 4. Superficies con intensidad urbana, Quito y Bloque 60



Fuente: VIIRS y ARCH, elaboración propia.

este análisis, tal como se ha indicado, el umbral definido como luminosidad urbana es de $6 \text{ nW/cm}^2/\text{sr}$. Los resultados muestran que en las áreas petroleras, debido a los altos niveles de emisión lumínica registrados en los sitios de quema, se produce una dispersión de luz que van mucho más allá de sus estrictos límites superficiales definidos como infraestructura extractiva. Así, el umbral lumínico urbano no únicamente delimita la superficie de las infraestructuras petroleras, sino también la superficie de bosque nativo y pequeñas parcelas dedicadas al cultivo y pastizales, según el mapa de cubiertas SigTierras. En estos ámbitos, que por los métodos clásicos de clasificación del suelo no serían considerados urbanos, los niveles de luminosidad son similares a los de las principales ciudades del Ecuador. En la figura 4, se han delimitado, a la misma escala, las áreas que han alcanzado un nivel de luminosidad de 6 o más. En la primera imagen, se puede distinguir la morfología urbana de la ciudad de Quito, por lo que la luminosidad encaja con los límites del área urbana. En la segunda imagen (Bloque 60), la luz con intensidad urbana se difunde sobre la vegetación. La extensión y la intensidad de la luminosidad en la Amazonía ecuatoriana constituyen una muestra palmaria de la extensión de los usos operacionales urbanos incluso en las áreas más remotas del planeta.

4. Conclusiones

El presente artículo ha tenido por objetivo contribuir a la comprensión del proceso de urbanización del territorio, entendido no como la simple artificialización de los suelos, sino como un proceso configurado por la combinación de integración funcional, extensión de las redes, mercantilización del espacio, dispersión de los asentamientos y variación de la intensidad de usos. Se trata de un proceso que tiende a integrar el conjunto del planeta, pero que presenta, como se ha visto, notables diferencias de intensidad, de tal modo que no implica de ninguna forma

la homogeneización del espacio. Tanto es así que incluso dentro de las mismas regiones urbanas existen notables diferencias socioeconómicas y se observa en ellas una diversidad en la intensidad de usos en el territorio, sin que esto implique en modo alguno que no están igualmente integradas en el proceso de urbanización y transformadas por este.

La concepción dual del territorio tradicionalmente utilizada no permite interpretar la realidad correctamente. Así, el concepto de lo urbano se utiliza para referirse a tantas condiciones distintas de asentamientos (de ciudades pequeñas y medianas a centros regionales, núcleos metropolitanos, grandes regiones-ciudad y megaciudades), infraestructura y organización administrativa que pierde toda coherencia analítica. Por otro lado, en su mayor parte, la noción clásica de lo rural contemplado como un desván acoge todas las zonas residuales no consideradas urbanas, de manera tal que se incluye una diversidad muy basta de asentamientos dispersos y resto de territorio. Por lo tanto, es necesario ampliar la escala de análisis. En las mismas palabras de Brenner, tenemos que analizar la urbanización extendida para entender la ciudad hasta los lugares de extracción por ejemplo de energía. En este sentido, el espacio periférico se está convirtiendo en un terreno estratégico de la urbanización capitalista, no porque contenga ciudades, sino por su conversión a un territorio operacional. De hecho, en las sociedades contemporáneas, las infraestructuras se han consolidado como un elemento clave para su desarrollo.

Estas dinámicas se han explorado aquí a través de dos casos de estudio, muy alejados en el espacio y surgidos de procesos históricos muy diversos: el litoral mediterráneo ibérico y la Amazonía de Ecuador. A través de la contraposición de ambos ejemplos, se ha demostrado que el proceso de urbanización afecta y transforma no solo territorios donde una parte substancial del suelo ha sido artificializado, sino también regiones de baja densidad donde predominan los espacios abiertos. Así, se ha mostrado la reducción de los espacios abiertos y la transformación de sus usos en el litoral mediterráneo, y la transformación por razón de las actividades extractivas de ámbitos remotos caracterizados por una gran biodiversidad, como la Amazonía ecuatoriana.

El método empleado ha sido el análisis de la luminosidad artificial emitida por actividades antrópicas, donde se han considerado tanto los niveles máximos de radiancia como las zonas de oscuridad. En el ámbito mediterráneo europeo, hemos comprobado cómo la luminosidad supera la delimitación del suelo artificializado para incluir otros usos y cubiertas del suelo. Al mismo tiempo, hemos mostrado cómo las zonas oscuras —las áreas tradicionalmente denominadas rurales— acogen usos vinculados de manera directa a las necesidades y dinámicas del proceso de urbanización. Por otra parte, nuestro análisis de la región amazónica de Ecuador indica que, aun cuando las ciudades de esta región todavía se encuentran en los primeros compases de desarrollo, el territorio en el que se insieren se halla ya consolidado desde hace varios años como parte estructural de la económica ecuatoriana. Esta situación no es, en modo alguno, exclusiva de este territorio en concreto, puesto que podría reproducirse en mayor o menor medida en otras zonas consideradas como remotas destinadas a usos operacionales.

Así pues, como se ha demostrado, el proceso de urbanización no queda limitado en los espacios donde hay luz, precisamente existen muchos procesos de urbanización que están sucediendo en la oscuridad, en espacios aparentemente vacíos a la luz de la imagen nocturna. Estos espacios operacionales son en muchos casos los que permiten el desarrollo de las actividades de las ciudades tradicionales. De este modo, a nuestro entender, la urbanización planetaria no solo se debe a la generalización de las ciudades, sino a la utilización de todo el territorio.

En este sentido, la observación de la imagen nocturna de la Tierra permite constatar la potencia que ha alcanzado el proceso de urbanización en dos regiones claramente diferenciadas del planeta, que podrían ser adscritas, respectivamente, al Norte y al Sur globales. Dicha constatación induce a una triple reflexión: en primer lugar, acerca de la capacidad del proceso de urbanización para generar grandes transformaciones espaciales; en segundo lugar, acerca de la inadecuación, desde el punto de vista conceptual, de las nociones tradicionales de campo/ciudad o rural/urbano para describir y comprender las realidades que de dichas transformaciones emergen; y, finalmente, los resultados aquí expresados obligan a considerar las tensiones sociales y problemáticas medioambientales que se hallan indefectiblemente unidas al proceso de urbanización contemporáneo.

Referencias bibliográficas

- BENNETT, M. M. y SMITH, L. C. (2017). «Advances in using multitemporal night-time lights satellite imagery to detect, estimate, and monitor socioeconomic dynamics». *Remote Sensing of Environment*, 192, 176-197.
<<https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.01.005>>
- BP (2018). «BP Oil Statistical Review of World Energy 2018». Recuperado de <<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>>.
- BRENNER, N. (2014). *Implosions/Explosions: Towards a Study of Planetary Urbanization*. Berlín: Jovis.
- BURCHARDT, H. J.; DOMÍNGUEZ, R.; LARREA, C. y PETERS, S. (2016). *Nada dura para siempre. Neo-extractivismo tras el "boom" de las materias primas*. Quito: Abya-Yala.
- CABRERA-BARONA, P. F.; BAYÓN, M.; DURÁN, G.; BONILLA, A. y MEJÍA, V. (2020). «Generating and Mapping Amazonian Urban Regions Using a Geospatial Approach». *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9 (7), 453.
<<https://doi.org/10.3390/IJGI9070453>>
- CAPEL, H. (1975). «La definición de lo urbano». *Estudios Geográficos*, 138-139 (número especial de homenaje al profesor Manuel de Terán), 265-301.
- CHECA, J. y NEL-LO, O. (2018). «Urban Intensities. The Urbanization of the Iberian Mediterranean Coast in the Light of Nighttime Satellite Images of the Earth». *Urban Science*, 2 (4), 115.
<<https://doi.org/10.3390/urbansci2040115>>
- (2021). «Residential Segregation and Living Conditions. An Analysis of Social Inequalities in Catalonia from Four Spatial Perspectives». *Urban Science*, 5 (2), 45.
<<https://doi.org/10.3390/URBANSCI5020045>>

- HARVEY, D. (1996). «Cities or urbanization?». *City*, 1 (1-2), 38-61.
<<https://doi.org/10.1080/13604819608900022>>
- INDOVINA, F. (1990). *La città diffusa*. Venecia: Istituto Universitario di Architettura di Venezia. Dipartimento di Analisi Economica e Sociale del Territorio.
- INEC (2010). «VII Censo de población y VI de vivienda». Recuperado de <<https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/659/download/11656>>.
- MAIGUASHCA, J. (1994). «El proceso de integración nacional en el Ecuador». En: MAIGUASHCA, J. (ed.). *Historia y región en el Ecuador: 1830-1930*. Ecuador: Corporación Editora Nacional, 335-414.
- MEJÍA JUÁREZ, V. (2020). *Procesos de urbanización y morfología urbana en Ecuador. La evolución de los usos del suelo a la luz de la imagen satelital nocturna de la Tierra 1992-2019*. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. Recuperado de <<https://hdl.handle.net/10803/670658>>.
- NEL·LO, O. (2001). *Ciutat de ciutats: reflexions sobre el procés d'urbanització a Catalunya*. Barcelona: Empúries.
- NEL·LO, O.; LÓPEZ, J.; MARTÍN, J. y CHECA, J. (2016). *La luz de la ciudad. El proceso de urbanización en España a partir de las imágenes nocturnas de la Tierra*. Bellaterra: Grup d'Estudis sobre Energia i Territori. Universitat Autònoma de Barcelona.
- ROBERTS, Brian. H. (2015). *Gestionando sistemas de ciudades secundarias: políticas públicas en desarrollo internacional*. Cities Alliance and inter-American Development Bank.
- SHI, K.; YU, B.; HUANG, Y.; HU, Y.; YIN, B.; CHEN, Z.; CHEN, L. y WU, J. (2014). «Evaluating the Ability of NPP-VIIRS Nighttime Light Data to Estimate the Gross Domestic Product and the Electric Power Consumption of China at Multiple Scales: A Comparison with DMSP-OLS Data». *Remote Sensing*, 6 (2), 1.705-1.724.
<<https://doi.org/10.3390/rs6021705>>
- SOJA, E. W. (2016). «Regional urbanization and the end of the metropolis era». En: NEL·LO, O. y MELE, R. (eds.). *Cities in the 21st century*. Londres: Routledge, 41-56.
- UNITED NATIONS (2019). «World Urbanization Prospects». Recuperado de <<https://population.un.org/wup/>>.
- WALLERSTEIN, I. (1969). *The Modern World System I: Capitalist Agriculture and the Origins of the European World-Economy in the Sixteenth Century*. Nueva York: Academic Press.
<<https://doi.org/10.1525/9780520948570>>