

El análisis de la traza mediante Space Syntax. Evolución de la accesibilidad configuracional de las ciudades históricas de Toledo y Alcalá de Henares

Spatial network analysis based on Space Syntax Methodologies. The evolution of integration in the historic cities of Toledo and Alcalá de Henares

MAYTE ARNAIZ, BORJA RUIZ-APILÁNEZ y JOSÉ M^a DE UREÑA

Resumen / Abstract

El presente artículo pone de manifiesto la decisiva influencia que el crecimiento de la ciudad tiene sobre la accesibilidad configuracional de la ciudad preexistente y en particular sobre la ciudad histórica. De acuerdo con la teoría de Space Syntax y empleando la aplicación informática Depthmap, se han estudiado los niveles de integración de cada calle de las ciudades de Toledo y Alcalá de Henares en cuatro etapas diferentes de su desarrollo –años 1950, 1970, 1990 y 2010– prestando especial atención a la evolución de sus cascos histórico. El análisis es pionero en el empleo de las teorías y herramientas de Space Syntax desde una aproximación Conzeniana –en cuanto evolutiva– al estudio de la morfología urbana. Muestra cómo el sistema de accesibilidad evoluciona al tiempo que la ciudad crece y cómo esto puede hacer que los niveles de integración de los elementos se mantengan o se modifiquen.

This paper shows the decisive influence of urban growth on accessibility (Space Syntax integration) of the pre-existing city and the historical centre in particular. Using Space Syntax theories and tools, this paper focuses in the study of integration of each spatial element (mainly streets) of the cities of Toledo and Alcalá de Henares in four different stages–1950s, 1970s, 1990s and 2010s–and pays special attention to the particular evolution of their historic city. In this respect, such morphological analysis becomes a pioneer attempt to combine both Space Syntax methodologies and a Conzenian approach –as it is evolutionary–. It shows how the accessibility pattern of urban spatial networks evolve through time as city grows, and how this can increase or decrease the accessibility of each particular element.

Palabras clave / Keywords

Ciudad histórica, morfología, traza, accesibilidad configuracional, integración, Space Syntax, Toledo, Alcalá de Henares, área metropolitana.

Historic city, morphology, configuration, accessibility, integration, Space Syntax, Toledo, Alcalá de Henares, metropolitan area.

Mayte Arnaiz. Investigadora y Máster por la UCLM. Arquitecta por la UPM. En la actualidad realiza una estancia doctoral en UCL (Reino Unido). Sus trabajos se centran en el estudio de la morfología urbana. Ha publicado varios artículos en revistas nacionales.

Borja Ruiz-Apiláñez. Profesor de Urbanismo y Ordenación del Territorio y Doctor por la UCLM. Arquitecto por la UPM, Ingeniero de caminos por la UC y Máster por la UN. Ha trabajado en estudios de arquitectura reconocidos internacionalmente y ha investigado e impartido docencia en diversas universidades nacionales y extranjeras. Ha publicado artículos en diversas revistas nacionales. Forma parte de grupos de investigación financiados con fondos nacionales y regionales.

José M^a de Ureña. Catedrático de Urbanismo y Ordenación del Territorio, UCLM. Ha enseñado e investigado en diversas universidades: Politécnica de Madrid y de Catalunya, Cantabria, Edimburgo, California-Berkeley, Paris-Pantheon-Sorbonne y Lille-1. Fue Rector de la Universidad de Cantabria, Presidente del Santander Group of European Universities y Fundador de la Escuela de Caminos de la UCLM. Investiga con fondos europeos y españoles sobre las implicaciones territoriales de la Alta Velocidad Ferroviaria, la evolución de las estructuras metropolitanas, el rediseño de calles y las ciudades históricas. Publicaciones en revistas: *Urban Studies*, *Cities*, *Planning and Administration*, *EURE*, *European Urban and Regional Studies*, *Journal of Urban History*, *Revista de Obras Públicas*, *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, *Scripta Nova*, *BAGE*, *Landscape Research*, *Urban*, *Transports Urbains*, *Revue d’Histoire des Chemins de Fer*, *Journal of Infrastructure Systems*, *European Planning Studies*, *Applied Mathematical Modelling*, *Journal of Transport Geography*, etc.

Introducción

El estudio que ha servido para la elaboración de este artículo se sitúa en el contexto de una investigación más amplia que se interroga acerca del papel de los conjuntos históricos en las grandes áreas metropolitanas. Preguntándonos acerca de las capacidades de los conjuntos históricos y de sus ciudades para atraer actividades metropolitanas direccionales o acoger una diversidad suficiente de actividades económicas y grupos sociales; en qué medida es posible alcanzar un equilibrio entre protección patrimonial y uso; o qué políticas son apropiadas o se han utilizado en los núcleos que se integran en procesos metropolitanos (SOLÍS ET AL., 2013).

Para ello, consideramos necesario entender los conjuntos históricos no sólo en sí mismos, sino en relación con todos los tejidos urbanos posteriores. Es decir, primero, estudiar su relación con el resto de la ciudad –la ciudad histórica dentro de la ciudad total (ÁLVAREZ, 2000)– y, también, con el área metropolitana extendida en la que se encuentren inmersos. Creemos que las relaciones que pueden surgir entre estos tres niveles de agregación –centro histórico, ciudad total y área metropolitana– pueden ser importantes en el devenir de todos ellos.

Al concebir la ciudad en su conjunto, podemos explicar más fácilmente algunas dinámicas específicas de la ciudad histórica. Podemos entender que la construcción de nuevos centros comerciales en las periferias recientes contribuye a dismantelar los tejidos comerciales históricos. O que la oferta masiva de viviendas más accesibles y con aparcamiento propio ayuda a vaciar los tejidos residenciales más antiguos, a los que el acceso con automóvil es cada vez más complicado y su aparcamiento es en muchas ocasiones imposible.

Pero más allá del cambio de uso y el desplazamiento de actividades motivados por una nueva oferta, aquí nos preguntamos acerca de la influencia de la expansión de la ciudad sobre una de las características morfológicas de la ciudad histórica: la accesibilidad configuracional¹. Es decir, la accesibilidad entendida exclusivamente en función de la propia configuración del sistema de calles.

¿Pueden los sucesivos desarrollos urbanos de la ciudad modificar la accesibilidad de los tejidos preexistentes? ¿Cómo afecta la incorporación de nuevas calles a un sistema de calles anterior? ¿Es posible que esta pueda llegar a reducir la accesibilidad de calles preexistentes?

Planteados estos interrogantes, el objetivo de este artículo es evaluar la incidencia de la expansión del conjunto de la ciudad –la ciudad total– sobre la accesibilidad configuracional de la ciudad histórica y, por tanto, sobre las posibilidades de uso ligadas a la propia configuración de la traza urbana. Es una aproximación a la morfología desde la traza de sus calles, en el que analizamos la evolución del sistema de calles de Toledo y Alcalá de Henares en cuatro momentos de su historia reciente –correspondientes con las décadas de 1950, 1970, 1990 y 2010–.

Entre las diversas ciudades analizadas, hemos elegido Toledo y Alcalá de Henares para la elaboración de este artículo. Estas son las ciudades declaradas Patrimonio de la Humanidad más próximas a la ciudad de Madrid. Alcalá podemos considerarla completamente integrada en el área metropolitana madrileña, mientras que Toledo forma parte del área metropolitana extendida o de la región urbana de la capital (SOLÍS, UREÑA Y RUIZ-APILÁNEZ, 2012). Analizadas desde el punto de vista de la evolución morfológica de su traza, veremos que suponen dos extremos prototípicos en nuestra investigación.

La ciudad histórica entendida como parte de la ciudad total

La preocupación por el deterioro o la destrucción de la ciudad histórica y su valoración patrimonial surgieron en Europa con la llegada de la revolución industrial y

¹ En este artículo emplearemos la traducción al castellano ‘accesibilidad configuracional’ propuesto por Lamiquiz (2011) del concepto ‘spatial accessibility’ introducido por Bill Hillier y Hanson (1984).

**MAYTE ARNAIZ, BORJA RUIZ-APILÁNEZ
y JOSÉ M^o DE UREÑA**

El análisis de la traza mediante Space Syntax.
Evolución de la accesibilidad configuracional
de las ciudades históricas de Toledo y Alcalá de Henares

la urbanización que emergió entonces transformando los tejidos históricos (CAMPOS VENUTI, 1981). Desde entonces hasta la actualidad se han sucedido diferentes visiones o ciclos en los que los procesos de transformación de los centros históricos han modelado la imagen de la ciudad histórica hasta nuestros días (TROITIÑO, 1992).

La ciudad preindustrial se presentaba como una estructura compleja con bordes marcados, generalmente delimitada por murallas que la rodeaban. Ante el gran crecimiento demográfico industrial, los planes reguladores se convirtieron en las herramientas urbanísticas para permitir realizar dos tipos de transformaciones: la remodelación o reforma de la ciudad existente, que dota de infraestructuras modernas a la urbe, y la ampliación o ensanche, es decir la creación de una nueva expansión urbana extramuros, tras la demolición de la muralla tradicional.

Los ensanches, mediante una cuadrícula extensiva, reflejan una nítida fractura morfológica entre la ciudad precedente y el nuevo crecimiento trazado bajo los preceptos de la higiene y la circulación. El efecto de estos proyectos sobre la ciudad histórica es considerable, sufriendo generalmente un proceso de marginación y degradación.

Las operaciones de reforma de la ciudad preexistente se materializaron en grandes operaciones de reestructuración radical, derribando manzanas de los viejos tejidos y abriendo paso a nuevas calles y avenidas en los barrios históricos, con la voluntad de adaptar la ciudad a las nuevas necesidades de salubridad y comunicación. Pero mientras se desgarraba y derribaba el viejo entramado histórico –en España muchas veces medieval– aparecía la nueva disciplina de la restauración monumental que entendía el valor patrimonial histórico de algunos edificios que pasaban a adquirir el estatus de monumento. Mientras se restauraban las catedrales de París o Milán, la ciudad y la arquitectura menor que la conformaba eran destruidas en nombre del progreso.

La pérdida de identidad histórica de numerosas ciudades consecuencia de estos procesos fue denunciada. Las protestas partieron de la afirmación de que la calidad ambiental de la ciudad moderna era muy inferior a la de la pintoresca ciudad tradicional. En la transición entre los siglos XVIII y XIX, son clave los trabajos de Sitte (1889), reaccionando contra las tendencias urbanísticas de su tiempo, y de Giovannoni (1913), proponiendo una nueva metodología para la intervención en los tejidos históricos y condenando las operaciones de cirugía violenta. Esta niega la práctica del aislamiento de monumentos e introduce el concepto de ambiente urbano donde el monumento y su entorno forman un conjunto. Pero la urgencia de la reconstrucción tras la Segunda Guerra Mundial y la necesidad acuciante de vivienda aplazan la discusión y los nuevos crecimientos adoptan las pautas del Movimiento Moderno, donde la utopía urbana se aleja del modelo urbano materializado en los centros históricos.

Durante los años 50, se reabre en Italia el debate y en 1960 se redacta la Carta de Gubbio, sentando la base de los principios actuales de protección e intervención, según González-Varas (1999). Los planes especiales son los instrumentos que protegen y posibilitan la intervención en la ciudad histórica, dotada de valor unitario, estableciendo un nuevo método fundado en una profunda y preliminar valoración de carácter histórico y en donde el mantenimiento de la estructura socioeconómica se considera fundamental.

A lo largo de las últimas décadas se han producido intervenciones en tejidos históricos dentro de este planteamiento más integrador. La propuesta seminal y ya clásica de rehabilitación sobre el centro de Bolonia (CERVELLATI Y SCANNAVINI, 1976) estudiaba las características tipológicas, la estructura material y los valores culturales, sociales y económicos de la ciudad histórica proponiendo una nueva regeneración

de la misma. Sin embargo aunque fue una propuesta ciertamente innovadora, sus resultados prácticos han sido bastante modestos, tal y como sugiere Sainz-Gutiérrez (2006).

La ciudad histórica se enfrenta en la actualidad a patologías urbanas generales propias de la ciudad en su conjunto –contaminación, tráfico, especulación– y a otras más específicas y locales –turismo de masas, envejecimiento y pérdida de población, problemas de accesibilidad, envejecimiento de las infraestructuras, gentrificación–. Sin embargo el tratamiento de la ciudad histórica –su conservación y/o rehabilitación– se ha realizado demasiadas veces como una actividad en sí misma y no como una actividad de ordenación y/o intervención sobre todo el espacio urbano actual. La singularidad que implica el Plan Especial en términos urbanísticos ha fomentado tratar la ciudad histórica como un fragmento local de la ciudad total que no requiere necesariamente, relaciones concretas con esta última para proceder a su conservación y recuperación. En este sentido se ha preservado su valor como reserva cultural, ajena a lo que se estaba planteando fuera de ella (ÁLVAREZ, 2000).

De acuerdo con esta línea de pensamiento, los instrumentos de planeamiento, como los Planes Especiales de los Centros Históricos, deberían no limitarse al perímetro de lo considerado histórico, sino a trabajar más sobre la relación entre los tejidos con mayor contenido histórico y los más recientes. Es la ciudad total, como la ciudad comarca de Toledo con sus distintas partes bien diferenciadas (UREÑA ET AL., 2012), la que debe ser viable. Sin separar el tejido que pretendemos conservar del que se genera en la actualidad o se generó recientemente.

Este artículo evidencia la necesidad de abordar el estudio de la ciudad en su totalidad, también y específicamente desde un punto de vista morfológico, para comprender lo que acontece y planear la intervención sobre ciudad histórica.

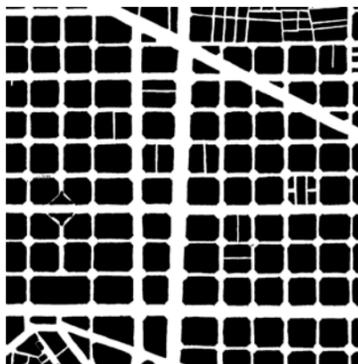
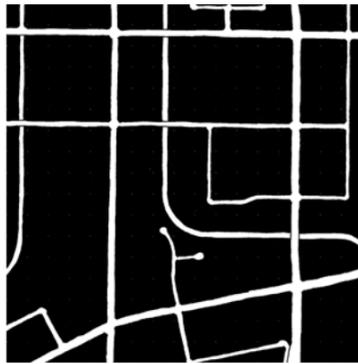
Morfología urbana y análisis a través de la traza

Tal y como señala Gauthiez (2004), resulta difícil situar los orígenes del estudio de la forma de la ciudad. Sin embargo, de acuerdo con el International Seminar on Urban Form² y como explica Moudon (1994), existen tres escuelas fundamentales de morfología urbana que inician el estudio contemporáneo –científico o académico–, ubicadas en Italia, Inglaterra y Francia. La primera fundada con el trabajo seminal de Muratori (1960), la segunda por los de Conzen (1960) y la tercera con los de Castex, Depaule, y Panerai (1977). Estos últimos, con claros antecedentes italianos, según Darin (1998). Estas escuelas se denominan tipo-morfológicas, ya que describen la morfología de la ciudad a través de la clasificación de edificios y espacios libres en tipos.

Hoy en día, las tres comparten, en esencia, el método de análisis morfológico evolutivo introducido por Conzen (1960). El que fue bautizado como *town-plan analysis*, se limita al estudio del plano de la ciudad y distingue tres tipos de elementos: (i) las calles y el *sistema de calles*, (ii) las parcelas y su agregación en manzanas y (iii) los edificios. Sin embargo, tradicionalmente, la morfología urbana ha prestado mayor atención a los edificios, las parcelas y sus diversas configuraciones y agregaciones. Los estudios de los sistemas de calles en sí –de los *trazados* a los que se refería Solá-Morales (1987) en *La segunda historia del proyecto urbano*– son más difíciles de encontrar.

Una par de excepciones notables son las contribuciones estadounidenses de Jacobs (1993) y Southworth y Ben-Joseph (2003). El primero, tras décadas de estudio dirigido a la búsqueda de las características físicas que caracterizaban a las *grandes calles* –como lugares de relación social–, señala la importancia de la propia con-

² Para más información, consultar www.urbanform.org



[Fig. 1] El poder configurador de los trazados y su influencia sobre las actividades sociales se intuye al comparar distintos sistemas de calles. Planos de 1 milla cuadrada de las ciudades de Ahmedabad, Irvine, Barcelona y Bolonia.

Fuente: Jacobs (1993).

figuración formal del sistema de calles, casi como condicionante *a priori*, más allá de las características físicas particulares que pueda tener cada calle en particular.

A partir de una colección de 50 tejidos urbanos de distintas ciudades del mundo [Fig. 1] –los planos de una milla cuadrada a escala 1:12.000– establece numerosas comparaciones fundamentalmente descriptivas entre las formas de los diversos trazados. Sin embargo, en un intento por caracterizar cada sistema de calles de un modo numérico y objetivo, Jacobs (id.) proporciona una tabla con el número de intersecciones y manzanas, así como la distancia entre intersecciones contiguas –proporcionando la media y la mediana de este último parámetro–.

Jacobs (id.) afirma que cada cruce de calles supone una oportunidad adicional para el espacio urbano en la que los ciudadanos tienen la posibilidad de elegir entre distintas opciones, y concluye que una manera de valorar la calidad potencial de un trazado como soporte de la vida urbana es a partir de la densidad de intersecciones.

Southworth y Ben-Joseph (2003) realizan un estudio exhaustivo de las repercusiones ambientales y sociales que han tenido las distintas normativas de diseño de calles y los distintos trazados a lo largo de la historia. En este también realizan un análisis comparativo de distintos tipos de trama en el que, para una misma superficie, miden la longitud total de las calles existentes y la cantidad de manzanas, puntos de acceso, calles en *bucle* y *fondo de saco* y, también, intersecciones.

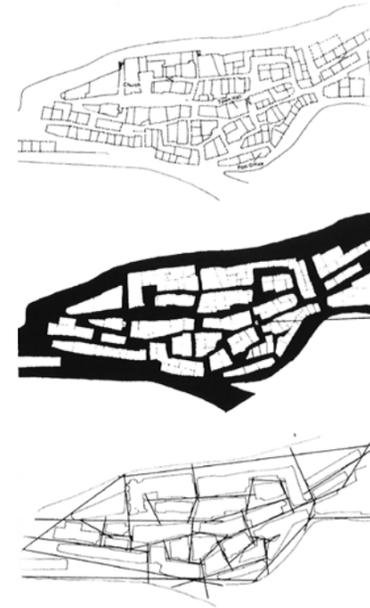
El estudio de las conexiones entre calles y su relación con las oportunidades que ofrece el espacio como soporte de las actividades sociales de sus ciudadanos es la base de la ha sido teoría de Space Syntax, en la que se fundamenta el análisis que presentamos en este artículo.

La teoría de Space Syntax y la accesibilidad configuracional

Space Syntax es una teoría arquitectónica no discursiva creada por Hillier y Hanson a finales de la década de 1970 y desde entonces ha seguido desarrollándose por el Space Group del University College of London y por otros investigadores formados mayoritariamente en este *laboratorio*. *The social logic of space* (HILLIER Y HANSON, 1984) es la obra de referencia con la que la teoría se presentó definitivamente en la comunidad científica.

Esta teoría sostiene que el medio físico influye en el desarrollo de las actividades humanas aunque no de una manera determinista. Es, sin embargo, una teoría probabilística y posibilista a la hora comprender la relación entre el medio construido y la actividad social que en él puede desarrollarse. El grupo ha desarrollado una serie de herramientas para analizar configuraciones morfológicas edilicias y urbanas. Varias de las medidas que pueden realizarse a partir de los modelos generados para representar las distintas configuraciones han demostrado estar correlacionadas con diversos aspectos sociales.

El primer paso para analizar cualquier sistema espacial –en el caso de entornos urbanos, fundamentalmente el conjunto de calles y plazas– consiste en modelarlo según una serie de elementos discretos unidimensionales, denominados líneas axiales. El mapa axial [Fig. 2] está formado por el menor conjunto de ejes rectos que atraviesan cada espacio haciendo todas las conexiones posibles del sistema (HILLIER Y HANSON, 1984). Los mapas axiales permiten analizar de qué manera se producen las conexiones entre ejes y cuantificar el grado de accesibilidad configuracional de la trama. Este proceso está basado en la magnitud denominada *profundidad* o *distancia axial*, que se define como el mínimo número de cambios de dirección para alcanzar un elemento de una red espacial desde otro.

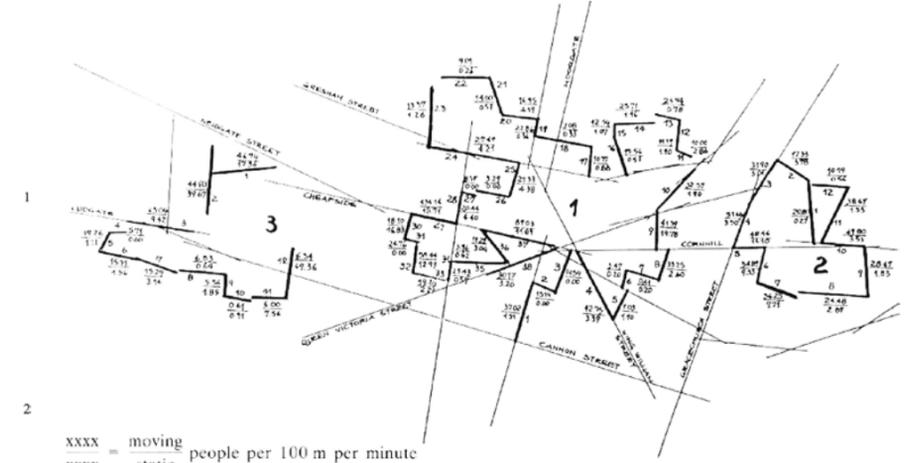


[Fig. 2] 1. Ciudad de G en la región de Var. 2. Estructura del espacio libre de G. 3. Mapa axial de G.

Fuente: Hillier y Hanson (1984).

[Fig. 3] Cuento de peatones en tres zonas de Londres de 12 am a 2 pm. La elevada correlación entre los conteos de peatones y el nivel de integración de cada eje axial confirmaron la teoría del movimiento natural.

Fuente: Hillier et al. (1993).



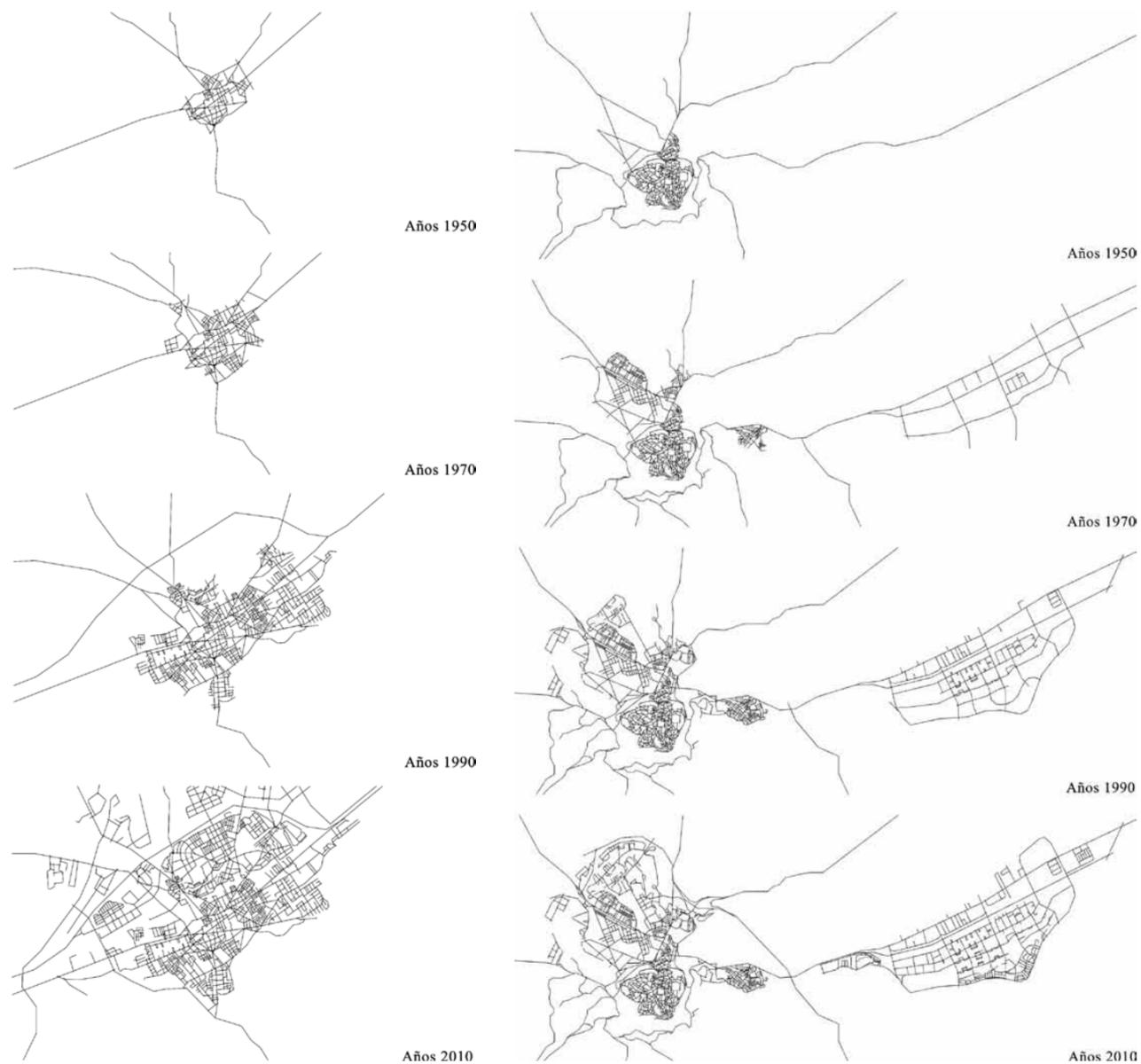
La suma de todas las *profundidades* de un elemento origen con respecto a todos los elementos del sistema se denomina *profundidad total*. Desafortunadamente, la *profundidad total* no puede utilizarse para comparar el estatus de diferentes calles en diferentes ciudades ya que esta se ve afectada por el número de elementos del sistema. Por otro lado, según los estudios de Hillier, el movimiento se produce con mayor facilidad en los itinerarios con menores giros o ángulos. De manera que los valores de la profundidad deben ser modificados o corregidos en función de cómo se producen cada uno de los cambios de dirección. Por ello, se define una magnitud normalizada o relativa, base de la teoría de Space Syntax, que combina las magnitudes anteriores denominada *integración*, y a la que nosotros nos referiremos como *nivel de integración* o, simplemente, *integración*. Debatida por primera vez por Steadman (1983), sus fundamentos teóricos fueron detallados por Hillier y Hanson (1984). A lo largo de los años la fórmula de cálculo de la misma se ha modificado y se han realizado variaciones sucesivas basadas en razones empíricas (HILLIER, 2007).

La *integración* calcula cómo de cerca está cada elemento del resto de componentes del sistema, mide cómo de accesible es cada segmento con respecto al resto y cuánto potencial tiene como destino de movimiento. Un elemento está más integrado en el sistema cuanto menores sean los cambios de dirección para alcanzar al resto de elementos. Es decir, cuanto menor sea su profundidad. A su vez el ángulo en que se producen cada uno de estos cambios de dirección modifica los valores. Las conexiones con menor ángulo de giro (conexión más lineal) mejoran o potencian la accesibilidad. La accesibilidad configuracional de un segmento aumentará cuanto mayor sea su *nivel de integración*. La *integración* puede calcularse de manera global, en relación a todo el sistema, o de manera local, considerando sólo las conexiones hasta cierta distancia (en un determinado radio de influencia). Esto permite el estudio de la accesibilidad a diferentes escalas.

Varios estudios demuestran que la *integración* se ajusta al movimiento peatonal real observado o movimiento natural (HILLIER ET AL., 1993). Las calles de mayor *nivel de integración* –con mayor accesibilidad configuracional– son las más transitadas y utilizadas por los habitantes [Fig. 3].

Análisis evolutivo de la accesibilidad configuracional de Toledo y Alcalá de Henares

Tras realizar un estudio previo del desarrollo urbano de ambas ciudades a través de diversas fuentes bibliográficas (VALLHONRAT Y RASCÓN, 2011; ÁLVAREZ, 2004; GONZÁLEZ, 1975) y cartográficas –de Alcalá de Henares (IGN, 1877;1952; 1968; 1991; 2010a) y Toledo



[Fig. 4] Mapas axiales de los trazados de Alcalá de Henares, contruidos para cuatro etapas de su evolución (años 1950, 1970, 1990 y 2010).

Fuente: elaboración propia.

[Fig. 5] Mapas axiales de los trazados de Toledo, contruidos para cuatro etapas de su evolución (años 1950, 1970, 1990 y 2010).

Fuente: elaboración propia.

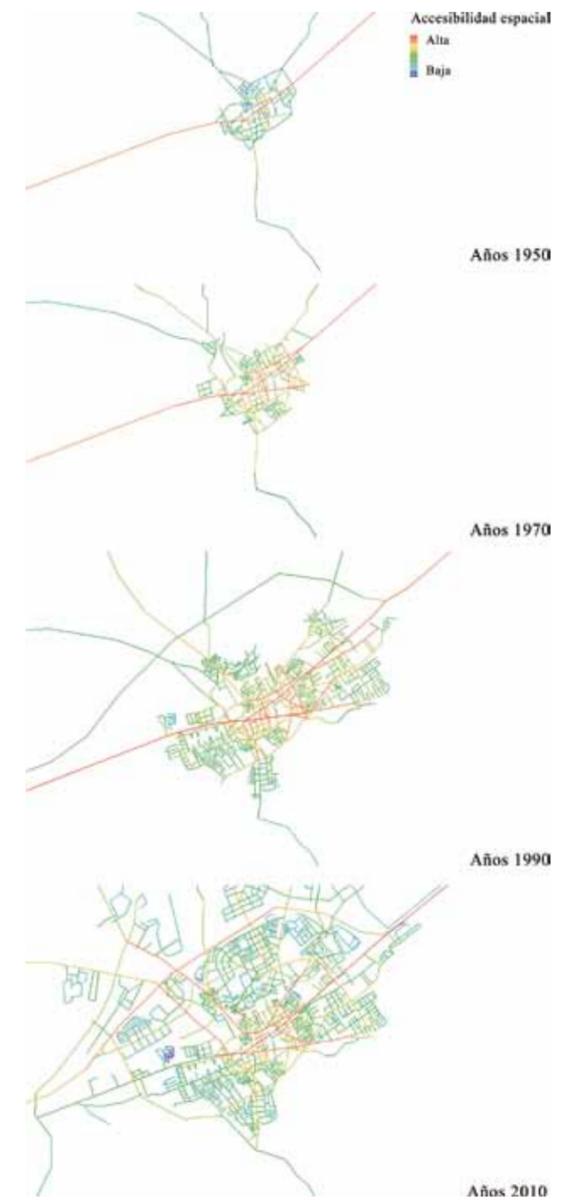
(IGN 1882; 1944; 1974; 2001; 2010b)–, junto con los sucesivos planes de ordenación urbana y planes especiales de Alcalá de Henares (Ayto. de Alcalá de Henares 1984; 1991; 1998; 2012) y Toledo (Ayto. de Toledo 1940; 1964; 1985; 1997; 2007), decidimos limitar el ámbito temporal de nuestro análisis evolutivo a los años posteriores a 1950. Es a partir de entonces cuando, con la industrialización de estas ciudades, se inicia su crecimiento demográfico y se realizan las primeras variaciones y ampliaciones importantes de los que hoy consideramos sus cascos históricos. Analizaremos, por tanto, cuatro etapas de su evolución a partir de este momento, correspondientes con los años 1950, 1970, 1990 y 2010.

Para el estudio de las implicaciones espaciales que cada una de estas etapas ha tenido en el conjunto de la ciudad –atendiendo especialmente en sus cascos históricos– primero construimos los mapas axiales de ambas para cada una de los cuatro períodos [Figs. 4-5].

Posteriormente, utilizando la aplicación informática Depthmap, calculamos y representamos la *integración global*, es decir, la integración de cada calle en relación a todo el sistema [Figs. 6-7]. Esta magnitud es la base de este estudio morfológico. Ya hemos visto que la *integración* depende de la proximidad topológica entre cada segmento y el resto del sistema. Queda definida exclusivamente por la configura-

[Fig. 6] Niveles de *integración global* de los ejes axiales del trazado de Alcalá de Henares para cuatro etapas de su evolución (años 1950, 1970, 1990 y 2010).

Fuente: elaboración propia.



ción topológica de todo el conjunto de calles y es, en definitiva, una medida la accesibilidad configuracional que cada traza tiene dentro del trazado general y viene.

Análisis evolutivo de la accesibilidad configuracional de Alcalá de Henares

[Fig. 6] Durante los años 50, la trama urbana de Alcalá se limitaba prácticamente a lo que hoy conocemos como centro histórico. La accesibilidad presentaba un patrón de centralidad donde las calles más integradas en el sistema eran la Calle Mayor y la Calle Cardenal Cisneros. No en vano, ambas confluyen en la catedral y conectaban la plaza adyacente –sin duda el espacio principal de la ciudad histórica– con las antiguas Puertas de Madrid y Guadalajara en dirección noreste-suroeste.

En los años 70, la trama de Alcalá comienza a extenderse extramuros de forma radio concéntrica. El gradiente de accesibilidad sigue mostrando un esquema central donde las mencionadas calles Mayor y Cardenal Cisneros son las más accesibles. Pero a estas, se les unen otras nuevas como la Calle Escritorio de traza este-oeste y la Vía Complutense, prácticamente paralela a la Calle Mayor.

De los años 70 a los años 90 el crecimiento de la ciudad en superficie casi se triplica. La extensión se realiza fundamentalmente en dirección noreste-suroeste.

MAYTE ARNAIZ, BORJA RUIZ-APILÁNEZ
y JOSÉ M^o DE UREÑA

El análisis de la traza mediante Space Syntax.
Evolución de la accesibilidad configuracional
de las ciudades históricas de Toledo y Alcalá de Henares

Un crecimiento relacionado con el importante Corredor del Henares –entre Madrid y Guadalajara– cuyo creciente tráfico motorizado ha motivado la aparición de una variante de la Nacional II, Madrid-Barcelona, al norte de la ciudad. Las vías con mayor accesibilidad continúan siendo las mismas calles –Mayor, Cardenal Cisneros y Escritores– a las que se les suman ahora otros ejes menores de directriz norte-sur en la zona central.

En las dos últimas décadas, hasta el año 2010, Alcalá duplica su tamaño. El crecimiento se extiende en dirección norte sobrepasando la variante, que ya se ha constituido en gran autopista y ha sido rebautizada como A-2. La accesibilidad general del modelo sufre un cambio notable debido en gran parte a las más de 20 conexiones con las que cuenta la autopista a su paso por Alcalá. Esto hace que la A-2 se sume al grupo de las ya conocidas Mayor, Cardenal Cisneros y Escritores, que siguen presentando la máxima accesibilidad. La antigua salida hacia Madrid, sin embargo, pierde la importancia que tuvo en etapas anteriores y nuevas vías que unen la variante con el vías centrales en dirección norte-sur también presentan una accesibilidad elevada. Es el caso de la Avda. de Daganzo y la Calle Camarmilla.

Como podemos ver, la accesibilidad configuracional del casco histórico ha permanecido prácticamente constante a lo largo de las décadas analizadas. En las cuatro etapas, las calles Mayor y Cardenal Cisneros han formado parte de los ejes más integrados del sistema. Esto se ha producido al tiempo que, en cada etapa, nuevas vías adquirían un grado de integración muy similar. De forma más general, podemos afirmar que el casco ha mantenido su accesibilidad y posición relevante en el trazado de Alcalá hasta la actualidad.

Análisis evolutivo de la accesibilidad configuracional de Toledo

[Fig. 7] Durante los años 50, la trama urbana de Toledo se limitaba prácticamente a lo que hoy conocemos como centro histórico. La extensión de la ciudad se ceñía a la superficie disponible sobre el cerro amurallado en el que se asienta. Observando el modelo de integración de sus calles, observamos que presentaba un patrón centralizado donde las calles más accesibles eran las que construían el eje central que unía la Plaza Mayor con la Plaza de Zocodover, las hoy conocidas como Calle del Comercio y Hombre de Palo.

Entre los años 50 y los años 70, los nuevos desarrollos extramuros se sitúan en tres áreas claramente diferenciadas. El primero se extiende hacia el norte, casi en continuidad con el caserío de la ciudad preexistente, pero fuera del promontorio, entre las carretas nacionales que unen la ciudad con Madrid y Ávila. Los otros dos quedan al este, al otro lado del meandro que forma el Tajo alrededor del cerro. Uno es la consolidación del barrio de Santa Bárbara junto a la estación de ferrocarril. El otro, entonces todavía incipiente, es un polígono residencial e industrial –parte del Plan de Descongestión de Madrid de 1959– cuyo límite occidental se sitúa 3 km al este de dicha estación.

Este primer paso en la redistribución territorial de la ciudad mantiene entre las vías más accesibles a las calles centrales del casco histórico –Comercio y Hombre de Palo–, pero a ellas se unen nuevos ejes de directriz norte-sur que unen la ciudad histórica con el desarrollo norte –Calle del Cardenal Tavera y Avda. de Barber–.

De los años 70 a los 90, el crecimiento de la ciudad en superficie se duplica gracias a la consolidación de los tres desarrollos anteriores: la extensión norte, el barrio de la estación se y el entonces ya denominado Polígono de Santa María de Benquerencia. El aumento de peso relativo de estas tres partes motiva un cambio radical en el modelo de accesibilidad general que ve modificado su patrón. Los ejes más accesibles del modelo se sitúan fuera de la ciudad histórica, que pierde su anterior



[Fig. 7] Niveles de *integración global* de los ejes axiales del trazado de Toledo para cuatro etapas de su evolución (años 1950, 1970, 1990 y 2010).

Fuente: elaboración propia.

condición de foco principal y deja de ser el área más integrada de la ciudad. La vía más accesible, con dirección este-oeste, es tangente a la ciudad histórica, al desarrollo norte y al barrio de la estación. Algunas vías norte-sur que unen este eje con las direcciones de salida hacia Ávila y Madrid también poseen una elevada accesibilidad.

El desarrollo de la ciudad hasta los años 2010 suponen un paso más en la consolidación del nuevo modelo. El eje más integrado del sistema continúa siendo la vía este-oeste tangente al casco, y a los barrios norte y de la estación. Pero su hegemonía es aún mayor y ya no existen prácticamente otras vías una accesibilidad equivalente.

Observamos que el nivel de integración de las calles del casco histórico de Toledo ha disminuido de forma radical a lo largo del periodo de estudio, produciéndose la que interpretamos como una transformación total del modelo urbano. Distinguimos así dos grandes etapas en el desarrollo de la ciudad.

La primera, hasta los 80, se caracteriza por una situación de centralidad y máxima accesibilidad de la ciudad histórica, en la que las calles Comercio y Hombre de Palo constituyen el núcleo central del casco y poseen los niveles más altos de integración del sistema. La segunda etapa llega hasta nuestros días y evidencia

**MAYTE ARNAIZ, BORJA RUIZ-APILÁNEZ
y JOSÉ M^o DE UREÑA**

El análisis de la traza mediante Space Syntax.
Evolución de la accesibilidad configuracional
de las ciudades históricas de Toledo y Alcalá de Henares

un cambio de modelo. La consolidación de los barrios periféricos y su baja interconexión hacen que el centro histórico haya perdido su condición relevante en el sistema. La accesibilidad de la ciudad histórica disminuyó considerablemente en la década de los 90 –en la que el modelo muestra que la mitad de sus calles pasan a estar mucho menos integradas– para seguir disminuyendo hasta nuestros días. En el modelo de 2010 la mayoría de calles del casco histórico presenta los niveles más bajos de accesibilidad de toda la ciudad.

Conclusiones

El análisis de la evolución de los niveles de integración de los trazados de Toledo y Alcalá de Henares evidencia cómo los nuevos desarrollos de la ciudad pueden suponer una radical transformación de la accesibilidad configuracional de sus calles y barrios. Consideramos que, en el caso concreto de la ciudad histórica, evidenciar este hecho resulta capital. Es el propio modelo de crecimiento urbano de la ciudad total el que condiciona de forma muy importante las potencialidades funcionales del casco histórico.

Como hemos visto, Toledo y Alcalá de Henares son dos casos prototípicos totalmente opuestos. El crecimiento de Alcalá, fuertemente orientado hacia el norte y la A-2 Madrid-Barcelona –vital para la economía local–, sitúa el centro gravitatorio de la mancha urbana actual lejos del casco histórico. A 1,5 km al norte de la intersección de las calles Mayor y Cardenal Cisneros. Sin embargo, la evolución del sistema ha mantenido a estas dos arterias históricas como los ejes más integrados del sistema. Esto no ha impedido que otros ejes, como la propia A-2, hayan adquirido también una accesibilidad configuracional equivalente.

Por el contrario Toledo, condicionado por el deseo de conservación del casco histórico y de su paisaje colindante, ha crecido de manera fragmentada, dividido en barrios escasamente conectados entre sí. Esto, además de haber provocado que el centro de masas de la mancha urbana de la ciudad se haya alejado del casco histórico –como también ha sucedido en Alcalá– ha supuesto también una completa transformación en la jerarquía del nuevo trazado general resultante. Al tiempo que la ciudad se desarrollaba, el nivel de integración del casco histórico descendía. La situación actual muestra como casi todas las calles del casco histórico tienen los niveles más bajos de accesibilidad de la ciudad.

Nuestro análisis evidencia un importante hecho que algunos intuíamos pero que aquí queda demostrado: los sucesivos desarrollos de la ciudad afectan a la accesibilidad de la ciudad preexistente, pudiendo incluso transformar totalmente los niveles de integración de calles y, en casos extremos como el de Toledo, barrios enteros preexistentes; transformando así las jerarquías funcionales de todo el sistema de calles de la ciudad.

Debemos ser conscientes de que una transformación radical del patrón de accesibilidad puede suponer una transformación funcional, social y económica igualmente relevante a corto, medio o largo plazo. Por esto, los responsables de planeamiento deberían tener muy en cuenta este hecho en caso de que semejante metamorfosis no sea deseada.

Esto nos invita a reflexionar sobre el grado de protección de los centros históricos. ¿Podría darse el caso de que una excesiva protección consiguiese una desconexión total entre la ciudad histórica y el resto de la ciudad, impidiendo su uso más cotidiano y favoreciendo aquellos demasiado especializados y exclusivos, limitando drásticamente su función social? ¿Estaría aun así justificada?

Para poder abordar algunas de estas cuestiones y comprobar cómo el nivel de

integración global está afectando al uso real de las ciudades, sería necesario un análisis socio-económico que todavía no hemos realizado. Sin embargo, intuimos que las grandes diferencias socio-económicas que se perciben entre ambas, pueden tener una explicación fundamentada en su configuración espacial.

Según señalan los planes especiales de los cascos históricos de ambas ciudades –redactados ambos en 1997– durante los años 90, la población de las ciudades de Toledo y Alcalá aumentaba a un ritmo similar mientras que la del casco histórico de la primera disminuía en un 27% y la de la segunda aumentaba. Diferencias tan importantes en la evolución poblacional pueden estar relacionadas con las de la accesibilidad configuracional aquí estudiada.

Es cierto que las dinámicas urbanas son fenómenos complejos dependientes de muchos otros factores –morfológicos y no–. Sin embargo, distintas variables morfológicas vinculadas a la teoría de Space Syntax guardan una estrecha relación con muchas de ellas. Por esto consideramos que el conjunto de herramientas que nos proporciona esta teoría espacial poseen un alto valor, especialmente para realizar experiencias y estudios parciales como el que ha servido de base para la elaboración de este artículo.

En la comunidad científica no faltan las voces críticas que se muestran escépticas ante el aparente potencial de la teoría de Space Syntax. Para nosotros se trata sin duda de un debate de alto interés que recomendamos conocer³. Nosotros encontramos que la teoría es valiosa y sus herramientas útiles. Aunque para realizar estudios más completos, diagnósticos, simulaciones o predicciones, lo más interesante es completarlas con otras técnicas y herramientas –digitales y no digitales–.

En nuestro caso, creemos que los modelos que desarrollamos y con los que hemos trabajado nos están ayudando a comprender mejor la situación de las ciudades en las que estamos trabajando. Durante la preparación de este artículo, el análisis de otras variables sintácticas diferentes a la integración global nos alienta a seguir investigando. Ampliar nuestro análisis a escala metropolitana y cruzar estas variables espaciales con otro tipo de información geográfica son los dos siguientes pasos que ya estamos dando.

MAYTE ARNAIZ, BORJA RUIZ-APILÁNEZ y JOSÉ Mº DE UREÑA

El análisis de la traza mediante Space Syntax. Evolución de la accesibilidad configuracional de las ciudades históricas de Toledo y Alcalá de Henares

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, Ignacio. 2004. *El urbanismo del término municipal de toledo en el siglo XX*. Colegio de Arquitectos de Catilla-La Mancha

ÁLVAREZ MORA, Alfonso. 2000. “La cuestión de los centros históricos. Generaciones de planes y políticas urbanísticas recientes”. En *Ciudad, Territorio y Patrimonio. Materiales de investigación*. Valladolid: Instituto Universitario de Urbanística, Universidad de Valladolid

Ayuntamiento de Alcalá de Henares. 1984. “Normas Subsidiarias. Alcalá de Henares”

_____. 1991. “Plan General de Ordenación Urbana de Alcalá de Henares”

_____. 1998. “Plan Especial de Casco Histórico de Alcalá de Henares”

_____. 2012. “Avance del Plan General de Ordenación de Alcalá de Henares”

Ayuntamiento de Toledo. 1940. “Plan General de Ordenación Urbana de Toledo”

_____. 1964. “Plan General de Ordenación Urbana de Toledo”

_____. 1985. “Plan General de Ordenación Urbana de Toledo”

_____. 1997. “Plan Especial del Casco Histórico de Toledo”

_____. 2007. “Plan de Ordenación Municipal de Toledo”

CAMPOS VENUTI, Giuseppe. 1981. *Urbanismo y austeridad*. Madrid, Siglo XXI

CASTEX, Jean; DEPAULE, Jean-Charles; PANERAI, Phillippe. 1977. *Formes urbaines: de l’ilot à la barre*. París, Dunond

CERVELLATI, Pier Luigi; SCANNAVINI, R. 1976. *Bolonia: política y metodología de la Restauración de los centros históricos*. Barcelona, Gustavo Gili

CONZEN, M. R. G. 1960. “Alnwick, Northumberland: a study in town-plan analysis”. *Transactions of the Institute of British Geographers* 27 (1), pp. 1-122

DARIN, Michael. 1998. “The study of urban form in France”. *Urban Morphology* 2 (2), pp. 63-76

GAUTHIEZ, Bernard. 2004. “The history of urban morphology”. *Urban Morphology* 8 (2), pp. 71-89

GIOVANNONI, Gustavo. 1913. “Vechie città ed edilizia nuova”. *Nuova Antologia* (June), pp. 463-464

GONZÁLEZ, J. 1975. *Repoblación de Castilla La Nueva*. Madrid, Universidad Complutense

GONZÁLEZ-VARAS, Ignacio. 1999. *Conservación de bienes culturales. Teoría, historia, principios y normas*. 6ª ed. Madrid, Ediciones Cátedra

HILLIER, B.; PENN, A.; HANSON, J.; GRAJEWSKI, T.; XU, J. 1993. “Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement”. *Enviroment and Plannig B: Planning and Design* 20, pp. 29-66

HILLIER, Bill. 2007. *Space is the machine*

HILLIER, Bill; HANSON, Julianne. 1984. *The social logic of space*. Cambridge, UK, Cambridge University Press

HILLIER, Bill; PENN, Alan. 2004. “Rejoinder to Carlo Ratti”. *Environment and Planning B: Planning and Design* 31 (4), pp. 501-511

Instituto Geográfico Nacional. 1877. “Mapa Topográfico 1.50000 Histórico. Alcalá de Henares”

_____. 1882. “Mapa Topográfico 1:50.000 Histórico. Toledo”

_____. 1944. “Mapa Topográfico 1:50.000 Histórico. Toledo”

_____. 1952. “Mapa Topográfico 1:50.000 Histórico. Alcalá de Henares”

_____. 1968. “Mapa Topográfico 1:50.000 Histórico. Alcalá de Henares”

_____. 1974. “Mapa Topográfico 1:50.000 Histórico. Toledo”

_____. 1991. “Mapa Topográfico 1:50.000 Histórico. Alcalá de Henares”

_____. 2001. “Mapa Topográfico 1:50.000 Histórico. Toledo”

_____. 2010a. “Mapa Topográfico 1:50.000. Alcalá de Henares”

_____. 2010b. “Mapa Topográfico 1:50.000. Toledo”

JACOBS, Allan B. 1993. *Great streets*. Cambridge, Mass, Massachusetts Institute of Technology

LAMÍQUIZ, José Francisco. 2011. “Implicaciones de la accesibilidad configuracional en la movilidad peatonal. El caso de Madrid”. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

MOUDON, Anne Vernez. 1994. “Getting to know the built landscape: typomorphology”. En *Ordering Space: Types in Architecture and Design*, Van Nostra, pp. 289-311. New York

MURATORI, Saverio. 1960. *Studi per una operante storia urbana di Venezia*. Roma, Istituto Poligrafico dello Stato

RATTI, Carlo. 2004. “Space Syntax: some inconsistencies”. *Environment and Planning B: Planning and Design* 31 (4), pp. 487-499

SAINZ-GUTIÉRREZ, Victoriano. 2006. *El proyecto urbano en España: génesis y desarrollo de un urbanismo de los arquitectos*. Consejería de Obras Públicas y Transportes de Andalucía

SITTE, Camillo. 1889. *Der städtebau nach seinen künstlerischen grundsätzen*. Wien: [Construcción de ciudades según principios artísticos. Barcelona, 1889]

SOLÁ-MORALES, Manuel. 1987. “La segunda historia del proyecto urbano”. Revista *UR* (5)

SOLÍS, Eloy; ARNAIZ, Mayte; MOHINO, María Inmaculada; RUIZ-APILÁNEZ, Borja; UREÑA, José María de. 2013. “Políticas urbanas y ciudades intermediarias en regiones metropolitanas policéntricas: el caso de Madrid”. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*. En prensa

SOLÍS, Eloy; UREÑA, José María de; RUIZ-APILÁNEZ, Borja. 2012. “Transformación del sistema urbano-territorial en la región central de la España peninsular: la emergencia de la región metropolitana policéntrica madrileña”. *Scripta Nova* 16 (420)

SOUTHWORTH, Michael; BEN-JOSEPH, Eran. 2003. *Streets and the shaping of towns and cities*. 2ª ed. Island Press [primera edición de 1996 McGraw-Hill]

STEADMAN, J.P. 1983. *Architectural morphology: an introduction to the geometry of building plans*. Londres, Pion

TROITIÑO, Miguel Ángel. 1992. “Centro histórico, intervención urbanística y análisis urbano”. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* 11, pp. 22-48

UREÑA, José María de; SOLÍS, Eloy; RUIZ-APILÁNEZ, Borja; MOHINO, María Inmaculada. 2012. *El hábitat unifamiliar en ciudades históricas de regiones metropolitanas policéntricas: el caso de Toledo*. Toledo: Universidad de Castilla-La Mancha

VALLHONRAT, C.; RASCÓN, S. 2011. *La evolución urbana de Alcalá de Henares*. Grupo de Ciudades Patrimonio de la Humanidad