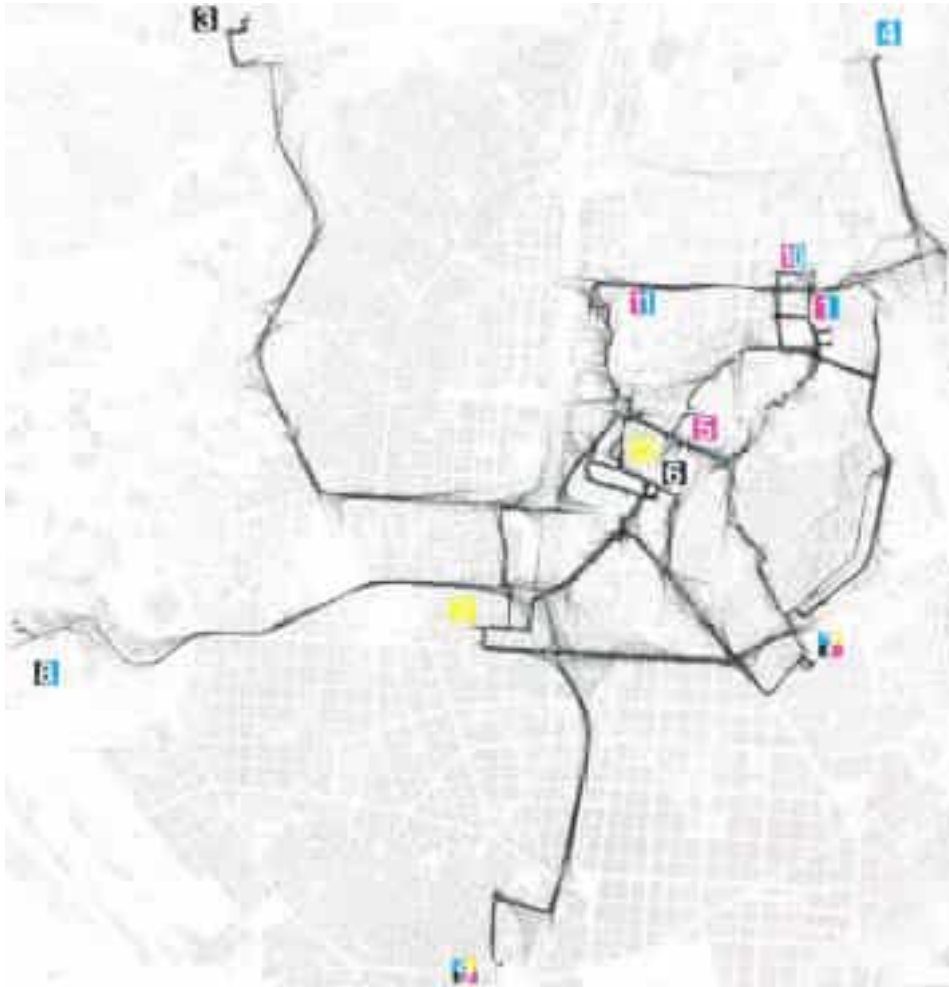


4



Terraza de café por la noche 1888. Van Gogh

IV DINÁMICA URBANA



"Emerge una forma social y espacial: la ciudad informacional. No es la ciudad de las tecnologías de la información profetizada por los futurólogos. Ni es la tecnópolis totalitaria denunciada por la nostalgia del tiempo pasado. Es la ciudad de nuestra sociedad, como la ciudad industrial fue la forma urbana de la sociedad que estamos dejando. Es una ciudad hecha de nuestro potencial de productividad y de nuestra capacidad de destrucción, de nuestras proezas tecnológicas y de nuestras miserias sociales, de nuestros sueños y de nuestras pesadillas. La ciudad informacional es nuestra circunstancia"

Manuel Castells. La Ciudad Informacional. 1995

Fig. 4.1 La ciudad es el espacio en el que desarrollamos las actividades diarias CMYK. Manuel Gª de Paredes, Juan Hevia, Nuria Ruiz, Fernando Pino. Convocatoria CONS Vínculos al Lugar (2000), interpretación situacionista de la vida diaria de una persona.

El territorio ya no sería un factor fortuito que hay que incorporar al análisis del crecimiento económico, sino un elemento esencial de los procesos de crecimiento. Los aportes de la geografía socioeconómica, indican que el desarrollo territorial trasciende el campo económico, para entrar en las dimensiones social, cultural y política.

(Reflexiones en torno a la nueva geografía económica en la perspectiva de Paul Krugman y la localización de la actividad económica marco. A. Merchand)

4.1 DINÁMICA URBANA

Existen las evidencias por las que las ciudades de mayor tamaño tienden a aumentar la población en detrimento de las menores, a la vez que presentan un mayor grado de resiliencia, lo que provoca una polarización en la evolución de los procesos urbanos. De manera similar se ha señalado que en el interior de las ciudades se producen dinámicas entrópicas por las que los sectores urbanos presentan patrones de agrupación espacial de forma inercial. Estos procesos también provocan dinámicas de polarización si no se corrigen mediante la adopción de políticas adecuadas que subsanen los problemas asociados a los fenómenos de ciclos viciosos. Por tanto, ya se ha formulado que alcanzar la ciudad ideal es imposible, pero al tratarse de un sistema autoorganizado, se puede regular el mecanismo de control para aumentar la variedad de elementos que posean una función implicada en la respuesta, provocando la acción combinada de bucles de retroacción, positivos y negativos, para alcanzar un estado estable compatible con el entorno que permita disfrutar de una ciudad sostenible social y ambientalmente.

En este momento, es necesario introducir un breve pero fundamental elemento de análisis que vincula la actividad urbana con el territorio, que tendrá un valor excepcional en la siguiente fase del proceso que se está describiendo.

Merchand encadena a P. Krugman, M. Castell y S. Sassen tomando como referencia la nueva economía mundial que se articula a través de redes de ciudades mundiales, señalando que

Las ciudades globales o nodos, es un reducido número de ciudades (Nueva York, Londres y Tokio) que juegan un papel de centros rectores del nuevo modelo espacial. Como contrapunto, aquellos ámbitos que se encuentren desconectados de las redes, no es que actúan como subordinados, es que quedan al margen y son excluidos del nuevo sistema-mundo. Las desigualdades se manifiestan, por consiguiente, por el grado de integración y exclusión de los distintos ámbitos al sistema socioterritorial dominante.

urbanos internos, debido a la concentración o dispersión de Unidades de Actividad Urbana(grandes empresas, Centros Administrativos, Hospitales, Equipamientos culturales)

Por otra parte, existe una influencia de la componente temporal vinculada a la “resiliencia territorial” en las dinámicas de crecimiento (tendencia de algunos municipios a mantener en el tiempo cierta dinámica de crecimiento, incluso cuando han permanecido rodeados de municipios con un comportamiento diferente). Así se comprobó la resiliencia al estancamiento de los municipios con altos niveles de crecimiento en 2004-2009 que se encontraban rodeadas geográficamente de municipios con niveles bajos de crecimiento en 1999- 2004. Por el contrario, los municipios con bajo crecimiento en el periodo 2004-2009 que estaban rodeados de municipios con alto crecimiento en el periodo 1999-2004, muestran una resiliencia al crecimiento. Estos resultados permiten concluir la necesidad de realizar Análisis Espacial de la Economía Local, o lo que es igual, establecer la vinculación entre la actividad urbana y el espacio urbano, entendiendo el Municipio como un Sistema Abierto que informa sobre el grado de integración municipal en la economía de escala superior, pero también como un sistema cerrado en el que se advierten desequilibrios

- (1) Informe Análisis espacial de las dinámicas de crecimiento económico en México (1999-2009) elaborado por Liz Ileana Rodríguez-Gómez y José Antonio Cabrera-Pereyra evalúa también a partir de la I de Moran
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212017000300709

4.2 FLUJOS URBANOS

El análisis de flujos urbanos es el campo de investigación en el que se enmarca la formulación de la Dinámica Urbana. La ciudad está formada por cuatro vectores que permiten describir su complejidad urbana. Ya se ha advertido que cualquier clasificación supone una reducción o simplificación de la complejidad que aspira a determinar, se han identificado cuatro vectores que permiten describir la ciudad

- α Vector Económico
- β Vector Social
- γ Vector Ambiental
- δ Vector Espacial

En el presente trabajo, cada uno de estos vectores se analizará desde la disciplina sectorial característica con el objeto de volcar los resultados sobre un marco común en el que se van a establecer la relaciones y correlaciones necesarias. Así se podrán analizar no solo las repercusiones que las actividades económicas tienen sobre los derechos, el espacio o el medioambiente, sino la eficiencia de esas actividades, pertenecientes al vector económico sobre cada uno de los restantes vectores. De forma recíproca, cada uno de los vectores tendrá influencia sobre el resto de ellos, lo que permitirá evaluar la eficiencia de los mismos durante el desarrollo de su desempeño urbano, y adoptar las decisiones oportunas que subsanen incidencias indeseables.

El flujo urbano de cada uno de los vectores estará descrito a través de matrices básicas que vinculan las relaciones entre los conjuntos de elementos que caracterizan cada vector $\alpha, \beta, \gamma, \delta$.

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & \dots & a_{2m} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & \dots & a_{3m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & a_{n4} & \dots & a_{nm} \end{vmatrix} \quad (4.1)$$

A partir de las matrices básicas se establecen las relaciones entre cada uno de los vectores mediante las matrices que se obtienen combinando los conjuntos de elementos que describen a pares de vectores.

Las matrices bipartitas que relacionan los diferentes vectores con el vector espacial, vinculan los valores de los diferentes vectores con los distritos censales en los que se encuentra dividida la ciudad.

La Dinámica Urbana tiene por objeto realizar análisis descriptivos, predictivos y prescriptivos de los flujos que caracterizan la complejidad urbana, completando aquellos elementos que configuran la Estática Urbana. Las matrices univectoriales constituyen la base del presente análisis y representan los flujos ciertos de los elementos de cada uno de los vectores

MATRIZ URBANA	ECONOMICAS	SOCIALES	AMBIENTALES	ESPACIALES
ECONOMICAS	α	ε	ζ	η
SOCIALES	θ	β	ι	κ
AMBIENTALES	λ	μ	Υ	ν
ESPACIALES	ξ	$\omicron$	π	δ

Fig. 4.2 Matriz Dinámica Urbana

Es necesario aclarar que el sistema que representa el conjunto de matrices de la Dinámica Urbana descrito hasta el momento solo representa parte del comportamiento complejo de la ciudad ya que la considera como un sistema cerrado. Pero ya se ha señalado que la ciudad mantiene relaciones supramunicipales en todos los vectores para desarrollarse, ya que puede ser servidora de algunos elementos componentes de los vectores y dependiente de otros componentes. Este análisis del sistema urbano abierto se describirá en otro apartado posterior, lo que permitirá completar el análisis holístico de la ciudad.

El análisis de la Dinámica Urbana a través de su matriz MUD presenta diferencias en la composición de la estructura de la Estática Urbana a través de su matriz MUE

Una diferencia estriba en que en la MUD desaparece el vector correspondiente al Campo Político de la MUE. Esta circunstancia es debida a que la administración aparece integrada en las matrices input_output en la categoría de

C.4 Asignación de la renta primaria

C.5 Distribución secundaria de la renta

C.6 Utilización de la renta disponible

En el sistema urbano, la administración es responsable de la competencia de derechos ciudadanos directos, como la salud, educación, etc. Se ha optado por construir la matriz input_output de forma completa para describir los flujos económicos urbanos de forma completa.

Es necesario añadir que cada una de las matrices que configuran los vectores presenta diferentes grados de complejidad o de precisión. Se comprueba el numeroso conjunto de indicadores disponibles que describen un campo vectorial. Es posible realizar análisis específicos que requieran el despliegue de tal batería de indicadores. Sin embargo, también se ha comprobado que existe información reiterada o de escasa relevancia que dificulta el análisis de los objetivos. Es posible asimismo que alguna ciudad tenga una especial preocupación por algún problema específico que requiera análisis pormenorizados. Se pueden desplegar así diferentes grados de matrices a medida que se desciende en el carácter de la información. Por ejemplo, las fichas de barrios vulnerables incluyen información sobre la antigüedad de la edificación de *Viviendas en edificios anteriores a 1940*. Esta información puede ser relevante para hacer un diagnóstico específico del barrio, pero resulta de menor influencia para un análisis de carácter general. Al descender en el grado, la información aumenta de forma considerable, lo que puede resultar inconveniente en el momento operacional. Por este motivo resulta oportuno identificar el grado adecuado y despejar aquellos componentes que aporten información redundante o poco significativa. Así, [mediante el análisis de correlación de Pearson o del análisis de componentes principales](#) se podrá realizar una selección de la información operativa relevante que facilite las operaciones con las matrices. Así, cada tipo de análisis urbano requerirá identificar los indicadores de efecto relevante.

La teoría urbana subyacente al modelo sintáctico establece que en las ciudades hay una llamativa dualidad matemática: el espacio urbano es localmente métrico pero globalmente topo-métrico. La evidencia a favor de la metricidad local viene de fenómenos genéricos tales como la intensificación de la grilla para reducir los traslados promedio en los centros, la caída del movimiento aparte de los atractores con la distancia métrica y la caída observable de la actividad de shopping conforme aumenta la distancia entre los comercios y las intersecciones. La evidencia de la topo-geometría global viene del hecho de que tenemos que usar geometría y topología para llegar a medidas configuracionales que aproximen de manera óptima los patrones de movimiento en una red urbana

Herramientas de complejidad para el análisis y el diseño urbano Carlos Reynoso (2017)

Hay otros aspectos paradójicos en la forma en que la Sintaxis Espacial llegó al plano de lo social y lo cognitivo. Las mediciones sintácticas que mejor correlacionan con las conductas de movilidad observadas no son egocéntricas sino alocéntricas. En tanto teoría social, la Sintaxis Espacial clásica tendía a observar de qué manera los individuos son constituidos por todos los demás individuos de un grupo o sociedad. Por tal razón terminó asumiendo una instancia objetiva antes que subjetiva (Penn 2003)

4.3 REDES URBANAS

Tras la elaboración de la estructura de la MUD a través de sus componentes, es necesario elaborar las Redes Urbanas que constituyen el espacio en el que discurren los diferentes flujos de los vectores económicos, sociales y espaciales.

Las redes espaciales formadas por las calles son redes intuitivas ya que son el soporte para garantizar el movimiento y el desplazamiento de las personas, los vehículos, las bicicletas, los trenes o los aviones. Estas redes pueden definirse a través de las líneas que representan sus ejes o bien a través de sus cruces, aunque también se puede operar a través de los centros de cada uno de sus ejes. Cada tipo de representación supondrá ventajas e inconvenientes operativas debido a la cantidad de información necesaria. Complementariamente, también se puede analizar el espacio urbano a partir de los centroides de las redes de manzanas, o espacios definidos entre las redes de calles, los distritos censales y las secciones censales

Redes espaciales

Las redes espaciales pueden representarse de forma esquemática por (Fig. 4.3) Nodos, Aristas y Regiones

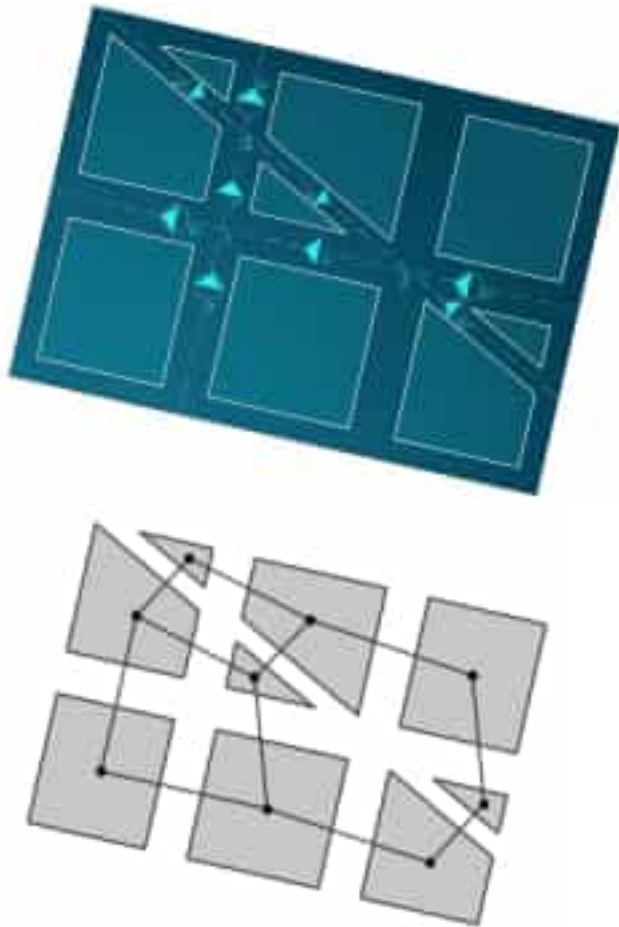


Fig. 4.3 Caras Aristas y Nodos de la red espacial

Estos elementos pueden tener asociados valores que representan los atributos que se desean analizar. Este aspecto es determinante para adentrarse en el análisis de grafos, a diferencia del análisis realizado en el apartado 3.2 relativo a Estática Urbana Básica. La Sintaxis Espacial Urbana se ha desarrollado a partir del análisis de grafos desarrollado por Euler en el S XVIII, (1) que formula la siguiente expresión denominada fórmula de Euler (Fig. 4.4)

$$C+E-V=2 \quad (4.2)$$

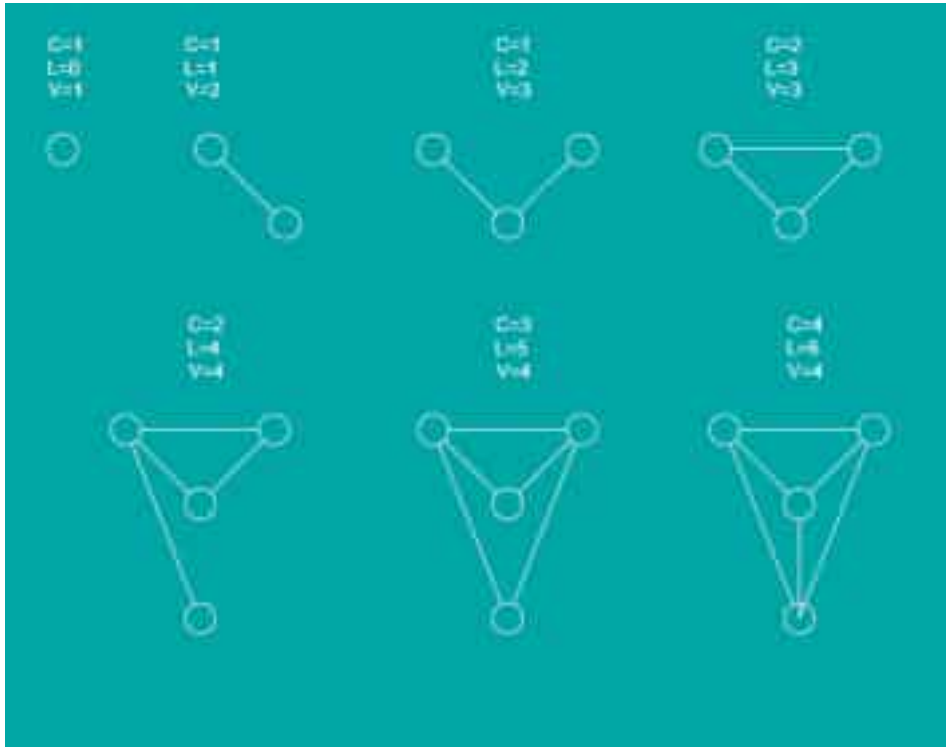
- C Número de caras de un grafo planar, excluyendo la cara exterior.
- E Número de aristas
- V Número de nodos

Siendo C_{max} el número posible de caras en un grafo planar y que el Árbol de menor longitud de aristas K que conecta todos los nodos n en un solo componente tiene la forma

$$C_{min}=N-1$$

Por otro lado, el Coeficiente de Mshedness o de malla

$$M=C/C_{max} \quad (4.3)$$

Fig 4.4 Caras C , aristas E y nodos V de grafos planares

- M Coeficiente de malla
 C Número de caras (excluyendo las externas) asociadas con un grafo planar de N nodos y E aristas

Redes económicas

De forma equivalente a los grafos de flujos espaciales, el vector de flujos económicos permite también analizar las redes derivadas de los intercambios entre los diferentes sectores de actividad. Existen relaciones internas de intercambio entre los sectores de actividad. Estas relaciones internas que circulan en redes no espaciales tienen también su materialización o repercusión en el espacio euclideo tridimensional de la ciudad. El mapa de la ciudad representa diferentes tipologías urbanas que están estrechamente vinculados con el flujo de capitales pertenecientes al vector económico. Se puede señalar la zonificación planificada durante los primeros dos tercios del siglo XX aplicando la metodología del zoning. Las zonas industriales se encontraban separadas de las zonas residenciales derivada de factores relacionados con la salud y con la logística. Esa segregación también provoca una distribución de renta de capitales, vinculados a empresas por un lado y a hogares por otro.

Por otro lado, existe un flujo de rentas desde los centros de actividad hacia los hogares que también tiene un reflejo en el mapa de la ciudad. Así, se identifican diferentes tipologías y morfologías urbanas que están asociadas al nivel de renta de los usuarios. Además, existen patrones de concentración de rentas y de tipomorfologías edificatorias que van transformándose de una zona a otra de la ciudad.

Por consiguiente, además de configurar una red con identidad propia, aspecto fundamental para operar, la red que configura el vector económico también tiene representación a través de una o varias redes espaciales tridimensionales en la medida en que se pueden trasladar sus efectos al mapa de la ciudad, lo que permite establecer las relaciones e identificar la influencia de la actividad económica sobre el territorio y de forma recíproca la influencia y condiciones del territorio sobre las actividades económicas.

Redes ambientales

Paralelamente, los flujos ambientales también tienen influencia recíproca en el marco de la atmósfera o del aire, el agua y la tierra. Pero también es posible representar el mapa de influencia de cada uno de estos elementos sobre la ciudad o sobre el territorio, es decir sobre el espacio tridimensional.

Redes sociales de derechos.

Por último, el vector de los derechos constituye asimismo una red urbana inscrita en el mapa de la ciudad. Las distancias y la calidad de los equipamientos y servicios distribuidos en el área urbana estarán vinculados a la satisfacción del Derecho a la Ciudad de forma sustantiva. El derecho a la educación o a la cultura y el ocio pueden evaluarse a través de estos parámetros. No obstante, en los estudios especializados, el derecho a la justicia se evalúa a través del tiempo de permanencia en las listas de

espera. La evaluación de la seguridad requiere disponer de datos relativos a número y tipo de delitos cometidos en los diferentes barrios o zonas urbanas. La complejidad de evaluación de los derechos provoca la necesidad de identificar el criterio de medición de forma coherente con los estudios especializados. A los parámetros de distancia y capacidad, que son indicadores espaciales objetivos, deben incorporarse indicadores subjetivos de calidad o indicadores temporales, como se desarrollará a continuación.

Se puede afirmar que la ciudad está configurada por un conjunto de redes visibles e invisibles que dan cuenta de la complejidad de su funcionamiento y organización. Estas redes están configuradas por nodos, aristas y regiones que forman redes por donde circulan los flujos que pertenecen a los vectores económicos, sociales y espaciales que configuran el sistema cerrado urbano, así como del sistema abierto compuesto por la relación de la ciudad con el resto del universo. El análisis sintáctico de la ciudad despliega las bases para el intercambio de información entre los vectores.

“los parámetros susceptibles de medición en el aparato de la sintaxis espacial correlacionan de maneras expresivas con valores de preferencia habitacional, predicción de riqueza y pobreza, segregación, criminalidad, conducta antisocial, (percepción de) inseguridad, acceso al mercado laboral, legibilidad ambiental, realización de reuniones juveniles o de tribus urbanas en espacios públicos, marcación de territorialidad, vigilancia, formación de ghettos, multiculturalidad, indicadores de género, etcétera, y permiten en esos y otros campos formular diagnósticos más agudos y allanar el camino a posibilidades de intervención al menos un poco más firmes y mejor fundamentadas de lo que ha sido el caso hasta la fecha”

Análisis y diseño de la ciudad compleja.

Perspectivas desde la antropología urbana.

Carlos Reynoso)(1)

4.4 ANÁLISIS DE NODOS, REDES Y FLUJOS URBANOS

El Espacio de los flujos es un concepto invocado por Manuel Castells para reconceptualizar conceptos espaciales bajo el nuevo paradigma tecnológico. Pero es Michael Batty quien enuncia el concepto de flujos aplicándolo a las ciudades. El criterio adoptado en la Mecánica Urbana considera las ciudades como sistemas disipativos por el que los lugares nacen, crecen y desaparecen, coincide con el desarrollo matemático espacial desplegado en su libro La nueva Ciencia de las Ciudades. Las interacciones que se producen en el seno del lugar, procesos vinculados a la actividad humana provocan la transformación y su disolución también.

El territorio se transforma por la repercusión de las interacciones de flujos, económicos, sociales, viarios y otros. Por otro lado, las propiedades del territorio también se modifican con la escala, aunque se pueden desvelar propiedades invariantes en la configuración del tejido urbano que responde a procesos iterativos de tipo fractal. Todas las actividades de una ciudad pueden representarse por medio de flujos y matrices de flujos, a través de una formulación algebraica que permitirá realizar predicciones, y evaluar las posibilidades de resultados de los mismos, con las limitaciones señaladas al tratar sobre Entropía Urbana, con el objeto de proyectar una gestión óptima de las ciudades y de sus recursos, así como evaluar la desigualdad existente.

Ya se ha descrito que la ciudad es un sistema complejo que nace de la percepción que el hombre tiene acerca de las ventajas del esfuerzo colectivo organizado para defenderse y sobrevivir. La morfología urbana es

el resultado de la interacción de fuerzas complementarias que tienen su origen en las ventajas de la vida comunitaria enfrentada a la necesidad y defensa de la privacidad. La ciudad nace de un concepto anclado en las dos sensaciones más primarias del ser humano, el miedo y el deseo, que cristalizan a través de una relación armónica que bascula entre la concentración, la expansión, y el intercambio.

Es sobradamente conocido que el proceso de crecimiento de la ciudad planificado top-down responde a criterios de eficacia funcional y económica que colisiona con el crecimiento espontáneo autoorganizado bottom-up que responde a criterios ajenos a la regulación urbanística, pero ya se señaló al hablar de complejidad que ambos están atravesados por el mercado del suelo, lo que provoca un orden superpuesto a la planificación que es efecto de las actuaciones urbanísticas y financieras, en general. Además, los procesos de crecimiento y transformación de las ciudades están vinculados a numerosos condicionantes, impredecibles e imprevisibles, de elevada variabilidad vinculados a flujos sociopolíticos, económicos, ambientales y espaciales. Esta incertidumbre, puede adoptar diferentes rangos dependiendo del grado de participación ciudadana en el diseño de la ciudad.

El conjunto de parámetros indicado en el texto (1) revela la relación existente entre la dimensión económica, social, ambiental y espacial que caracteriza la historia de la ciudad, que se puede recorrer a través del mapa de la misma y viceversa, el mapa de la ciudad refleja el transcurso de la ciudad a través de siglos (2)

Es necesario aclarar aquí que el derecho a la producción social del hábitat de la Mecánica Urbana es un proceso centrado en la persona que reúne todos aquellos elementos necesarios para garantizar los servicios básicos que requiere el ser humano para su desarrollo, es decir, la salud, la educación, el ocio, entre otros.

El principio de Sostenibilidad Social es el resultado de las relaciones de los propios ciudadanos entre sí, que refleja el grado de cohesión no solo generacional sino intergeneracional, de cooperación, de desigualdad en el ejercicio de sus derechos, de discriminación de grupos vulnerables, o del respaldo de la administración en las políticas de igualdad, de su integración espacial o de su garantía de movilidad.

La relación entre los diferentes vectores se puede representar como conjuntos de nodos

Vector Económico	$\alpha = \{e1, e2, e3...\}$
Vector Social	$\beta = \{s1, s2, s3...\}$
Vector Ambiental	$\gamma = \{a1, a2, a3...\}$
Vector Espacial	$\delta = \{u1, u2, u3...\}$

Es inmediato comprobar que los vínculos entre los nodos característicos de un vector describen las relaciones autoreferenciadas a través de una matriz monopartita, ya que dichos nodos pertenecen a un único conjunto de elementos que configuran un sistema en sí mismo.

Por otro lado la descripción de cada vector con el resto se describe a través de matrices bipartitas que representan los flujos entre los nodos de un conjunto y los nodos de otro conjunto.(Fig. 4.2)

Los efectos que se analizan tienen un valor numérico resultante de la relación entre los diferentes conjuntos de datos de cada vector económico, social, ambiental y espacial. En el caso de analizar la relación de los demás vectores con el vector espacial, los valores estarán relacionados con secciones censales, distritos urbanos, sectores urbanos, municipios y resto de ámbitos territoriales. Los valores numéricos adquieren así una condición espacial que tiene representación a través de mapas. Estos mapas ofrecen una representación de la distribución espacial de los valores numéricos de los nodos y de los flujos que configuran la red urbana.

El proceso iterativo de la suma de efectos constituye un bucle por tratarse de un sistema autoorganizado, incluyendo los efectos inducidos de la correlación espacial. Este proceso lineal puede ser afectado por la incidencia de un suceso aleatorio que provoca la generación de un proceso estocástico.

Al considerar la ciudad como un sistema disipativo autoorganizado, se puede enunciar el teorema por el que la modificación del nodo provoca la modificación de las condiciones de entorno de forma recíproca a que la modificación del entorno provoca la modificación del nodo.

Este teorema revela la relación entre las actividades y el territorio. Las condiciones de entorno de nodos pertenecientes al vector económico,

social o ambiental pueden derivarse de los efectos indirectos, es decir de la relación directa de las condiciones del suelo, y de los efectos inducidos derivado de las relaciones de correlación espacial o de vecindad.

La descripción de la ciudad a través de los derechos permite identificar de forma inmediata cada uno de ellos como nodos que permiten construir el Derecho a la Ciudad a través del análisis de las relaciones que se producen entre los mismos. Así, el derecho a la vivienda es un nodo que va a tener relación con el nodo del derecho al trabajo, o con el nodo del derecho a un ambiente saludable. De forma recíproca, el derecho al nodo de un ambiente saludable condiciona el nodo al nodo del derecho a una actividad económica.

Ya se observa la complejidad de identificar la totalidad de nodos que permiten describir la construcción de la ciudad. Sin embargo, la conceptualización de la ciudad a través de redes garantiza salvar el problema implícito que provoca la simplificación del aislamiento de nodos o de vectores autoreferenciados operando en una urna.

Las redes están compuestas por el conjunto de nodos y flujos existentes entre los mismos.(Fig. 4.3) Se comprende que también se disponen de redes y subredes que van acercándose en el nivel de detalle a medida que se desciende el nivel de la red. Con el objeto de operar con una topología de red se elabora la matriz urbana del Derecho a la Ciudad. Dicha matriz está formada por los nodos que configuran cada una de las dimensiones sociales, económicas, políticas y espaciales.

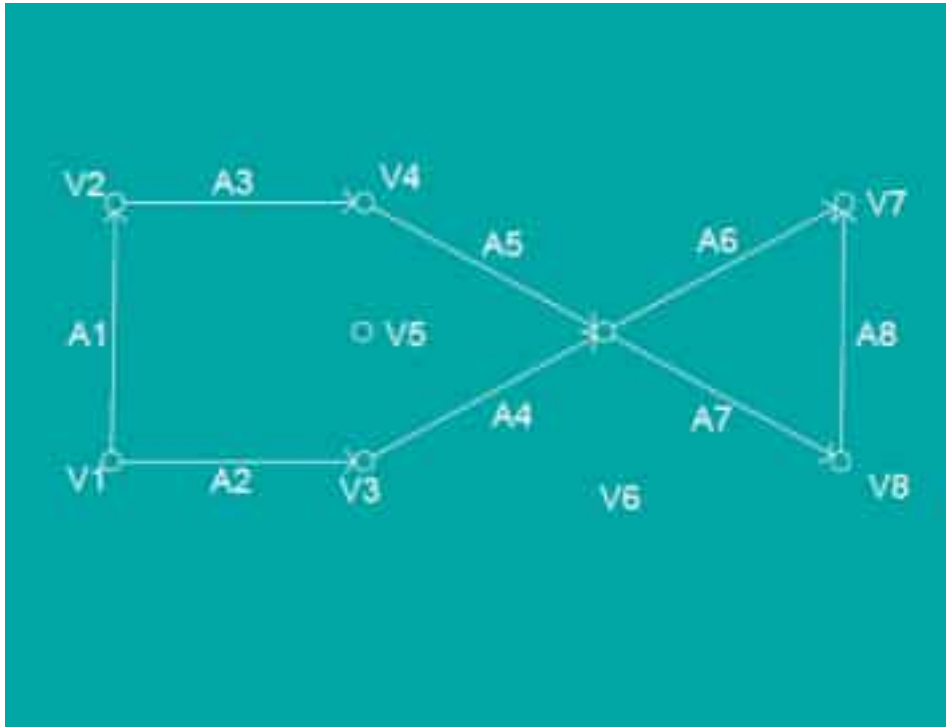


Fig. 4.3 Grafo dirigido formado por vértices v_i (nodos) y aristas e_i (lados)

$$|M| = \begin{vmatrix} \alpha & \varepsilon & \zeta & \eta \\ \theta & \beta & \iota & \kappa \\ \lambda & \mu & \gamma & \nu \\ \xi & \omicron & \pi & \delta \end{vmatrix} \quad (4.4)$$

La aspiración de la Evaluación Dinámica Urbana que se propone pretende también construir el conjunto de la ciudad de forma holística. Esta decisión requiere en primer lugar la incorporación de subnodos, o elementos subordinados que colaboran en la construcción del nodo principal, situándose en una subcapa, que en el caso de α_{ij} .

$$|\alpha_{ij}| = \begin{vmatrix} \alpha_{ij,1,1} & \alpha_{ij,1,2} & \cdot & \alpha_{ij,1,m} \\ \alpha_{ij,2,1} & \alpha_{ij,2,2} & \cdot & \alpha_{ij,2,m} \\ \alpha_{ij,3,1} & \alpha_{ij,3,2} & \cdot & \alpha_{ij,3,m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \alpha_{ij,n,1} & \alpha_{ij,n,2} & \dots & \alpha_{ij,n,m} \end{vmatrix} \quad (4.5)$$

Esta subcapa será más densa al estar formada por mayor número de elementos o subnodos, a medida que se desciende el nivel de la misma. Así, el nodo derecho a la vivienda puede analizarse desde el nivel de demandantes de vivienda de forma inmediata o a través de la suma de demandantes por género, o por rango de edad. La decisión del nivel de análisis dependerá del interés de la ciudadanía.

En segundo lugar, los flujos que se establecen entre los nodos permiten identificar la red subyacente, visible o invisible entre los mismos. Los flujos visibles tienen reflejo directo en la dimensión espacial y son fácilmente “comprobables”. Sin embargo, existen flujos invisibles cuyas consecuencias

tienen un reflejo difuso u opaco de más compleja identificación y representación. Así, se puede observar los flujos de capital que se trasladan a la rehabilitación de la ciudad y el derecho al trabajo como un efecto positivo, que simultáneamente provoca también un efecto negativo sobre el derecho a la vivienda por el desplazamiento de la población con menores recursos que ha sufrido el periodo de degradación de la ciudad histórica por falta de inversiones. Pero en este momento interesa comprobar que la identificación de los flujos visibles e invisibles añade la complejidad subyacente de la ciudad que no se explica suficientemente por los nodos.

$$|F_{i,j}| = F \begin{vmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} \\ a_{2,1} & a_{2,2} \end{vmatrix} \quad F \begin{vmatrix} a_{1,1} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,3} \end{vmatrix} \quad F \begin{vmatrix} a_{1,1} & a_{1,4} \\ a_{2,1} & a_{2,4} \end{vmatrix} \quad \dots$$

De la misma forma que se han descrito niveles de nodos y subnodos, se pueden identificar flujos y subflujos, en los diferentes niveles. Los subniveles contienen mayor densidad de flujos. Los niveles inferiores de flujos pueden explicar de forma más detallada y precisa los procesos que se producen en la ciudad y servirán para hacer análisis pormenorizados. No obstante, se encuentran dificultades para realizar análisis de subniveles detallados debido por un lado a la ausencia de datos, y por otro lado a la superabundancia de datos utilizados en una evaluación, que pueden provocar por un lado la redundancia de resultados y por otro lado la dificultad en la gestión de los mismos debido a la ralentización del proceso de análisis con las herramientas y aplicaciones a nuestra disposición. Es por lo que siempre que es posible se debe acudir a identificar los elementos representativos mediante los procedimientos (componentes principales, entre otros) utilizado en la disciplina económica para destilar la información a analizar.

En tercer lugar, los flujos existentes en la ciudad pueden reducirse a modelos basados en grafos y matrices.

Un grafo G es un par $(V;E)$, donde V y E son conjuntos, relacionados con una aplicación

$$F(G : E) \rightarrow \{\{u, v\} : u, v \in V\}$$

donde V es el conjunto de nodos o vértices y E es el conjunto de lados o aristas, siendo aplicación G la aplicación de incidencia

Siendo el grafo G , cuyo conjunto de vértices es $V = \{v_1, v_2, v_3 \dots v_n\}$, se define su matriz de adyacencia como la matriz $A \in M_n(\mathbb{N})$ cuyo coeficiente (i, j) es igual al número de lados e que unen v_i con v_j , siendo

$$f(e) = \{v_i, v_j\} \parallel \begin{matrix} (i,j) = 1 & \text{si} & v_i \in f(e_j) \\ (i,j) = 0 & \text{si} & v_i \notin f(e_j) \end{matrix}$$

El grafo G es bipartito si V se puede descomponer en dos subconjuntos disjuntos V_1 y V_2 de forma que todo lado conecta algún vértice de V_1 con algún vértice de V_2 .

Un grafo $G = (V,E)$ se dice bipartito completo si es bipartito, y para cada

$$v_1 \in V_1 \text{ y } v_2 \in V_2$$

existe un único lado

$$e \in E / fG(e) = \{v_1, v_2\}$$

Ya se ha expresado que el teorema de Euler en todo grafo conexo y plano se verifica que el número de caras (excluyendo la cara exterior) más el de vértices menos el de aristas vale 2. (4.2)

En general, si G es un grafo plano, y χ es el número de componentes conexas, se cumple

$$\chi = C + V - E - 1 \quad (4.2)$$

Esta breve introducción permite representar el escenario en el que circulan los flujos de vectores económicos, sociales, ambientales y espaciales que caracteriza el Derecho a la Ciudad invocado a lo largo del presente texto. La matriz Dinámica Urbana de la figura 4.2 tiene su expresión algebraica como un conjunto de matrices formadas por conjuntos de nodos que representan a los vectores urbanos económicos, sociales, ambientales y espaciales. Es fácil intuir la relación entre las matrices de cada uno de los vectores urbanos y las operaciones que se formulan entre ellas. A continuación se presenta la matriz dinámica urbana desarrollada de nivel 0, es decir el nivel general de introducción al análisis urbano. Es posible descomponer cada una de las matrices en otras que ofrezcan un mayor grado de información, dependiendo del interés y grado de detalle que se pretenda alcanzar. En ese caso es necesario alcanzar una optimización y

homogeneización de los datos para evitar problemas operativos y de escala.

Sectores económicos						Derechos					Tierra	Agua	Energía	Unidades espaciales								
Sectores económicos	$\alpha =$	α_{11}	α_{12}	α_{13}	...	α_{1n}	$\varepsilon =$	ε_{11}	ε_{12}	ε_{13}	...	ε_{1m}	$\zeta =$	ζ_{11}	ζ_{12}	ζ_{13}	$\eta =$	η_{11}	η_{12}	η_{13}	...	η_{1s}
		α_{21}	α_{22}	α_{23}	...	α_{2n}		ε_{21}	ε_{22}	ε_{23}	...	ε_{2m}		ζ_{21}	ζ_{22}	ζ_{23}		η_{21}	η_{22}	η_{23}		η_{1s}
		α_{31}	α_{32}	α_{33}	...	α_{3n}		ε_{31}	ε_{32}	ε_{33}	...	ε_{3m}		ζ_{31}	ζ_{32}	ζ_{33}		η_{31}	η_{32}	η_{33}	...	η_{1s}
		...	...	...	...	...		...	...	...	...	...		...	...	...		...	...	...		
		α_{n1}	α_{n2}	α_{n3}	...	α_{nn}		ε_{n1}	ε_{n2}	ε_{n3}	...	ε_{nm}		ζ_{n1}	ζ_{n2}	ζ_{n3}		η_{n1}	η_{n2}	η_{n3}	...	η_{ns}
Derechos	$\theta =$	θ_{11}	θ_{12}	θ_{13}	...	θ_{1n}	$\beta =$	β_{11}	β_{12}	β_{13}	...	β_{1m}	$\iota =$	ι_{11}	ι_{12}	ι_{13}	$\kappa =$	κ_{11}	κ_{12}	κ_{13}	...	κ_{1s}
		θ_{21}	θ_{22}	θ_{23}	...	θ_{2n}		β_{21}	β_{22}	β_{23}	...	β_{2m}		ι_{21}	ι_{22}	ι_{23}		κ_{21}	κ_{22}	κ_{23}	...	κ_{2s}
		θ_{31}	θ_{32}	θ_{33}	...	θ_{3n}		β_{31}	β_{32}	β_{33}	...	β_{3m}		ι_{31}	ι_{32}	ι_{33}		κ_{31}	κ_{32}	κ_{33}	...	κ_{3s}
		...	...	...	...	...		...	...	...	...	...		...	...	...		...	...	...	...	
		θ_{m1}	θ_{m2}	θ_{m3}	...	θ_{mn}		β_{m1}	β_{m2}	β_{m3}	...	β_{mm}		ι_{m1}	ι_{m2}	ι_{m3}		κ_{m1}	κ_{m2}	κ_{m3}	...	κ_{ms}
Tierra	$\lambda =$	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	...	λ_{1n}	$\mu =$	$\mu_{1,1}$	μ_{12}	μ_{13}	...	μ_{1m}	$\Upsilon =$	Υ_{11}	Υ_{12}	Υ_{13}	$\nu =$	ν_{11}	ν_{12}	ν_{13}	...	ν_{1s}
Agua		$\lambda_{2,1}$	λ_{22}	λ_{23}	...	λ_{2n}		$\mu_{2,1}$	μ_{22}	μ_{23}	...	μ_{2m}		Υ_{21}	Υ_{22}	Υ_{23}		ν_{21}	ν_{22}	ν_{23}	...	ν_{2s}
Aire		$\lambda_{3,1}$	λ_{32}	λ_{33}	...	λ_{3n}		$\mu_{3,1}$	μ_{32}	μ_{33}	...	μ_{3m}		Υ_{31}	Υ_{32}	Υ_{33}		ν_{31}	ν_{32}	ν_{33}	...	ν_{2s}
Unidades Espaciales	$\xi =$	ξ_{11}	ξ_{12}	ξ_{13}	...	ξ_{1n}	$\omicron =$	$\omicron_{11}$	$\omicron_{12}$	$\omicron_{13}$	...	$\omicron_{1m}$	$\pi =$	π_{11}	π_{12}	π_{13}	$\delta =$	δ_{11}	δ_{12}	δ_{13}	...	δ_{1s}
		ξ_{21}	ξ_{22}	ξ_{23}	...	ξ_{2n}		$\omicron_{21}$	$\omicron_{22}$	$\omicron_{23}$	...	$\omicron_{2m}$		π_{21}	π_{22}	π_{23}		δ_{21}	δ_{22}	δ_{23}	...	δ_{2s}
		ξ_{31}	ξ_{32}	ξ_{33}	...	ξ_{2n}		$\omicron_{31}$	$\omicron_{32}$	$\omicron_{33}$	...	$\omicron_{3m}$		π_{31}	π_{32}	π_{33}		δ_{31}	δ_{32}	δ_{33}	...	δ_{3s}
		...	...	...	...	...		...	...	...	...	...		...	...	...		...	...	...	...	
		ξ_{s1}	ξ_{s2}	ξ_{s3}	...	ξ_{sn}		$\omicron_{s1}$	$\omicron_{s2}$	$\omicron_{s3}$	...	$\omicron_{sm}$		π_{s1}	π_{s2}	π_{s3}		δ_{s1}	δ_{s2}	δ_{s3}	...	δ_{ss}

Fig.4.4 Matriz Urbana Dinámica

- (1) Análisis y diseño de la ciudad compleja. Perspectivas desde la antropología urbana. Carlos Reynoso. UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. ANTROPOCAOS. Versión 8.01 – Abril de 2010. Pag 205
(Sahbaz y Hillier 2007; Reis y otros 2007; Awtuch 2009; Carpenter y Peponis 2009; Ferati 2009; Friedrich, Hillier y Chiaradia 2009; Legeby 2009; Monteiro y Puttini Iannicelli 2009; Nes y Nguyễn 2009; Shu 2009; Zako 2009)
- (2) Dibujar una cartografía ha sido siempre una empresa apasionante que necesita Tiempo. En una especie de paradoja, es ese tiempo el que condiciona el resultado de un mapa que, una vez concluida la faena, requiere retocar aquellos elementos que han sufrido transformación, envejecimiento, incluso desaparición, lo que obliga a emprender de nuevo un trabajo que pertenece a un bucle que nunca tiene fin.
Además, el dibujo de un plano tiene sus reglas, que deben ser suficientemente claras y universales. En algunas ocasiones esas reglas no son sencillas y existen algunos elementos de la realidad que no pueden ser representados, por lo que es posible que el cartógrafo “haya visto cosas que...el observador...nunca llegue a imaginar”.
<https://www.fernandovisedo.com/cartografia-de-un-territorio-con-pliegues/>

			C.0 BIENES Y SERVICIOS (PRODUCTOS)				
			1	2	3	4	
			Productos de Agricultura, ganadería y pesca	Productos de las industrias	Trabajos de la construcción	Productos de los servicios	Total
C.0 BIENES Y SERVICIOS (PRODUCTOS)	1	Productos de Agricultura, ganadería y pesca					
	2	Productos de las industrias					
	3	Trabajos de la construcción					
	4	Productos de los servicios					
		TOTAL					

Fig. 4.5 Tabla input_output

4.4.1 FLUJOS MONOPARTITOS

4.4.1.1 VECTOR ECONÓMICO.FLUJOS ECONÓMICOS SOSTENIBLES α

En el marco del la Mecánica Urbana se considera oportuno identificar como nodos del Vector Económico a los sectores económicos incluidos en las clasificaciones de actividades económicas representados mediante la siguiente matriz

$$\alpha = \begin{vmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \cdot & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & \cdot & \alpha_{2n} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & \cdot & \alpha_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \alpha_{n3} & \cdot & \alpha_{nn} \end{vmatrix}$$

Las listas consultadas sobre sectores económicos despliegan 84 ramas productivas y 87 productos. Dependiendo de los requerimientos del análisis o de la información disponible este número se llega a reducir a R40, es decir, las tablas se elaboran con 40 sectores económicos, incluso se reduce a R4 cuyos valores agrupan a Productos de Agricultura (ganadería y pesca), Productos de las industrias, Trabajos de la construcción, Productos de los servicios. Las tablas Input_Output (o insumo_producto) presentan una configuración en la que se registran los flujos económicos de cada uno de los sectores o actividades descritas.(Fig. 4.5). Así, R4 representa 4 sectores económicos generales, R40 representa 40 actividades económicas y R99 representa 99 actividades económicas.

La actividad económica que se desarrolla en la ciudad tiene una influencia notoria y evidente sobre el territorio. Más aún, se puede enunciar que la actividad económica justifica el crecimiento y la forma de la ciudad, aspecto estudiado por Krugman desde un enfoque económico y por Batty desde un enfoque funcional. Forma parte inmanente de la construcción de la ciudad, aunque esta influencia no se ha abordado por la disciplina urbanística de forma sistemática ni científica. Y sin embargo justifica la migración a la ciudad de la población rural a lo largo del siglo XX hasta alcanzar la cifra por la que el 56% de la población mundial vive en áreas urbanas. El motivo de esta migración está basado en la naturaleza del trabajo físico del campo y a su escasa rentabilidad económica por un lado y en la accesibilidad a los servicios básicos en la ciudad por otro. Es necesario por tanto realizar el análisis de la influencia recíproca de la actividad económica, no solo sobre los aspectos sociales y políticos sino también sobre el espacio y el territorio.

De forma recíproca, el territorio ejerce influencia sobre la actividad económica. Existen estudios sobre evaluación de calidad de localización de Unidades Logísticas (Terminales portuarias, Centros Integrados de Mercancías, Terminales Ferroviarias, Terminales de Carga Aérea, Puertos Secos, y Centros de Actividades Logísticas) que analizan las condiciones óptimas para su desarrollo. Por otra parte, la situación predeterminada de una ciudad tiene precedentes históricos que consagran su localización en un momento económico, que puede derivar en un proceso de degradación por variar el escenario económico así como por resultar más o menos adecuadas las conexiones a través de los diferentes medios de transporte (aéreo, portuario, ferroviario y viario) La economía es una ciencia social que estudia las leyes que rigen la producción, distribución y consumo de bienes

y servicios, aspecto determinante en la formación de las ciudades. (1). Se integra así la planificación urbanística en el marco de las ciencias sociales, a través del análisis de la actividad social y económica, de la que se pueden extraer reglas que permitan pronosticar el comportamiento futuro de la ciudad y del territorio, con el grado de impredecibilidad propio estas mismas ciencias sociales. (2)

El estudio de las matrices de Contabilidad Social Input-Output de Leontiev que son utilizadas en la disciplina macroeconómica se considera estructural en la Mecánica Urbana y requiere una descripción pormenorizada

Modelo de Leontiev

El modelo input-output fue desarrollado por Wassily Leontief, analiza la interdependencia de los sectores de una economía, a través de una matriz que muestra por filas las salidas o distribución de productos de una actividad hacia el resto (outputs) y por columnas las entradas de o consumos que una actividad requiere para desarrollar su producción (inputs), con una interrelación entre ambas. La actividad económica que se describe en la matriz despliega la producción, la distribución y comercio de productos y servicios desde su origen así como la transformación por todos los agentes económicos de los diferentes sectores productivos hasta el consumo. (3)

Cada sector económico α_i mantiene relaciones de intercambio de productos, bienes y servicios con el resto de sectores económicos α_{ij} . Así, la producción de un sector (output) puede ir al consumo (input) de otro

sector dentro del territorio analizado. Cada fila de la tabla output representa la distribución de bienes de un sector productivo, es decir la venta que hace el sector a cada uno de los sectores. Cada columna input representa el consumo de cada sector productivo para poder producir sus bienes, por lo que representa la compra que hace el sector al resto de sectores.

No obstante, este modelo así configurado representa un sistema productivo cerrado. Para describir la realidad se incluyen filas y columnas que representan valores que afectan a las relaciones del sistema con el resto del mundo (comarca, región, país, extranjero) debido a las exportaciones o a las importaciones.

Se incluyen columnas adicionales que representan la demanda final Y_i que corresponde a los bienes destinados al consumo de hogares, inversión (públicos o privados) o para la exportación. Adicionalmente se añaden filas que representan el valor añadido que representan el salario del trabajo y otros inputs relacionados con la producción.

La función algebraica lineal que representa la producción total X_i de un sector productivo i en términos monetarios Y_i es el sumatorio

$$X_i = \alpha_{i1} + \alpha_{i2} + \alpha_{i3} + \alpha_{i4} + \alpha_{i5} + \alpha_{i6} + \dots + \alpha_{in} + Y_i$$

$$X_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} + Y_i$$

(4.6.1)

Los sumandos representan las ventas del sector i a cada uno de los sectores productivos, más la venta a la demanda final.

Se puede representar matricialmente el conjunto de actividades productivas, las ventas y los consumos de cada uno de los sectores productivos, usando los coeficientes de Leontiev a_{ij} , siendo

$$\alpha_{ij} = a_{ij} X_j$$

quedando así la representación matricial

$$X = A X + Y \quad (4.6.2)$$

X_1		a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{14}	...	a_{1n}	X_1		Y_1
X_2		a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{24}	...	a_{2n}	X_2		Y_2
X_3	=	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	a_{34}	...	a_{3n}	X_3	+	Y_3
.		.	.	.	.	.	...	.	.		.
Y_n		a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	a_{m4}	a_{m4}	...	a_{mn}	X_n		Y_n

Los coeficientes técnicos a_{ij} se obtienen dividiendo cada cifra α_{ij} entre la producción bruta X_j del sector j , es decir

$$a_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{X_j}$$

(4.7)

A continuación, la Matriz inversa de Leontief, determina los multiplicadores económicos que miden los efectos sucesivos en la economía como

consecuencia de un incremento inicial en la producción de una rama de actividad económica (efecto de arrastre) (4). Las matrices input_output de los estudios económicos se representan con diferentes rangos dependiendo del número de actividades económicas que se analizan. La utilización de un mayor número de valores dificulta el trabajo de análisis, por lo que es necesario identificar la cantidad adecuada para cada caso. Se opera para despejar X

$$X = AX + Y$$

$$Y = (I-A) X$$

$$X = (I - A)^{-1}Y$$

(4.8)

Siendo I la matriz unidad diagonal, la matriz $(I-A)$ se denomina matriz de Leontief y la matriz $(I - A)^{-1}$ es la matriz inversa de Leontief, o matriz de coeficientes de requerimientos directos e indirectos por unidad de demanda final.

Por otro lado el Derecho al trabajo señalado en el artículo 20 recoge el principio de la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948. El derecho al trabajo pertenece al grupo de "derechos de segunda generación", entre los que también se incluye el Derecho a la Vivienda, es decir, son declaraciones programáticas que no cuentan con las garantías judiciales suficientes para exigir su cumplimiento por la administración.

Ya se ha señalado que la tasa de paro es el porcentaje de desempleados sobre la población activa. La población activa se define como las personas mayores de 16 y menores de 65 que están trabajando o en búsqueda activa

de empleo. No obstante, no existe encuesta de población activa (EPA) a nivel municipal, por lo que la tasa de paro municipal se calcula tomando como referencia los empleados dados de alta en la Seguridad Social que trabajan en el municipio pero pueden residir en otro. La movilidad intermunicipal afecta por tanto al cálculo de la tasa de desempleo (la tasa de paro de España varía según la publique el Eurostat o el INE). No obstante, se considera una aproximación suficiente. (6)

Por último, se añaden filas que representan el valor añadido que representan el salario del trabajo y otros inputs relacionados con la producción. Esta información permite evaluar la relación de la producción con el empleo y adicionalmente se puede calcular la repercusión sobre el empleo operando sobre la matriz inversa de Leontiev por la que se obtienen los efectos sucesivos en la economía debido al efecto de arrastre.

CUENTA			0. Bienes y servicios	TOTAL DE LA ECONOMÍA							RDM	TOTAL
			(productos)	1. Producción	2. Explotación	3. Rentas de de la propiedad	4. Asignación de la renta primaria (sectores institucionales)	5. Distribución secundaria de la renta y redistribución de la renta en especie (sectores institucionales)	6. Utilización de la renta disponible (sectores institucionales)	7. Capital	RESTO DEL MUNDO	
			C.0	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.7	C.8	
			Márgenes comerciales y de transporte T(1.1)	Consumos intermedios T(1.2)					Consumo final efectivo regional T(1.7)	Formación bruta de capital T(1.8)	Exportaciones de bienes y servicios T(1.9)	
T O T A L D E L A E C O N O M Í A	1. Producción (ramas de actividad)	C.1	Producción T(2.1)									
	2. Explotación (categorías de factores productivos)	C.2		VALOR ANADIDO NETO (PRECIOS BÁSICOS) T(3.2)							Remuneración de asalariados del resto del mundo T(3.9)	
	3. Rentas de la propiedad	C.3					Rentas de la propiedad pagadas T(4.5)					
	4. Asignación de la renta primaria (sectores institucionales)	C.4	Impuestos netos de subvenciones sobre los productos T(5.1)		RENTA GENERADA NETA (PRECIOS BÁSICOS) T(5.3)	Rentas de la propiedad recibidas T(5.4)						
	5. Distribución secundaria de la renta (sectores institucionales)	C.5					RENTA REGIONAL NETA T(6.5)	Transferencias corrientes T(6.6)			Transferencias corrientes del resto del mundo T(6.9)	
	6. Utilización de la renta disponible (sectores institucionales)	C.6						RENTA DISPONIBLE (AJUSTADA) NETA T(7.6)	Ajuste por la variación de la participación neta de los hogares en las reservas de los fondos de pensiones T(7.7)			
	7. Capital	C.7		Consumo de Capital fijo T(8.2)					AHORRO NETO T(8.7)		CAPACIDAD DE FINANCIACIÓN DEL RESTO DEL MUNDO T(8.9)	
R D M	Resto del Mundo	C.8	Importaciones de bienes y servicios T(9.1)		Remuneración de asalariados al resto del mundo T(9.3)	Rentas de la propiedad netas al resto del mundo T(9.4)	Impuestos netos de subvenciones sobre la producción y las importaciones al resto del mundo T(9.5)	Transferencias corrientes al resto del mundo T(9.6)		Transferencias netas de capital al resto del mundo T(9.8)		
TOTAL												

Fig. 4.6 Esquema Tabla input_output Matriz Andalucía 2010(Morillo et al)

Matriz IO Municipal

Es necesario reconocer las limitaciones sobre la utilización de la matriz inversa de Leontief en economías abiertas, más aún al tratarse de territorios limitados como es el ámbito municipal o comarcal. (5) No obstante esta dificultad, que es propia de la disciplina especializada, se considera oportuno completar el análisis urbano para disponer de una visión de conjunto esperando que esta discusión disciplinar se esclarezca en el futuro.

Existen 3 formas alternativas para medir el PIB, lo que permite establecer los vínculos necesarios para subsanar, al menos parcialmente, el déficit de información municipal en materia de actividad económica sectorial

Método de la producción o del valor añadido (oferta) El PIB mide el valor monetario de la producción de bienes y servicios finales realizada en el interior de una economía en un periodo determinado (Matriz Leontiev)

Método del gasto o demanda. El PIB se puede calcular también como la suma de los gastos que realizan los agentes económicos en la producción de bienes y servicios (Matriz Leontiev)

Método de la renta. Los agentes económicos realizan diferentes tipos de gasto:

- a. Gasto en bienes de consumo (duraderos, no duraderos)
- b. Gasto en bienes de inversión (para producir bienes y servicios)

Por otro lado, ya se ha señalado que la estadística experimental de INE ofrece los siguientes datos distribuidos por secciones censales. (7)

Renta media y mediana

Distribución de renta por fuente de ingresos

Vulnerabilidad económica

Índice de Gini y Distribución de la renta P80/P20

Por otra parte, se dispone de datos municipales sobre (8)

Total Afiliados por Régimen, CNAE2D y Sexo

Número de empresas por sectores

Número de empleados por empresas

Hasta ahora se ha descrito la formulación de las matrices IO que afectan a grandes territorios en donde se produce un intercambio de flujos suficientes asociado a un sistema económico identificable. Las tablas IO evalúan los flujos internos y los flujos con el resto del mundo a través de análisis de datos de gran complejidad. Estas circunstancias obligan por un lado a analizar territorios suficientes en los que se reconoce un sistema económico y, por otro lado, su elaboración se reduce a momentos puntuales, por lo que no se disponen de datos municipalizados. Se considera que los avances tecnológicos y la disposición de datos permitirán en un escenario temporal razonable elaborar matrices locales IO ajustadas a territorios comarcales y locales que informen sobre el sistema económico correspondiente. En la actualidad se redactan trabajos en los que se exploran patrones de comportamiento territoriales estatales y

autonómicos aplicables a territorios comarcales que se pueden aplicar a territorios municipales, reconociendo la tolerancia en el ajuste de resultados.

A continuación se describen dos métodos para elaborar la matriz IO municipal tomando como referencia la matriz IO autonómica. El primer método está basado en el empleo y el segundo método es un modelo gravitacional para determinar los intercambios entre dos sectores a partir de tres variables: la producción sectorial intermedia, la demanda sectorial intermedia del sector receptor y la “impedancia sectorial”, lo que se ha determinado de forma empírica. (9)

a. Modelo de empleo

El modelo de empleo para la obtención de matriz IO municipal se basa en la extrapolación de los datos de la matriz IO relacionados con la producción intermedia y demanda intermedia sectorial y el empleo vinculado que, como se ha señalado en el apartado anterior, se obtiene adicionalmente sumando filas que representan el valor añadido que representan el salario del trabajo y otros inputs relacionados con la producción. De esta manera se establece una relación entre producción y salario. que participa como una variable input vinculada linealmente con el resto de valores de la columna del sector de actividad económica macro territorial

$$\alpha_1j + \alpha_2j + \alpha_3j + \dots + \alpha nj + S_j = G_j$$

Es posible considerar que la economía mantiene factores de productividad proporcional y relaciones con el resto de sectores con una aproximación proporcional razonable

$$\begin{aligned} k_j(\alpha_1j + \alpha_2j + \alpha_3j + \dots + \alpha nj + S_j) &= k_j G_j \\ k_j \alpha_1j + K_j \alpha_2j + K_j \alpha_3j + \dots + k_j \alpha nj + k_j S_j &= k_j G_j \\ k_j S_j &= k_j G_j - k_j \alpha_1j - k_j \alpha_2j - k_j \alpha_3j - \dots - k_j \alpha nj \end{aligned}$$

$$k_j S_j = k_j G_j - \sum_{i=1}^n k_j \alpha_{ij} = k_j (G_j - \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}) \quad (4.9)$$

Por otro lado la producción intermedia estará afectada proporcionalmente

$$k_1 \alpha_{11} + k_2 \alpha_{12} + k_3 \alpha_{13} + \dots + k_n \alpha_{1n} = K_i X_i$$

$$X_{im} = K_i X_i = \sum_{j=1}^n k_j \alpha_{ij} \quad (4.10)$$

$$X_m = \sum_{i=1}^n K_i X_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_j \alpha_{ij} \quad (4.11)$$

Siendo

k_j Factor de proporcionalidad de empleo $k_i = n_i / N_i$
 n_i empleo municipal sector i
 N_i Empleo territorial sector i

K_i	factor de proporcionalidad de producción $K_i = P_{im}/P_i$
X_{im}	Producción municipal sector i
G_j	Gasto de sector j para producción.
X_m	PIB municipal
S_j	Salario sector j
α_{ij}	valor ij matriz IO territorial

La producción municipal tiene un carácter limitado en cuanto al intercambio, inputs y outputs de cada sector económico por lo que el peso del sector exterior adquiere una influencia superior a la del ámbito territorial. Obviamente, en el caso de no existir empleo municipal en un sector,

$$k_i=0 \quad k_i \neq 0$$

las filas y columnas de la matriz IO municipal se anulan ampliándose proporcionalmente el peso del sector exterior.

Se puede calcular X_m a partir de la nueva demanda Y

$$X_m = A KX + KY$$

Se puede obtener por tanto la matriz IO municipal a partir de la matriz IO territorial aplicando la proporcionalidad de la mano de obra de la actividad económica correspondiente, aplicando el modelo de arrastre de Leontiev

b. Modelo gravitacional

Martinez Colorado plantea un método más complejo partiendo de las macromagnitudes de producción intermedia y demanda intermedia sectorial territorial, realiza las siguientes hipótesis.

- ❑ El VAB y PIB de cada comarca_municipio y sector se obtiene de las plataformas
- ❑ La demanda final de consumo se estima a partir de la IO autonómica considerando la demanda total de bienes de consumo como la suma de la demanda de cada comarca_municipio proporcional al peso de la renta total entre las comarcas_municipios.
- ❑ La demanda intermedia (del resto de sectores) se estima según la producción intermedia sectorial. El aumento de la producción intermedia total de un sector, debe corresponderse con el aumento proporcional de la demanda de bienes del resto de sectores, ya que son bienes necesarios para generar la producción.

La propuesta se basa en identificar las principales variables que influyen en las cifras de intercambios intersectoriales de una población pequeña incluida en una población mayor a través de tres alternativas

Alternativa 1: Estimación de los intercambios según producción intermedia comarcal y la matriz de coeficientes técnicos autonómica.

Alternativa 2: Estimación de los intercambios según producción intermedia y demanda intermedia.

Alternativa 3: Estimación de los intercambios según producción intermedia, demanda intermedia y una tercera variable de sensibilidad obtenida empíricamente.

La primera aproximación puede realizarse según el peso comarcal de la producción intermedia sectorial que se obtiene en la plataforma. Una aplicación directa de la matriz de coeficientes técnicos ofrece un primer desglose de las compra-ventas entre sectores. Esta alternativa ofrece un desajuste al considerar la economía de los territorios de forma homogénea proporcional a la producción intermedia, que se resuelve incorporando la demanda intermedia como segunda variable obteniendo mayor precisión a las realidades de cada una de las comarcas. Con la introducción de la demanda sectorial no solo se aplica el potencial de venta de un sector, sino también sus necesidades de compra a otros sectores. Sin embargo, los intercambios no son únicamente proporcionales a la oferta de uno y la demanda de otro, por lo que se considera oportuno añadir una tercera variable de sensibilidad entre sectores, estimada a partir de las IO conocidas relativas a economías de mayor dimensión territorial.

El modelo gravitacional se basa en la analogía con la distribución de viajes de transporte.

$$T_{ij} = \frac{P_i A_j C_{ij}^\alpha e^{\beta C_{ij}}}{\sum_k A_k C_{ik}^\alpha e^{\beta C_{ik}}} \quad (4.12.1)$$

Siendo

T_{ij} número de viajes producidos entre un municipio origen i , atraídos por un municipio j .
 P_i total de viajes producidos por el municipio i .
 A_j total de viajes atraídos por el municipio j .
 C_{ij} distancia entre los municipios i y j .
 α y β coeficientes de aplicación

cumpliendo

$$\sum_j T_{ij} = P_i$$

Y aplicando la analogía entre el número de viajes analogía entre la distribución de viajes entre municipios y el flujo entre sectores económicos. Para subsanar el problema del desconocimiento de la variable de relaciones intersectoriales se incorpora la “distancia sectorial” o “impedancia sectorial”. Así se obtiene

$$T_{ij} = \frac{P_i A_j d_{ij}^\alpha e^{\beta C_{ij}}}{\sum_k A_k d_{ik}^\alpha e^{\beta C_{ik}}} \quad (4.12.2)$$

Siendo

T_{ij} ventas del sector i al sector j
 P_i Producción intermedia total del sector i
 A_j demanda intermedia del sector j
 d_{ij} impedancia sectorial entre los sectores económicos i , j .

α y β coeficientes de aplicación

cumpliendo

$$\sum_j T_{ij} = P_i$$

Para obtener los coeficientes de aplicación α y β , se despejan en la ecuación y se calculan logaritmos

$$\begin{aligned} \frac{T_{ij}}{P_i A_j} &= \frac{d_{ij}^\alpha e^{\beta C_{ij}}}{\sum_k A_k d_{ik}^\alpha e^{\beta C_{ik}}} \\ \ln \frac{T_{ij}}{P_i A_j} &= \alpha \ln d_{ij} + \beta \ln d_{ij} - \ln \sum_k A_k d_{ik}^\alpha e^{\beta C_{ik}} \\ \ln \frac{T_{ij}}{P_i A_j} &\approx \alpha \ln d_{ij} + \beta \ln d_{ij} - \delta_i X_i \end{aligned} \quad (4.13)$$

Se simplifica considerando que $\ln (\sum_k A_k d_{ik}^\alpha e^{\beta C_{ik}})$ es insensible a los parámetros, por lo que

$$\ln \frac{T_{ij}}{P_i A_j} \approx \alpha \ln d_{ij} + \beta \ln d_{ij} \quad (4.14)$$

El modelo en (4.12.2) se obtiene por mínimos cuadrados. Se considera el lado izquierdo de la ecuación como variable dependiente en una regresión multivariable, donde $\ln(d_{ij})$ y d_{ij} son las variables independientes.

$\delta_i X_i$ es el término específico al sector productivo de origen

Los valores de cada una de estas variables son iguales a 0 o 1 dependiendo de la siguiente condición:

$$\begin{aligned} \delta_i &= 0 \quad \forall \text{ sector de origen } \neq i \\ \delta_i &= 1 \quad \text{si sector de origen } = i \end{aligned}$$

A partir de los datos de producción y demanda intermedias de cada una de las ramas productivas y calculadas las impedancias sectoriales se sigue el método descrito para obtener la matriz cuyos parámetros de entrada, dispuestos por columnas, son

- Rama productiva de origen i
- Rama productiva de destino j
- Producción P_i
- Demanda A_j
- Impedancia sectorial d_{ij}
- Alfa
- Beta

La matriz dispone de tantas filas como ecuaciones ($n \times n$ relaciones intersectoriales). Los valores de T_{ij} se obtendrán de la aplicación directa del modelo gravitacional. Conocido el modelo, solo es necesario obtener

las variables de entrada para cada comarca_municipio para estimar la tabla correspondiente.

Sectores Clave

Se considera relevante la necesidad de analizar los sectores clave de las economías territoriales, entendiendo la complementariedad de cada uno de los elementos que configuran el sistema. No obstante, es sobradamente conocido la repercusión o el factor de arrastre de cada uno de los sectores económicos y de su influencia sobre el resto.

La identificación de los sectores clave en cualquier economía permite el respaldo de políticas que favorecen el crecimiento económico, que se va a reflejar en el producto interior bruto PIB y en el valor añadido bruto VAB, y en la tasa de paro.

Existen diferentes metodologías para identificar los sectores clave (Rasmussen, extracción hipotética y matriz del producto multiplicador MPM) (10) a partir de la matriz de contabilidad social SAM que se obtiene de la matriz IO

Las técnicas de cálculo permiten comprobar el impacto que tiene el respaldo y la inversión sobre los sectores clave por parte de la administración y su repercusión sobre la renta, aspectos que serán abordados al describir los aparatos correspondientes a 4.4.2.1 Flujo económico_derecho_gasto sostenible ε y 4.4.2.4 Flujo derecho_económico sostenible θ

- (1) En relación con la satisfacción de derechos, la inversa de Leontiev permite conocer el efecto de crecimiento de la economía que supone el flujo de capital hacia determinado sector cuya vulnerabilidad se pretende subsanar (vivienda, salud, educación...)
De forma complementaria, se puede evaluar el efecto inducido de correlación espacial que provoca la inversión en el nodo de un sector económico sobre el espacio adyacente (la dotación de un centro administrativo por ejemplo, provoca la aparición de diferentes negocios en los alrededores que generan un bucle positivo del vector social, del vector económico y del vector espacial, aunque puede provocar un bucle negativo del vector ambiental)
La vinculación de las cifras de la matriz Input_output con los usos de suelo e infraestructuras urbanas y territoriales permiten evaluar tendencias y orientaciones de las variables. La conversión de valores de rango de comunidad autónoma a municipal requiere la reducción de campos a evaluar ya que no se dispone de la información exhaustiva a nivel municipal.
- (2) La circulación del dinero
<https://www.youtube.com/watch?v=2x1Cj14n0tU>
- (3) El debate sobre la consideración de la economía como ciencia supera ampliamente el campo del presente estudio. Las ciencias sociales están sometidas a variables que dificultan la determinación de los procesos y de sus resultados, aspecto que caracteriza las ciencias formales, fácticas y naturales. No obstante, la economía es considerada como ciencia desde que Adam Smith formulara el modelo de economía de mercado en La Riqueza de las Naciones escrito en 1776.
- (4) Matriz Input:output Economía Española 206
https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177058&menu=resultados&idp=1254735576581
- (5) Sobre la utilización de la matriz inversa de Leontief en economías abiertas por FERNANDO DEL CASTILLO CUERVO-ARANGO, J 4SE MARIA MARTI N EZ GALGETE
https://ine.es/ss/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=attachment%3B+filename%3D112_4.pdf&blobkey=urldata&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=971%2F650%2F112_4%2C0.pdf&ssbinary=true
- (6) DatosMacro ofrece datos de tasa de paro según el criterio descrito que permite analizar el escenario laboral del municipio.
<https://datosmacro.expansion.com/paro/espana/municipios>
- (7) <https://www.ine.es/experimental/experimental.htm>
- (8) <https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/EstadisticasPresupuestosEstudios/Estadisticas/EST8/EST10/EST305/c43ad8ea-fe79-4329-ac8e-e5758f3c4d7a>
- (9) (Rubén Martínez Colorado)
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/85016/Documento%20n%C2%BA1%20-%20%20Memoria.pdf>
- (10) **Sectores clave**
Análisis comparativo de sectores clave desde una perspectiva regional a través de matrices de contabilidad social enfoques alternativos. Manuel Alejandro Cardenete,

<https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/download/2104/1673/6631>

4.4.1.2 VECTOR SOCIAL. FLUJO SOCIAL SOSTENIBLE β

El Vector Social está configurado por los nodos relativos al cumplimiento de los derechos incluidos en la Carta Mundial del Derecho a la Ciudad CMDC. El cumplimiento de los artículos de la Parte IV, que incluye la lesión del Derecho a la Ciudad, depende del cumplimiento del conjunto de derechos comprendidos en artículos de la Parte II, Derechos relativos al ejercicio de la Ciudadanía y a la participación en la Planificación, Producción y Gestión de la Ciudad, y de la parte III, Derechos al Desarrollo Económico, Social, Cultural y Ambiental de la Ciudad. Se comprende que la vulneración del artículo 19 sobre Lesión del Derecho a la Ciudad es el resultado de la vulnerabilidad que presenta el derecho a educación, a la vivienda, a los suministros, entre otros.

Un breve repaso a la parte IV sobre Disposiciones Finales permite esclarecer el contenido del Vector Social.

1 La exigibilidad del Derecho a la Ciudad es el acuerdo colectivo que permite subsanar la vulnerabilidad del Derecho a la Ciudad en cualquiera de sus expresiones. Se trata de un acuerdo social, un contrato social que permite equilibrar desigualdades en el ámbito municipal. La exigibilidad tiene el condicionante de los recursos disponibles para la subsanación de la vulnerabilidad, que debe ser acordada con el conjunto de la ciudadanía, de aquí la referencia al contrato social. Representa el grado de subsanación de la vulnerabilidad, es decir el grado de exigibilidad señalado en el artículo 20 de CMCD.

2 La Lesión del Derecho a la Ciudad indica el grado de vulnerabilidad de un derecho. La diferencia respecta al anterior es que aquí se evalúa la necesidad completa de una ciudad para satisfacer los derechos de los ciudadanos. Representa el grado de vulnerabilidad señalado en el artículo 19 de CMCD.

3 La supervisión del derecho a la ciudad permite realizar la evaluación de aspectos cualitativos, que se cruzan con los aspectos cuantitativos, incorporando así aspectos de satisfacción ciudadana respecto a los derechos y servicios que la ciudad ofrece. En concreto al artículo 18 de la CMCD sobre Medidas de implementación y supervisión del derecho a la ciudad se interpreta con este carácter cualitativo por el que los ciudadanos expresan la valoración sobre cada uno de los derechos señalados en las columnas. La tecnología existente permite realizar esta evaluación a través de diversos medios. El análisis de redes sociales tiene un desarrollo diverso y permite conocer el comportamiento de los ciudadanos ante eventos o fenómenos sociales. (1) Además, es posible realizar análisis de sentimientos en redes sociales para conocer el grado de satisfacción en el cumplimiento de derechos y servicios disponibles en la ciudad. (2)

Es posible distribuir el conjunto de derechos de la CMDC como derechos de primera generación en las filas, políticos y civiles, y derechos de segunda y tercera generación en las columnas

		al ejercicio de la Ciudadanía y a la participación en la Planificación, Producción y Gestión de la Ciudad							Parte III. Derechos al Desarrollo Económico, Social, Cultural y Ambiental de la Ciudad																
	ARTÍCULO	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
		DERECHO A INFORMACIÓN PÚBLICA	LIBERTAD E INTEGRIDAD DE los grupos vulnerables	PARTICIPACIÓN POLÍTICA	DERECHO DE ASOCIACIÓN, REUNIÓN, MANIFESTACIÓN Y USO DEMOCRÁTICO DEL ESPACIO PÚBLICO URBANO	DERECHO A LA JUSTICIA Tiempo	DERECHO A SEGURIDAD PÚBLICA Y CONVIVENCIA PACÍFICA, SOLIDARIA Y MULTICULTURAL Delitos comunes	ACCESO Y SUMINISTRO DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS Y URBANOS	TRABAJO	PREVIDENTE	EDUCACIÓN	DEPORTE	DESEMPEÑO DE FUNCIONES PÚBLICAS	DERECHO A LA SALUD	DERECHO A EDUCACIÓN	DERECHO A ABASTECIMIENTO	DERECHO A RECREACIÓN, CULTURA	DERECHO A RECREACIÓN, DEPORTE	DERECHO A ESPARCIMIENTO Calidad Espacio Libre	DERECHO AL TRANSPORTE PÚBLICO Y MOVILIDAD URBANA	DERECHO A LA VIVIENDA	DERECHO AL TRABAJO	DERECHO AL MEDIO AMBIENTE	COMPROMISOS CON LA CARTA DEL DERECHO A LA CIUDAD	
Parte II. Derechos relativos a la Gestión de la Ciudad	PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LA CIUDAD participación en planificación, elaboración, aprobación, gestión y evaluación de políticas y presupuestos públicos					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	PRODUCCIÓN SOCIAL DEL HABITAT instrumentos jurídicos, financieros, administrativos, programáticos, fiscales, tecnológicos y de capacitación					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	DESARROLLO URBANO EQUITATIVO Y SUSTENTABLE equilibrio entre el desarrollo urbano y la protección del patrimonio natural, histórico, arquitectónico, cultural y artístico					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Parte IV. Disposiciones Finales	MEDIDAS DE IMPLEMENTACIÓN Y SUPERVISIÓN DEL DERECHO A LA CIUDAD					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	LESIÓN DEL DERECHO A LA CIUDAD					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	EXIGIBILIDAD DEL DERECHO A LA CIUDAD					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Parte I. Disposiciones Generales	0_15					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	16_30					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	31_65					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	> 65					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	HOMBRES					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	MUJERES					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	NACIONAL					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	EXTRANJERO					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	PÚBLICO					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	PRIVADO					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
	FISCALIDAD					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		

Fig. 4.7 Traslación del conjunto de Derechos CMDC

Tras estas aclaraciones, se puede expresar el Vector Social β mediante la matriz mxm

$$\beta = \begin{vmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} & . & \beta_{1m} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} & . & \beta_{2m} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33} & . & \beta_{3m} \\ . & . & . & . & . \\ \beta_{m1} & \beta_{m2} & \beta_{m3} & . & \beta_{mm} \end{vmatrix}$$

En donde β_{ij} representan los nodos que informan sobre los derechos de los ciudadanos, donde $m=n$, siendo β una matriz diagonal en la que

$$\beta_{ij} \quad \text{si} \quad \begin{matrix} i=j \rightarrow \beta_{ij}=1 \\ i \neq j \rightarrow \beta_{ij}=0 \end{matrix} \quad K_{ii}=\beta_i$$

Siendo K_{ii} la vulnerabilidad del nodo i

Por lo tanto la matriz del Vector Social es una matriz diagonal

$$\beta = \begin{vmatrix} \beta_1 & 0 & 0 & . & 0 \\ 0 & \beta_2 & 0 & . & 0 \\ 0 & 0 & \beta_3 & . & 0 \\ . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & 0 & . & \beta_m \end{vmatrix}$$

El Vector Social de la Dinámica Urbana está formado por aquellos nodos relativos al Derecho de segunda generación, es decir, los derechos

económicos, sociales y culturales vinculados con el principio de igualdad así como los de tercera generación relacionados con el nivel de vida digna, los problemas alimenticios, demográficos, educativos, entre otros.

Es necesario aclarar que el Derecho al trabajo es el resultado del conjunto de actividades complejas que se producen en la ciudad, aspecto que se recoge en el Vector Económico α de forma más específica de la misma manera que el Derecho al Medioambiente requiere su análisis pormenorizado, así como el Derecho al transporte y movilidad analizado en (3.3.3.11). Esta circunstancia permite reducir a siete nodos básicos la configuración del vector social β

Por todo ello, el Vector Social está formado por los siguientes nodos

Producción social del hábitat (3.3.3.2)

Derecho a la salud

Derecho a la educación

Derecho a recreación_cultural

Derecho a recreación_deporte

Derecho al esparcimiento

Derecho a justicia (3.3.3.4)

Derecho a seguridad (3.3.3.5)

Derecho a la vivienda (3.3.3.9)

Derecho a suministros domiciliarios (3.3.3.10)

Agua

Saneamiento

Basura

Energía
Telecomunicación
Derecho al abastecimiento

Por otra parte, es deseable realizar un análisis transversal por grupos de edad derivado del artículo 2.6 sobre Protección especial de grupos y personas en situación vulnerable. En este caso, se trata de identificar la vulnerabilidad de los grupos de edad más dependientes, niños y mayores. Asimismo, el enfoque de género de cualquier análisis requiere abordar los desequilibrios de derechos debido a cuestiones de género, no sólo para identificar la desigualdad en su caso, sino con el objeto de plantear soluciones. (3) Existen también aspectos relacionados con la vulnerabilidad relativa a inmigración que requiere un análisis pormenorizado, con información disponible en diferentes plataformas que abordan este fenómeno. (4)

4 Valor de los Nodos del Vector Social.

Ya se ha desarrollado a lo largo del capítulo precedente sobre Estática Urbana el análisis de la vulnerabilidad del Derecho a la Ciudad, que van a trasladarse aquí como los nodos del vector Social. Es razonable que las necesidades que deben subsanarse van a provocar flujos y perturbaciones en la dinámica de la ciudad. El resultado de ese análisis permite construir la matriz de flujos que se pone en relación con el resto de matrices que describen cada vector complementario.

Cada uno de los derechos se expresa en unidades no homogéneas (días, viviendas, superficies,...), que deben trasladarse a Unidades homogéneas de derecho para disponer de una representación de la vulnerabilidad.

El Atlas de vulnerabilidad urbana incluye índices de vulnerabilidad en materia de educación, vivienda y empleo

IBVU Estudios: Porcentaje de población analfabeta y sin estudios de 16 años o más, sobre el total de población de 16 años o más.

IBVU Vivienda: Porcentaje de viviendas familiares en edificios en estado en estado ruinoso, malo o deficiente, sobre el total de viviendas familiares.

IBVU Paro: Porcentaje de la población de 16 años o más en situación de paro, respecto al total de población activa de 16 años o más.

De manera similar se puede estimar la vulnerabilidad en cada uno de los derechos ciudadanos incluidos en CMDC como porcentaje de ciudadanos afectados.

El dato de cada una de las variables representa el grado o la escala de la vulnerabilidad. Esta vulnerabilidad es el resultado de la combinación de aspectos intrínsecos, propios del ejercicio del derecho y de aspectos extrínsecos urbanísticos β_{ii} como resultado de la accesibilidad o de la disponibilidad de suelo, entre otros, aspecto identificado en la distribución espacial analizada en los apartados relativos a la espacialidad del derecho.

La vulnerabilidad intrínseca debe monetizarse en el vector económico para proceder a la subsanación de la misma. La vulnerabilidad extrínseca

también se monetiza con el objeto de adoptar las medidas necesarias para susanar su vulnerabilidad urbanística.

4.1 El artículo 5 sobre Derecho a la Justicia se puede denominar vulnerabilidad judicial en el momento en que los recursos asignados resultan insuficientes para que la justicia se aplique además en los plazos adecuados.(8) El Poder Judicial ofrece datos en la plataforma sobre la actividad de los órganos judiciales. En concreto, además de numerosos datos estadísticos se incluyen la duración estimada de los asuntos y el tiempo medio estimado que llevan los asuntos en Trámite al final del año. La incorporación de recursos permite subsanar las deficiencias relativas a plazos en los diferentes asuntos. (9)

La vulnerabilidad de la justicia se mide en (3.64) en días de espera de los juzgados

$$IVJ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad (3.64)$$

Siendo

IVS	Índice de vulnerabilidad de justicia	días espera
E _i	Número de días de espera de cada juzgado i	
n	número de especialidades	

La vulnerabilidad β₁₁ será el resultado de identificar el número de ciudadanos afectados por el retraso en los juzgados, tomado como referencia del retraso el plazo E_{0i} que se considere adecuado por el sector.

$$\beta_{11} = \beta_1 + \sum_{i=1}^n \frac{p_i(E_i - E_{0i})}{P} \quad (4.15)$$

$$\forall (E_i - E_{0i}) > 0$$

Siendo

p _i	Población afectada por espera
P	Población total del municipio
E _i	Número de días de espera de cada juzgado i
E ₀	Número de días de referencia de espera de cada juzgado i
β ₁₁	Vulnerabilidad espacial de justicia por accesibilidad y superficie.

4.2 El análisis del derecho del artículo 6 relativo a la seguridad pública es complejo ya que está vinculado a diversos factores cuya justificación se escapa al contenido del presente documento. Brantingham y Brantingham (2008) señalan en su Estudio sobre El Patrón de la Criminalidad que su forma está profundamente relacionado por el telón de fondo cultural, social, económico y físico que subyace a cualquier lugar de habitación humana. Los datos analizados de Columbia Británica (BC) se utilizan para demostrar cómo los patrones delictivos siguen los bordes difusos de ciertos vecindarios, se difunden en vecindarios permeables, y se concentran en

nodos seleccionados de alta actividad y a lo largo de algunas calles principales. Por su parte Glaesser señala en su estudio *Why Is There More Crime in Cities?* que las tasas de criminalidad son mucho más altas en las grandes ciudades que en las ciudades pequeñas o en las zonas rurales. Añade que los mayores beneficios pecuniarios por delincuencia en las grandes ciudades puede explicar como máximo una cuarta parte de la conexión entre el tamaño de la ciudad y las tasas de criminalidad. También la menor probabilidad de arresto y de reconocimiento son características de la vida urbana, que explican a lo sumo una quinta parte de la delincuencia urbana. En su análisis de género señala que la presencia de más hogares encabezados por mujeres en las ciudades explica entre un tercio y la mitad del efecto urbano sobre el crimen.

La reiterada alusión al espacio público despeja dudas sobre la influencia del mismo en sus múltiples enfoques que van desde la cohesión social hasta las infraestructuras existentes en la vía pública. Con el objeto de analizar la seguridad se dispone de información en diferentes plataformas que permiten configurar el escenario de la criminalidad en el municipio. Cada uno de los grupos de delitos ofrecidos por las plataformas constituye subnodos o submatrices de la columna principal de derechos asignada a la seguridad.(11)

El análisis de los diferentes tipos de delitos (11 tipos de delitos) permite alcanzar un indicador de síntesis que tiene un valor relativo, como se describe en (3.65)

$$SC = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n DCi \quad (3.65)$$

SC Índice de Seguridad Ciudadana
P Población
DCi Número de delitos del tipo i, $\forall i = 1, 11$

$$\beta_2 = \beta_2 + \sum_{i=1}^n \frac{DCi}{P} \quad (4.16)$$

Siendo

β_{11} Vulnerabilidad espacial de seguridad por accesibilidad y superficie

4.3 El artículo 7 a 11 sobre Servicios Básicos, hace referencia a las infraestructuras de abastecimiento de agua, saneamiento, energía y telecomunicación garantizan el derecho a los suministros básicos de la ciudadanía para el desarrollo de las funciones vitales. El servicio de basura dispone en algunos casos, sobre todo en centros históricos de infraestructuras que permiten una gestión de residuos compatible con la salubridad del ámbito urbano. No obstante, la solución más extendida está basada en el transporte viario hasta el Centro de Gestión de Residuos.

La CMDC incluye en el artículo 12 sobre Suministro de servicios públicos domiciliarios y urbanos de forma indiferenciada la tecnología de la

comunicación haciendo referencia a la infraestructura. Aunque podría ser tratado en otro apartado de derechos, en el presente estudio se considera oportuno también aludir a la brecha digital como vulnerabilidad social propia de la telecomunicación. La permanente innovación tecnológica en esta materia provoca dos escenarios que generan el concepto de “brecha digital”. Por un lado, la carencia de la infraestructura adecuada para el desarrollo de la comunicación, móvil y fibra óptica. Por otro lado, la dificultad de adaptación de grupos a la permanente innovación de la tecnología digital. Estas dos condiciones que caracterizan la brecha digital se agudizan en ámbitos geográficos de asentamientos urbanos diseminados ocupados por población de avanzada edad. La brecha digital por tanto depende de la inversión en infraestructuras y de la formación a la población.

En (3.71) se calcula la tasa de infravivienda en la que se incluye la carencia de os suministros básicos.

$$VI = V_r / V_t \quad (3.71)$$

Siendo

VI	Índice Infraviviendas
V _r	Viviendas ruinosas, en mal estado o deficiente_sin servicios
V _t	Viviendas totales

No obstante, el cumplimiento del derecho a los servicios afecta a las personas, a los ciudadanos, por lo que el grado de vulnerabilidad del

derecho es el resultado de dividir el número de viviendas que carece de algún suministro por el número de hogares o de personas del municipio.

$$\beta_3 = \sum_{i=1}^n \frac{V_{ri}}{P} \quad (4.17)$$

Siendo

V_{ri} Infravivienda habitada

Complementariamente se puede obtener el grado de infravivienda de cada unidad en función del número de 6 afecciones o carencias de cada unidad. (agua A, energía E, saneamiento S, telecomunicaciones T, basura B, estructura H)

$$V_{ri} = 1/6A + 1/6S + 1/6E + 1/6T + 1/6B + 1/6H$$

$$0 < \forall V_{ri} < 1 \Rightarrow V_{ri} = 1$$

4.4 El artículo 12 sobre Derecho a la Salud desde el punto de vista urbano debe reconocer que la salud y la enfermedad están más vinculados al entorno físico y social donde vivimos que al sistema sanitario que disponemos, como aseguran algunos estudios sobre el asunto. La investigación en salud urbana es una ciencia interdisciplinar que reúne a investigadores en salud pública, epidemiología, geografía, sociología, economía, y urbanismo. Existen estudios que relacionan el nivel de salud y

de enfermedad de los ciudadanos en relación con el entorno urbano en el que viven, encontrando pautas de distribución. La segregación social y espacial determina desigualdad creciente en salud, esperanza de vida y mortalidad. Se pueden identificar patrones de distribución espacial, que analiza las similitudes de barrios adyacentes y la mutua influencia entre los mismos, aspecto que en materia de pandemias ya existen sobradas evidencias.

En los apartados espaciales se analizará el derecho a la salud desde el enfoque espacial de accesibilidad, conectividad o equidistribución espacial, pero aquí se considera oportuno evaluar de forma cuantitativa el derecho a la salud atendiendo a datos que ofrecen las plataformas públicas de salud que ofrecen los Tiempos de respuesta asistencial. Listas de espera de cada uno de los centros de atención. Este indicador representa el estado asistencial de la oferta de servicios que configura el derecho a la salud en Andalucía. Se debate en la actualidad la necesidad de ampliar la oferta de servicios, lo que supondrá una mejora del derecho.(13)

No obstante, más allá de este indicador objetivo, existen otros indicadores que merecen la atención para evaluar el grado de satisfacción del derecho a la salud, como es el de esperanza de vida, mortalidad, tipos de enfermedad, que se encuentran disponibles en las plataformas de las administraciones. Así, Amartya Sen en la formulación del Índice de Desarrollo Humano IDH atribuye a la esperanza de vida 1/3 del peso de este indicador.

La vulnerabilidad en materia de salud se mide en (3.63) en función de la espera de consulta.

$$IVS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad (3.63)$$

Siendo

IVS	Índice de vulnerabilidad de salud	días espera
E _i	Número de días de espera de cada especialidad i	
n	número de especialidades	

De manera similar a la evaluación de justicia, la vulnerabilidad que afecta a la población tiene valores intrínsecos derivados de la actividad y valores extrínsecos derivados de las condiciones urbanísticas

$$\beta_4 = \beta_4 + \sum_{i=1}^n \frac{p_i(E_i - E_{0i})}{P} \quad (4.18)$$

$$\forall (E_i - E_{0i}) > 0$$

Siendo

p _i	Población afectada por espera
P	Población total del municipio
E _i	Número de días de espera de cada centro sanitario i

E0 Número de días de referencia de espera de cada centro sanitario i
 644 Vulnerabilidad espacial de salud por accesibilidad y superficie.

4.5 El Derecho a la educación señalado en el artículo 13 constituye un derecho fundamental responsable de los aspectos estructurales de la construcción sociocultural y de la identidad de una población vinculada a un territorio. Ya se describió el acceso a la educación como parte estructural del Índice de Desarrollo Humano IDH desarrollado por Amartya Sen que descansa sobre el nivel de Educación de la población de análisis, junto a la Esperanza de Vida y la Renta.(3.29)

En 3.3.3.2 sobre producción Social del Hábitat se señaló que la identificación de los barrios vulnerables permite la evaluación de las áreas en donde existe desigualdad urbana, estableciéndose el umbral del Índice Básico de Vulnerabilidad Urbana en materia de Educación.

$$IVE = Pa16 / Pt \quad 16 > 0,1638 \quad (3.61)$$

Siendo

Pa16 Población analfabeta mayor de 16 años del ámbito de análisis

Pt16 Población total mayor de 16 años del ámbito de análisis

Este indicador forma parte del IDH

$$IDH = 1/3 (IEV + IE + IPIB) \quad (4.19)$$

Siendo

IEV Índice Esperanza de Vida

IE Índice de Educación

IPIB Índice de Producto Interior Bruto

La identificación de indicadores para la evaluación del derecho a la educación es imprescindible para garantizar el cumplimiento del pleno ejercicio de libertad e identidad individual y social. Sin embargo, para evaluar adecuadamente el ejercicio del derecho a la educación no se considera suficiente por los especialistas revelar el grado académico de la población. Los campos claves para el análisis están vinculados a la Asequibilidad, la Accesibilidad, Aceptabilidad y Adaptabilidad. Tras la apariencia de un elevado grado de satisfacción del derecho, existen problemas estructurales en el ámbito de la educación relacionados con el abandono escolar o con la vulneración del derecho a la educación inclusiva de los niños con discapacidad (Mónica Sumay) (14)

El valor de la vulnerabilidad en materia de educación está afectado por valores intrínsecos y por valores urbanísticos relativos a accesibilidad y superficie

$$\beta_5 = \beta_5 + \sum_{i=1}^n \frac{pa16}{P16} \quad (4.20)$$

4.6 El Derecho al abastecimiento señalado en el artículo 14 CMDC se interpreta aquí como el derecho a la alimentación ya que en el mismo documento se enuncia de forma e independiente en su artículo 12 sobre Acceso y suministro de servicios públicos domiciliarios y urbanos, que hacen alusión al abastecimiento de Agua, Saneamiento, Basura, Energía, Telecomunicación, descrito anteriormente.(15). Así, se considera que una persona está en situación de carencia material severa si vive en un hogar que declara tener carencia en al menos cuatro elementos de los nueve de una lista que incluye aquellos que no pueden permitirse una comida de carne, pollo o pescado al menos cada dos días.

La vulnerabilidad en materia alimentaria tiene efecto sobre el sector correspondiente.se vincula en los estudios especializados con la ingesta mínima proteica. De manera simplificada, aquí se puede recurrir a expresar la vulnerabilidad alimentaria como el porcentaje del total de hogares que acuden a entidades sociales por zona de residencia. (16)

$$VA = k_u H \quad (4.21)$$

Tomando los coeficientes para estimar la magnitud del problema.

Ku	Coeficiente de urbanización	zona muy poblada	ku=0,0587
		Zona media	ku=0,0677
		Zona poco poblada	ku=0,0407

H número total de Hogares

Se puede considerar el grado de vulnerabilidad de abastecimiento

$$\beta_6 = \sum_{i=1}^n \frac{H_a}{H} \quad (4.22)$$

siendo

H_a Número de hogares que solicitan ayuda a entidades del cuarto sector

H Número total de hogares del municipio

4.7 El Derecho a recreación_cultural señalado en el artículo 15 aborda el concepto polisémico de Cultura. Ya en el diccionario de la RAE se incluyen cuatro entradas en las que dos de ellas hacen alusión a

Conjunto de conocimientos que permite a alguien desarrollar su juicio crítico.

Conjunto de modos de vida y costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artístico, científico, industrial, en una época, grupo social, etc.

Estas dos entradas parecen representar la cultura desde un enfoque individual y desde un enfoque colectivo complementario, que hace referencia al conocimiento y a la identidad.

CULTURA	CONOCIMIENTO	IDENTIDAD
INDIVIDUAL		
COLECTIVA		

29 indicators	9 Dimensions	3 main facets
1. Access to institutions 2. Museums & galleries 3. Cinema 4. Concert & music halls 5. Theatres 6. Public artwork sites 7. Modern design 8. Creative industries 9. Architecture & urbanism	1.1 Cultural Values & Heritage 1.2 Cultural Heritage & Education	Cultural Vitality
10. Arts & culture & entertainment 11. Arts & media & communication 12. Arts & other creative sectors 13. New product applications 14. Community design & digital media 15. Arts & design, culture & environment connections 16. Arts & design, media & communication connections 17. Arts & design, design & other creative sectors	2.1 Creative & Knowledge based jobs 2.2 Intellectual Property & Innovation 2.3 New jobs & Innovation Sectors	Creative Economy
18. Graduates in arts & humanities 19. Graduates in ICT 20. Average occupations in university settings 21. Foreign graduates 22. Foreign born population 23. Tolerance of foreigners 24. Integration of foreigners 25. Trust in all 26. Accessibility to passenger rights 27. Accessibility by road 28. Accessibility by rail 29. Quality of governance	3.1 Human Capital & Education 3.2 Citizens Tolerance & Trust 3.3 Local & International Connections 3.4 Quality of Governance	Enabling Environment

Fig. 4.8 Fuente. Monitor de Ciudades Culturales y Creativas de la UE
<https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/cultural-creative-cities-monitor>

El Monitor de Ciudades Culturales y Creativas de la UE establece una clasificación de indicadores combinando características clave de diseño y calidad. (Fig. 4.8)(17). Tomando como referencia esta clasificación se puede evaluar el grado de creatividad y vulnerabilidad cultural de la ciudad a través de 3 factores principales que caracterizan a las Ciudades Culturales y Creativas a través de 9 dimensiones

Vitalidad cultural

- Lugares e instalaciones culturales
- Participación cultural y atractivo

Creatividad económica

- Trabajos basados en la creatividad y el conocimiento
- Propiedad Intelectual e Innovación
- Nuevos Empleos en Sectores Creativos

Aptitud social

- Capital humano y educación
- Apertura, tolerancia y confianza
- Conexiones locales e internacionales
- Calidad de la gobernabilidad

La evaluación de estos valores se analiza a través de 29 indicadores. Se considera que esta clasificación incorpora elementos de gran valor relacionados con el comportamiento social, la identificación de la naturaleza cultural como algo propio, incorporado a la actividad colectiva, distanciándose de la cultura como elemento contemplativo meramente objetual para integrarse en la dinámica urbana. La tercera columna señala el índice medio del conjunto de ciudades adheridas a la red

Sub-Índices	Vibración Cultural	26.3
Dimension 1.1	Instalaciones y espacios culturales	21.0
1. Lugares de interés	Puntos de interés histórico, cultural o artístico, como edificios arquitectónicos, sitios religiosos, monumentos y estatuas, iglesias y catedrales, puentes, torres y fuentes, entre otros, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.	17.1
2. Museos y galerías de Arte, Centro Cultural y Centro de Arte	Número de museos y galerías de arte que están abiertos al público dividido por la población total y luego multiplicado por 100,000.	18.1
3. Cinemas	Número de asientos de cine en la ciudad dividido por la población total y luego multiplicado por 1,000.	20.2
4. Salas de Música y Conciertos	Número de teatros y otros lugares de música (salas de conciertos, clubes, etc.) dividido por la población total y luego multiplicado por 100,000.	25.8
5.1 Teatros	Número de teatros en la ciudad dividido por la población total y luego multiplicado por 100,000.	20.3
5.2 Bibliotecas	Número de Bibliotecas en la ciudad dividido por la población total y luego multiplicado por 100,000.	
6. Dimensión 1.2	Participación y atractivo cultural	31.
7. Pernoctaciones turísticas	Número total anual de pernoctaciones que los turistas/huéspedes han pasado en establecimientos de alojamiento turístico (hotel o similar) dividido por la población total.	25.3
8. Visitas a Museos	Número total de entradas de museos vendidas durante el año de referencia dividido por la población total y luego multiplicado por 1000.	20.9
9. Asistencia al Cine	Número total de entradas vendidas, referente a todas las películas proyectadas durante el año, dividido por la población total y luego multiplicado por 1.000.	33.2

10. Satisfacción con los equipamientos culturales	Porcentaje de población muy satisfecha con los equipamientos culturales de la ciudad.	43.6
11. Sub-index 2	Economía Creativa	34.5
12. Dimensión 2.1	Empleo en Conocimiento y Creación	38.9
13. Empleos en arte, cultura y entretenimiento	Número de puestos de trabajo en actividades relacionadas con el arte, la cultura y el entretenimiento, como artes escénicas, museos y bibliotecas, dividido por la población total y luego multiplicado por 1000 (NACE Rev. 2, R-U).	45.4
14. Empleos en medios y comunicación	Número de puestos de trabajo en actividades relacionadas con los medios y la comunicación, como publicación de libros y música, producción de películas y televisión, dividido por la población total y luego multiplicado por 1000 (NACE Rev. 2, J).	39.1
15. Empleos en otros sectores creativos	Número de puestos de trabajo en actividades profesionales, científicas y técnicas, administrativas y de servicios auxiliares como arquitectura, publicidad, diseño y actividades fotográficas, dividido por la población total y luego multiplicado por 1.000 (NACE Rev. 2, M-N).	32.3
16. Dimensión 2.2	Propiedad Intelectual e Innovación	20.5
17. Solicitudes de patentes TIC	Número promedio de tres años de solicitudes de patentes de TIC (incluidos: productos electrónicos de consumo, computadoras y maquinaria de oficina y telecomunicaciones) presentadas ante la Oficina Europea de Patentes (EPO) por año de prioridad dividido por la población total y luego multiplicado por 1 millón.	12.9
18. Aplicaciones de diseño comunitario	Promedio de tres años de solicitudes de Diseño Comunitario presentadas ante la Oficina de Armonización del Mercado Interior (OAMI) dividido por la población total y luego multiplicado por 1 millón.	28.1
19. Dimensión 2.3	Nuevos trabajos en sectores creativos	37

20. Empleos en nuevas empresas de arte, cultura y entretenimiento	Número de personas empleadas en las empresas establecidas en el año de referencia en actividades artísticas, culturales y de entretenimiento tales como artes escénicas, museos y bibliotecas, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.	25
21. Empleos en nuevos medios y empresas de comunicación	Número de personas empleadas en las empresas establecidas en el año de referencia en actividades de medios y comunicación, como edición de libros y música, producción de películas y televisión, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.	45.6
22. Empleos en nuevas empresas en otros sectores creativos	Número de personas ocupadas en las empresas establecidas en el año de referencia en actividades profesionales, científicas y técnicas como arquitectura, publicidad, diseño y actividades fotográficas, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.	40.4
23. Sub-index 3	Ambiente apto	32.5
24. Dimensión 3.1	Capital humano y educación	28.6
25. Licenciad@s en artes y humanidades	Número de graduad@s en educación terciaria (CINE 2011 niveles 5-8) en cursos de artes y humanidades en el año de referencia dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.	14.7
26. Licenciad@s en TIC	Número de graduad@s de educación terciaria (CINE 2011 niveles 5-8) en cursos de Tecnologías de la Información y la Comunicación en el año de referencia dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.	14.9
27. Promedio de apariciones en rankings universitarios	Promedio de apariciones de universidades en cuatro rankings universitarios diferentes: QS, Shanghai, Leiden y Times.	56.2
28. Dimensión 3.2	Openness, Tolerance & Trust	32.7

29. Graduat@s extranjero@s	Número de graduad@s extranjeros matriculados en cursos de educación terciaria en el año de referencia dividido por el número total de graduados de educación terciaria (CINE 2011 niveles 5-8) en el mismo año académico.	29.4
30. Población nacida en el extranjero	Porcentaje de la población total que ha nacido en el extranjero.	35.8
31. Tolerancia de extranjero@s	Porcentaje de población que está muy de acuerdo con la afirmación: 'La presencia de extranjero@s es buena para esta ciudad'.	39.2
32. Integración de extranjero@s	Porcentaje de la población que está muy de acuerdo con la afirmación: 'Los extranjeros que viven en esta ciudad están bien integrados'.	25.9
33. Nivel de Confianza	Porcentaje de la población que está muy de acuerdo con la afirmación: 'En términos generales, se puede confiar en la mayoría de las personas de esta ciudad'.	33.2
34. Dimensión 3.3	Conexiones locales e internacionales	36.6
35. Vuelos de pasajeros	Promedio ponderado por la población de vuelos de pasajeros accesibles por día, dentro de la hora y media del viaje por carretera.	35.1
36. Accesibilidad vial potencial	Población accesible en 1h30 por carretera, como porcentaje de la población en un barrio de 120 km de radio.	34.6
37. Trenes directos a otras ciudades	Población accesible en 1h30 por ferrocarril (tiempo de viaje total medio), como porcentaje de la población en un barrio de 120 km de radio.	40.1
38. Dimensión 3.4	Calidad de Gobernanza	50.2
39. calidad de Gobernanza	Indicador calculado que mide la calidad del gobierno en tres áreas de servicios públicos: educación, salud y aplicación de la ley.	50.2

Por lo tanto, el valor $\beta 7$ estará compuesto por la componente intrínseca mediante el índice de ciudad creativa y cultural formada por 29 subíndices y por la componente extrínseca urbanística de accesibilidad y superficie.

$$\beta 7 = \beta 7 + \sum_{i=1}^{29} C_a \quad (4.23)$$

La combinación de recursos culturales, penetración en los flujos de actividad urbana y la aptitud/actitud cultural urbana representa el activo identitario y simbólico de la ciudad. La vulnerabilidad cultural tiene una dimensión cuantitativa espacial relativa a insuficiencia de dotaciones, pero tiene una dimensión de valor estratégico social que está anclado en la identidad social. Esta vulnerabilidad, de más difícil reparación debe subsanarse a través de un esfuerzo generacional de reconocimiento de los valores y del atractivo de la ciudad para los residentes como soporte del habitar. El índice de referencia permite establecer un análisis comparativo complementario a la identificación de la vulnerabilidad urbana.

4.8 El Derecho a recreación_deporte señalado en el artículo 16 evalúa la satisfacción del derecho al deporte alcanzado por los ciudadanos mediante el análisis de la gestión de recursos y la diversidad de instalaciones en el ámbito de la ciudad. (18)

Los equipamientos públicos destinados al deporte cumplen al menos dos funciones básicas. En primer lugar la que está relacionada con la práctica deportiva en diferentes niveles, desde el deporte de élite hasta el deporte de la población. En segundo lugar como elemento de integración social y

lugar de nuevas centralidades urbanas, que tiene influencia más allá de sus propios límites espaciales para generar dinámicas que estimulan la dinamización social. El deporte además de la competición de élite, permite desde un enfoque urbano estimular por un lado el nivel de salud de la población y por otro lado fomentar la relación de los grupos sociales y la revitalización de áreas urbanas favoreciendo el desarrollo socio-económico del barrio o zona en la que se ubican.

Ya se ha señalado que los equipamientos se clasifican en tres niveles según el alcance del servicio ofrecido a la población. El nivel de barrio

a) La Red Básica que atiende al nivel de Barrio BB está constituida por aquellas instalaciones y equipamientos destinados a la práctica deportiva del conjunto de la población, en las disciplinas más practicadas que refleja los hábitos deportivos reales, asegurando el derecho a una práctica deportiva diversificada.

b) La Red Complementaria que atiende al nivel de Barrio_Ciudad BC se encuentra formada por aquellas instalaciones destinadas a la práctica deportiva del conjunto de la población en otras disciplinas distintas y complementarias a las consideradas en la red básica, así como al deporte de competición a nivel provincial.

c) La Red Especial: que atiende al nivel de Ciudad CC se encuentra formada por los equipamientos deportivos de accesibilidad restringida, equipamientos para la promoción del deporte de alto nivel y equipamientos que por sus características puedan ser destinados a competiciones de ámbito superior al provincial.

Sub-Índices	Vibración Deportiva
Dimensión 1.1	Instalaciones y espacios deportivo
1. Equipamientos deportivos de Barrio BB	Equipamientos deportivos BB, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.
2. Equipamientos deportivos de Barrio BC	Equipamientos deportivos BC, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.
3. Equipamientos deportivos de Barrio CC	Equipamientos deportivos CC, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.
4. Espacios urbanos	Superficie de espacio urbano destinado a uso deportivo dividido por la población total y luego multiplicado por 1.000.
5. Dimensión 1.2	Participación y atractivo deportiva
6. Prácticas deportivas sociales	Número de personas registradas en equipamientos deportivos por la población total y luego multiplicado por 1000.
7. Prácticas deportivas federadas	Número de personas federadas en especialidades deportivas por la población total y luego multiplicado por 1000.
8. Asistencia a eventos deportivos	Número total de entradas vendidas, referente a todas las actividades deportivas durante el año, dividido por la población total y luego multiplicado por 1.000.
9. Satisfacción con los equipamientos deportivos	Porcentaje de población muy satisfecha con los equipamientos deportivos de la ciudad.
10. Sub-index 2	Economía Deportiva
11. Dimensión 2.1	Empleo en deporte
12. Empleos en actividades deportivas	Número de puestos de trabajo en actividades relacionadas con el deportes, dividido por la población total y luego multiplicado por 1000

13. Empleos en deporte federado	Número de puestos de trabajo en actividades federadas relacionadas con el deporte, dividido por la población total y luego multiplicado por 1000 (NACE Rev. 2, J).
14. Dimensión 2.2	Marcas y records deportivos
15. Marcas deportivas	Número promedio de tres años de marcas deportivas ponderadas a nivel provincial, autonómico nacional e internacional por año dividido por la población total y luego multiplicado por 1 millón.
16. Dimensión 2.3	Nuevos trabajos en sectores deportivos
17. Empleos en nuevas empresas de deporte	Número de personas empleadas en las empresas establecidas en el año de referencia en deportes, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.
18. Empleos en nuevos medios y empresas de comunicación deportiva	Número de personas empleadas en las empresas establecidas en el año de referencia en actividades de medios y comunicación, en materia de deportes, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.
19. Sub-index 3	Ambiente apto
20 Dimensión 3.1	Capital humano y educación
25. Licenciad@s en deporte	Número de graduad@s en educación en el año de referencia dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.
29. Deportistas extranjer@s	Número de graduad@s extranjeros registrados en actividades deportivas

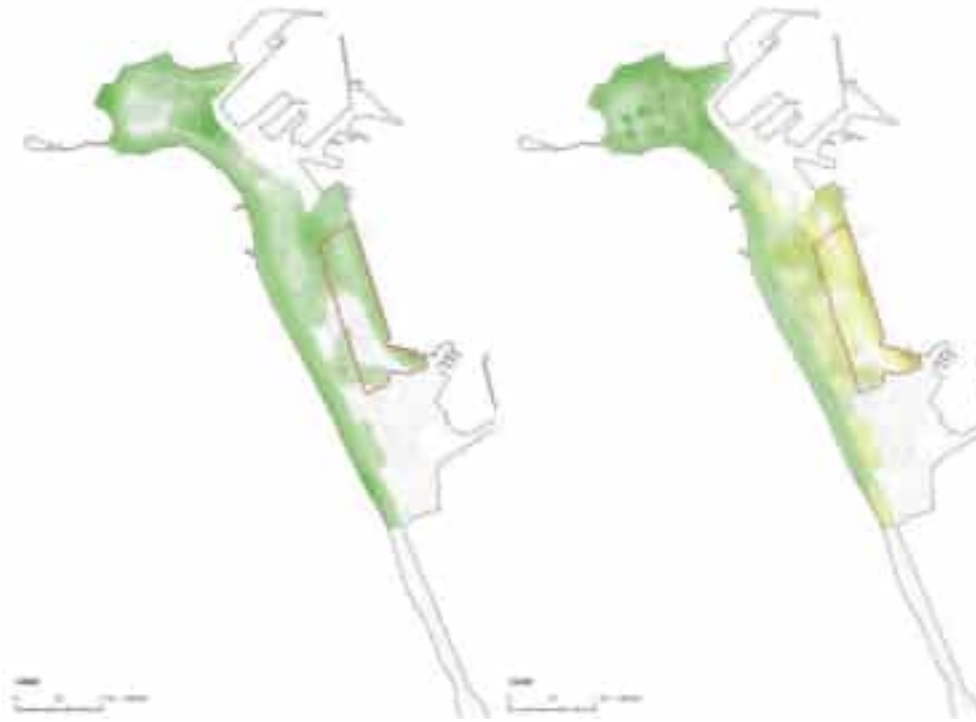


Fig. 4.9 Representación gráfica de ámbito de influencia de Espacios Verdes de la ciudad de Cádiz en función de la superficie y en función de la ocupación

Es necesario evaluar la vulnerabilidad en materia de equipamientos deportivos desde un enfoque intrínseco de forma similar a los equipamientos culturales.

Por lo tanto, el valor $\beta 8$ estará compuesto por la componente intrínseca mediante el índice de ciudad deportiva formada por 15 subíndices y por la componente extrínseca urbanística de accesibilidad y superficie.

$$\beta 8 = \beta 8 + \sum_{i=1}^{15} C_d \quad (4.24)$$

4.9 El modelo urbano debe articularse a través de la estructura de Espacios Libres para evaluar el Derecho a esparcimiento_calidad espacio libre declarado en el artículo 16 CMDC, principio compartido por todas las líneas de trabajo que orientan el planeamiento urbanístico. No obstante, las diversas interpretaciones de su orientación sintáctica difieren con el momento cultural, con las preocupaciones sociales y los recursos disponibles. Desde elementos fundamentales para el desarrollo de la personalidad, hasta la consideración de sumideros de carbono en el seno de un ecosistema que debe mantenerse en equilibrio en cumplimiento del concepto de desarrollo sostenible formulado por Brundtland en 1987 en el seno de la ONU.

A lo largo de este siglo, el Suelo rústico deja de tener una consideración residual para asumir una función básica de la ordenación territorial por tener la condición de dominio público o estar sujeto a algún régimen de protección para la preservación de la naturaleza, la flora y la fauna, del

Sub-Índices	Vibración Espacial
Dimensión 1.1	Instalaciones y espacios verdes
1. Espacios Libres y zonas verdes de Barrio BB	Espacios Libres y zonas verdes BB, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.
2. Espacios Libres y zonas verdes de Barrio BC	Espacios Libres y zonas verdes BC, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.
3. Espacios Libres y zonas verdes de Barrio CC	Espacios Libres y zonas verdes CC, dividido por la población total y luego multiplicado por 100.000.
4. Espacios urbanos	Superficie de espacio urbano multiuso dividido por la población total y luego multiplicado por 1.000.
5. Dimensión 1.2	Participación y atractivo deportiva
6. Uso y ocupación del espacio libre y zona verde	Número de personas ocupando espacios libres y zonas verdes por la población total y multiplicada por 1000.
7. Uso colectivo de espacios libres y zonas verdes	Número de personas que ocupan el espacio libre y zona verde en actividades colectivas por la población total y luego multiplicada por 1000.
8. Asistencia a eventos alternativos	Número total de entradas vendidas, referente a todas las actividades alternativas durante el año, dividido por la población total y luego multiplicado por 1.000.
9. Satisfacción espacios libres y zonas verdes	Porcentaje de población muy satisfecha con los espacios libres y zonas verdes de la ciudad.
10. Sub-index 2	Economía Alternativa
11. Dimensión 2.1	Empleo alternativo
12. Empleos en actividades alternativas	Número de puestos de trabajo en actividades relacionadas con el espacio libre y zonas verdes por la población total y luego multiplicado por 1000
19. Sub-index 3	Ambiente apto
20 Dimensión 3.1	Capital humano y educación
29. Número de extrajeros@s participantes en actividades alternativas	Número de s extrajeros participantes en actividades alternativas

patrimonio histórico o cultural o del medioambiente en general, o por poseer valores de carácter territorial, natural, ambiental, paisajístico e histórico, o para la protección del litoral, para la utilización racional de los recursos naturales, además de considerarse necesaria la preservación de su carácter rural, por razón de su valor actual o potencial, agrícola, ganadero, forestal o análogo, o ser improcedente su transformación teniendo en cuenta razones de sostenibilidad, racionalidad y las condiciones estructurales del municipio así como por suponer riesgos debido a su transformación.

El enfoque Ecológico de los Espacios libres se formula a partir de la consideración del metabolismo urbano, es decir de entender el sistema urbano como un conjunto de flujos de materia y energía que circulan a través de la ciudad_ecosistema. En este escenario se formula la propuesta del presente estudio, pero se considera que es necesario el enfoque dual que también permite comprender el valor del espacio libre para el desarrollo de la personalidad y la libertad. Por un lado, se aborda el valor del Espacio Libre como elemento estructural del sistema ecológico y su aportación al metabolismo urbano, lo que se podría considerar un aspecto netamente funcional. Por otro lado, se evalúa la valoración de la ciudadanía sobre el conjunto de espacios libres. Esta valoración se considera emocional y subjetiva, que se realiza a través del nivel de utilización del Espacio Público. Esta evaluación aporta resultados que difieren de la consideración que atiende estrictamente a datos geométricos de cumplimiento del marco normativo.

Por lo tanto, el valor β_9 estará compuesto por la componente intrínseca mediante el índice del sistema libre y zona verde urbana formada por 10 subíndices y por la componente extrínseca urbanística de accesibilidad y superficie.

$$\beta_9 = \beta_9 + \sum_{i=1}^{10} C_v \quad (4.25)$$

De forma complementaria se analiza en el apartado v la conectividad y continuidad del sistema de espacios libres que garantiza el correcto servicio ecosistémico de las zonas verdes urbanas.

4.10 El Derecho a la vivienda señalado en el artículo 19 supone la referencia a la mayor parte de la construcción de la ciudad, ya que está destinada al uso residencial para satisfacer la necesidad de vivienda de sus ciudadanos. Es por lo que se considera oportuno desarrollar algo más ampliamente el panorama del Derecho a la Vivienda.

El enfoque mercantilista al que se somete el derecho básico del ciudadano a la vivienda se ha instalado en la sociedad, lo que contribuye a la reproducción de un sistema que dificulta abordar el problema desde otras perspectivas relacionadas con la salud o la educación. El mercado de la vivienda, sometido a las reglas de la oferta y de la demanda, afecta directamente a la estructura profunda de los elementos que configuran la vida digna. La vida digna, no sólo está caracterizada por disponer de una

vivienda. La garantía y la estabilidad de la vivienda es también sustantiva para alcanzar la vida digna. Numerosos factores intervienen en el precio de la vivienda. "El crecimiento económico sostenido que tiene lugar en España a partir de 1986, ha producido un aumento de la demanda inmobiliaria, tanto en oficinas como en viviendas, a lo que contribuyó de igual forma, la liquidez del sistema crediticio (bajos tipos de interés y largos plazos de amortización de las hipotecas). Esto ha motivado un rápido aumento de precios, que ha generado fuertes expectativas en el sector inmobiliario atrayendo fuertes flujos de capital de diverso origen: Extranjero, dinero negro y capitales huidos de los mercados de valores, todos ellos en búsqueda de altas y rápidas plusvalías. La afluencia de este dinero, con fines puramente inversionistas, y no de satisfacción de una necesidad, ocasionó un aumento espectacular de la demanda, con la consiguiente alza de los precios de la vivienda". Cuando la demanda de vivienda atraviesa el ámbito de la satisfacción de cobertura del derecho básico como servicio y está afectada por el ámbito de la inversión como producto, se convierte en un problema de difícil solución cuando la administración no dispone de los medios adecuados para su solución.

El precio de la vivienda depende sustancialmente del precio del suelo, del precio de la construcción, de los tipos de interés de la financiación y de los márgenes de beneficio empresarial. Los costos de urbanización y de construcción dependen de la situación económica que oscila sustancialmente vinculada a los flujos de capital nacional e internacional.

Se produce así una fragmentación de la oferta de "productos" de vivienda. En primer lugar, las viviendas en propiedad. Por un lado, las viviendas

dirigidas a sectores de población con renta alta y media alta, sectores con recursos suficientes para la financiación, que se encuentra en los deciles de renta superior. Las viviendas protegidas, dirigidas a los sectores de rentas medias, que destinan en general 1/3 de sus ingresos a la adquisición de la vivienda. En segundo lugar, la vivienda en alquiler. Los sectores de población con menor renta acceden al mercado de vivienda en alquiler, aunque no descartan la preferencia por la propiedad.(19)

La vulnerabilidad objetiva de nueva vivienda VN en función de la fracción de viviendas vacías disponibles para permitir la movilidad de la población se describe en (3.70)

$$VN = D_v - (V_o - k_v V_t) \quad (3.70)$$

Siendo

Dv	Demanda de vivienda activa
Vo	Vivienda Vacía capaz de atender parte de la demanda
Vt	Vivienda total del municipio
Kv	Coeficiente de movilidad o rotación de vivienda. Aproximadamente 5% del total del parque de vivienda

Por todo ello, el valor de la vulnerabilidad β_{10} en materia de vivienda para el conjunto de la ciudad, siendo n el número de unidades censales

$$\beta_{10} = \sum_{i=1}^n \frac{VN}{P} = \sum_{i=1}^n \frac{D_{vn} - (V_{on} - k_v V_n)}{P} \quad (4.26)$$

Siendo

Dvn	Demanda de vivienda activa de la unidad censal i
Vo	Vivienda Vacía de la unidad censal i capaz de atender parte de la demanda
Vt	Vivienda total de la unidad censal i
Kv	Coeficiente de movilidad o rotación de vivienda. Aproximadamente 5% del total del parque de vivienda

4.11 El Derecho al transporte público y la movilidad urbana, señalado en el artículo 18 desde el punto un enfoque urbanístico requiere simplificaciones de un fenómeno estructural y complejo de la ciudad que se analizan en el apartado k que aborda la interacción entre el Derecho y el Espacio Urbano.

4.12 El Derecho al trabajo señalado en el artículo 20 recoge el principio de la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948. El derecho al trabajo pertenece al grupo de "derechos de segunda generación", entre los que también se incluye el Derecho a la Vivienda, es decir, son declaraciones programáticas que no cuentan con las garantías judiciales suficientes para exigir su cumplimiento por la administración.

Parece razonable analizar el derecho al trabajo como el resultado de la producción del sistema urbano en un marco de cumplimiento del conjunto de los derechos.

Matriz de transición β_{ij}

La matriz β es una matriz $m \times m$ como resultado del conjunto de derechos. Sin embargo la subsanación de esos derechos tiene efecto sobre el conjunto de sectores de producción, aspecto que la matriz diagonal β no permite identificar tal y como está planteada. Para subsanar esta incidencia metodológica, es posible desglosar cada uno de los derechos en elementos que identifiquen cada uno de ellos con cada uno de los sectores económicos, procedimiento que permite un acercamiento a la realidad del derecho. La realidad productiva es compleja y cada uno de los derechos está vinculado a diferentes sectores económicos por lo que se considera necesario realizar un análisis equivalente al realizado al distinguir la problemática intrínseca de la vulnerabilidad del derecho y la extrínseca que se ha relacionado con la necesidad de espacio. Ahora es necesario esclarecer los condicionantes que cada derecho reclama de cada sector económico y productivo. Por lo tanto β_{ii} se puede expresar como

$$\beta_i = \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \quad (4.27)$$

Siendo la componente del sector económico j del derecho i

$$\beta = \begin{vmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} & . & \beta_{1n} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} & . & \beta_{2n} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33} & . & \beta_{3n} \\ . & . & . & . & . \\ \beta_{m1} & \beta_{m2} & \beta_{m3} & . & \beta_{mn} \end{vmatrix}$$

- (1) https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_de_redes_sociales
<https://www.iic.uam.es/digital/analisis-emociones-redes-sociales/>
 - (2) El Grupo de Sistemas Inteligentes del Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación aborda varias líneas de investigación entre las que se encuentra el análisis de sentimientos en redes sociales y dispone de software libre para su aplicación.
<http://www.gsi.upm.es/es/investigacion/lineas-de-investigacion>
 - (3) La Comunidad Valenciana ha elaborado la Guía para incorporar la perspectiva de género en actuaciones urbanas que incorpora una metodología para formular planes y documentos que hacen referencia a la ciudad de los cuidados, la seguridad, el papel que se atribuye socialmente a cada sexo,...
 - (4) El artículo 2.7 señala el compromiso social del sector privado en programas sociales y emprendimientos económicos con la finalidad de desarrollar la solidaridad y la plena igualdad entre los habitantes.
El artículo 2.8 hace alusión a la fiscalidad que afecta al conjunto de derechos. Se interpreta que la fiscalidad tiene un enfoque dual. Por un lado, representa la adquisición de recursos para el cumplimiento de los derechos. Por otro lado, representa los beneficios y exenciones de la asignación de inversiones y gastos en el sector del derecho que se analiza.
 - (5) Epdata, ofrece datos a nivel municipal relacionados con la agresión sexual. (apartado 6)
Por otro lado, el Observatorio Social de Fundación La Caixa ofrece una serie de informes de interés relativos a la vulneración de derechos de diferentes grupos sociales que basan sus conclusiones en una batería de indicadores obtenidos para el mismo.
https://elobservatoriosocial.fundacionlacaixa.org/es/informes?_ga=2.145240892.949895561.1658045280-1910519873.1657820823
Necesidades Sociales
 - Personas mayores
 - Riesgo de pobreza monetaria
 - Dificultad para llegar a final de mes
 - Pobreza consistente
 - Pobreza crónica
 - Sobrecarga en gastos de vivienda
 - Malas condiciones de vivienda
 - Mujeres y Hombres
 - Falta de autonomía
 - Vulnerabilidad económica
 - Población Inmigrante
 - Riesgo de pobreza monetaria
 - Sin empleo en el hogar
 - Inestabilidad laboral
 - Pobreza laboral
 - Sobrecarga en gastos de vivienda
- Retrasos en pago de alquiler o hipoteca
Educación (desarrollado más adelante)
 - Presenta también 4 informes sobre Brechas Sociales entre Mundo Rural_Mundo Urbano, Jóvenes_Mayores, Mujeres y Hombres, Ricos y Pobres (Jordi Sevilla, Belén Santa Cruz y Diana Ortega), que permite reconocer un escenario de desigualdad entre diferentes grupos sociales no identificados como vulnerables.
Por otra parte, epdata aporta cifras sobre gasto social municipal
<https://www.epdata.es/datos/ranking-gasto-social-ayuntamientos-espana-mas-20000-habitantes/477>
 - (6) <https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/InformacionPresupuestaria/InformacionPresupuestaria.aspx>
 - (7) <https://www.dyntra.org/indices/ayuntamientos-de-espana/ranking-general-ayuntamientos-espana/>
 - (8) Los profesores García Rubio y Rosales –López analizan la Eficiencia Judicial en Andalucía determinando el retraso judicial en los tribunales (sentido fuerte o PARETO-KOOPMANS)
https://indret.com/wp-content/themes/indret/pdf/773_es.pdf
 - (9) <https://www.poderjudicial.es/cgpj/es/Temas/Estadistica-Judicial/Estudios-e-Informes/Justicia-Dato-a-Dato/>
 - (10) [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/es/30012013_citizen_security_issue_brief%20\(spanish\).pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/es/30012013_citizen_security_issue_brief%20(spanish).pdf)
 - (11) El SEC, portal estadístico de Criminalidad del Ministerio del Interior ofrece datos sobre criminalidad por Comunidades Autónomas.
<https://estadisticasdecriminalidad.ses.mir.es/publico/portalestadistico/portal/datos.html?type=pcaxis&path=/Datos3/&file=pcaxis>
<https://entredatos.es/mapa/crimen/espana/>
Homicidios dolosos y asesinatos consumados
Homicidios dolosos y asesinatos en grado tentativa
Delitos graves y menos graves de lesiones y riña tumultuaria
Secuestro
Delitos contra la libertad e indemnidad sexual
Agresión sexual con penetración
Resto de delitos contra la libertad e indemnidad sexual
Robos con violencia e intimidación
Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones
Robos con fuerza en domicilios
Hurtos
Sustracciones de vehículos
Tráfico de drogas
Resto de infracciones penales
Epdata ofrece datos por municipios
<https://www.epdata.es/datos/crimen-espana-hoy-asesinatos-robos-secuestros-otros-delitos/4/espana/106>

- Agresión sexual con penetración
Homicidios dolosos y asesinatos consumados
Hurto
Robos con fuerza en domicilios, establecimientos y otras instalaciones
Robos con violencia e intimidación
Secuestro
Tráfico de drogas
Torres-Tellez y Montero adoptan el modelo econométrico de Hsiao y Sun, (2000) para el análisis de la delincuencia juvenil en España basado en las variables siguientes
a. Porcentaje de la población masculina por tramos de edad
b. Producto Interior Bruto
c. Desempleo juvenil
d. Población urbana
e. Tasa de inmigración
f. Esclarecimientos de delitos
$$\text{Crimen}_{it} = \alpha + \delta_i + \sum_j = 1,5 \gamma \beta + \epsilon_{it}$$

Donde el índice i y t corresponden a la provincia y al año; j a la categoría de edad. α es el efecto fijo del año; δ_i es el efecto fijo de la provincia; Crimen_{it} es la tasa de delincuencia es la tasa de delincuencia por 1.000 habitantes en logaritmo; Edad_{it} es la edad de la estructura de la población; X_{it} son las variables explicativas; ϵ_{it} es el término error.
<https://www.redalyc.org/journal/280/28069961003/>
(12) https://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/l7-1985.t2.html#c3
(13) <https://www.sspa.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/ciudadania/derechos-y-garantias/tiempos-de-respuesta-asistencial-listas-de-espera>
(14) <https://mundoasperger.com/vulneracion-del-derecho-la-educacion/>
Para abordar el análisis en materia de Educación el Observatorio Social de la Fundación Caixa identifica un conjunto de indicadores básicos para la obtención de conclusiones.
Acceso
Acceso a escolarización antes de 3 años
Acceso a escolarización entre 3 y 6 años
Nivel educativo suficiente, medio, alto
Abandono escolar temprano
Adecuación Social del Conocimiento
Conocimiento suficiente en matemáticas en primaria
Conocimiento suficiente en comprensión lectora en primaria
Conocimiento suficiente en matemáticas en secundaria
Conocimiento suficiente en comprensión lectora en secundaria
Competencia suficiente en dominio de idioma extranjero
Sistema educativo inclusivo
Repetición de curso en secundaria
Persistencia intergeneracional de nivel educativo
Competencia de matemáticas en secundaria
Competencia de comprensión lectora en secundaria
Nivel de segregación en aulas
Porcentaje de Gasto privado en educación respecto al total del hogar
Por otra parte, el INE ofrece indicadores sobre Formación y Educación en la batería de indicadores Urbanos al nivel municipal
https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INEPublicacion_C&cid=1259944561392&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout¶m1=PYSDetalleGratuitas¶m2=1254736268859¶m4=Ocultar
(15) El Observatorio del Derecho a la Alimentación de España indica que el derecho a la alimentación adecuada se vulnera de forma inaceptable en el mundo, pero también en España. Según el informe El Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo 2018, 600.000 personas se encuentran en situación de inseguridad alimentaria grave en España.
El porcentaje de población en situación de carencia material severa en 2020 se situó en el 7,0%, frente al 4,7% del año anterior. No solo es preocupante el porcentaje de población sino la tendencia de crecimiento de hogares que pasan a esta situación.
Respecto a los datos e indicadores, es necesario aclarar que existe una importante insuficiencia relativa a la vulnerabilidad alimentaria, probablemente relacionada con la invisibilidad de este problema en una sociedad occidental perteneciente a la UE. En este sentido se puede añadir la dificultad que ha tenido FOESSA para disponer de datos municipales (salvo Madrid) para redactar el informe sobre Hambre e Inseguridad Alimentaria en la Comunidad de Madrid (2018).
(16) Pobreza alimentaria en España: una aproximación a partir de la encuesta de condiciones de vida paula García Jiménez. Universidad Politécnica de Valencia
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/174301/Garcia%20-%20Pobreza%20alimentaria%20en%20Espana%20una%20aproximacion%20a%20partir%20de%20la%20Encuesta%20de%20Condiciones%20de....pdf?sequence=2>
(17) <https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/cultural-creative-cities-monitor/get-involved> ofrece una tabla excel con los siguientes grupos indicadores
Vibración cultural
Lugares e instalaciones culturales
Participación cultural y atractivo
Economía creativa
Trabajos creativos y basados en el conocimiento
Propiedad Intelectual e Innovación
Nuevos Empleos en Sectores Creativos
Ambiente apto
Capital humano y educación
Apertura, tolerancia y confianza
Conexiones locales e internacionales
Calidad de la Gobernanza

- (18) Los presupuestos municipales que se encuentran en la plataforma del Ministerio de Hacienda ofrecen datos sobre los recursos asignados al deporte por cada ciudad española
<https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/InformacionPresupuestaria/InformacionPresupuestaria.aspx>
- (19) Con carácter general, los objetivos generales para resolver el problema de la vivienda están relacionados con
- Concretar reservas de suelos para viviendas protegidas: al menos una de cada tres nuevas viviendas debe ser protegida
 - Favorecer el acceso de los jóvenes a su primera vivienda a través de programas y planes concretos que comprometan a las distintas administraciones.
 - Fomentar el mercado de alquiler como una alternativa real de acceso a la vivienda.
 - Promover la oferta de viviendas protegidas en alquiler dirigidas preferentemente a los jóvenes.
 - Favorecer la diversidad tipológica atienda las necesidades concretas de sectores sociales con mayor dificultad de accesibilidad como mayores, discapacitados, víctimas de la violencia de género.
 - Promover consorcios de vivienda por la cooperación de distintas administraciones para facilitar el acceso a la vivienda en alquiler fundamentalmente, sin menoscabo del régimen de tenencia en propiedad ocasionalmente.
- Para abordar la evaluación del derecho a la vivienda en el presente estudio se disponen de
- Datos sobre la demanda municipal de vivienda
- Vulnerabilidad de vivienda en España
- Las Comunidades Autónomas disponen de registros actualizados de demandantes de vivienda de cada municipio.
- Andalucía dispone de este registro en el que se distingue las solicitudes de las inscripciones activas, que incluye la siguiente información
- solicitudes y estado de inscripciones a origen.
 - régimen de acceso a la vivienda (inscripciones)
 - sexo del demandante 1 (inscripciones)
 - edad actual del demandante 1 (inscripciones)
 - IPREM familiar de demandantes (inscripciones)
 - composición familiar y accesibilidad (inscripciones)
 - inscripciones según tamaño de la unidad familiar
 - inscripciones según el sexo de todos los miembros de la unidad familiar
- <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/fomentoinfraestructurasyordenaciondelterritorio/areas/vivienda-rehabilitacion/vivienda-prottegida/paginas/rmdv-estadistica-mensual.html>
- El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana ofrece datos pormenorizados de población que reside en barrios vulnerables de toda España. El grado de detalle alcanza al nivel de unidad censal. Los datos afectan a la vivienda, la educación y la renta. En materia de vivienda ofrece datos de interés sobre tipología de vivienda, habitabilidad, instalaciones, accesibilidad, necesarios para la adopción de las políticas reflejadas en los Planes Municipales de Vivienda.

<https://portalweb.mitma.es/aplicaciones/portalweb/BarriosVulnerables>

4.4.1.3 VECTOR AMBIENTAL. FLUJO AMBIENTAL SOSTENIBLE Y

Este nodo analiza los flujos de elementos entre la litosfera, hidrosfera y atmosfera. De forma esquemática se puede describir el intercambio de elementos siguiendo el rastro del agua en sus diferentes estados, sólido, líquido y gaseoso sometido a un bucle interminable de transformación permanente de forma natural por la acción de la fuente de energía solar, pasando del estado sólido en la litosfera, al estado líquido perteneciente a la hidrosfera y al estado gaseoso perteneciente a la atmósfera, para reiniciar el ciclo en alguno de los estados alternativos, dependiendo de la fuente de calor presión.

Este ecosistema natural se altera debido a la influencia de alguna incidencia (incendio, tormenta). El segundo principio de la termodinámica señala que la cantidad de entropía del universo tiende a incrementarse en el tiempo, lo que está vinculado a la irreversibilidad de los fenómenos físicos, por lo tanto la naturaleza tiende al estado de mayor probabilidad en el que la energía para producir trabajo se reduce paulatinamente. ...) Esa tendencia natural puede alterarse por alguna incidencia de origen natural o antrópica. La actividad humana provoca una alteración antrópica que requiere la generación y el consumo de energía produciéndose el intercambio de flujos con el entorno ecosistémico del que forma parte estructural.(1)

El vector ambiental describe y evalúa los flujos de los ecosistemas que se obtienen tras la gestión del impacto de las actividades económicas y domésticas que se producen en la ciudad afectada por la acción antrópica analizada en las matrices bipartitas correspondientes.

El análisis de numerosas fuentes y metodologías de análisis ambiental conducen a considerar que los nodos del Vector Ambiental se corresponden con la litosfera, la hidrosfera y la atmosfera. Estos tres soportes naturales, sólidos, líquidos y gaseosos, soportan las actividades vitales y de forma general se relacionan con el consumo de tierra, agua y aire, como elementos constitutivos. Como se ha señalado, el propio ciclo natural, sin incluir la influencia antrópica, ya revela transformaciones por la interacción entre unos elementos, nodos, y otros.

La consideración de la ciudad como sistema vivo arranca desde Patrick Geddes (1904) y Lewis Mumford (1938) para implantarse como base del Programa sobre el Hombre y la Biósfera de la UNESCO (1973 y 1981) por el que se analiza la ciudad como un ecosistema. Según R. Margalef (1986), un Ecosistema es una *relación multivariada entre organismos y medio ambiente en un espacio determinado, llegando a lograr una constancia en ese medio ambiente*. Este planteamiento permite considerar el Ecosistema Urbano a través de la siguiente expresión

$$ES_{t+1} = ES_t + \sum_{i=1}^n C + \sum_{j=1}^m P \quad (4.28)$$

Donde el Ecosistema Urbano ES evoluciona desde el momento t a t+1 considerando la transformación del medioambiente atmosférico,

hidrológico, y litológico, así como de la materia orgánica y energía, siendo C el consumo de elementos y P el producto de la transformación.

Catalizar el ciclo de transformación requiere el consumo de elementos existentes en el momento t y generación de productos transformados en la forma de residuos, vertidos o emisiones en el momento t+1.

“La ciudad es un ecosistema artificial en que la comunidad de seres vivos que en ella habita y su entorno funcionan como una unidad ecológica equilibrada...se distingue de otros ecosistemas, entre otras cosas, en que su soporte físico (el biotopo) es, en gran medida, producto de las actividades, vivencias e ideologías humanas”.(3)

Esta influencia que distingue a los sistemas urbanos debido a la antropización del entorno provoca la transformación de la tierra, el agua y la atmósfera que configuran el mismo. En este momento describimos la mutua influencia que la raza humana ejerce sobre el entorno y a su transformación, como resultado de las mediciones realizadas por diferentes tecnologías capaces de medir dichas alteraciones.

El consumo de agua por actividades económicas se analiza pormenorizadamente en el apartado 4.4.2.2 Flujo económico_ambiental sostenible ζ , así como el consumo de suelo, que es el resultado de la superficie de suelo urbano y rústico destinado a las diferentes actividades económicas y domésticas. Por el contrario, el consumo de aire es un dato de mayor dificultad de obtención en los diferentes estudios ambientales, siendo la composición del aire seco 78 % N, 21 % O, 89 % Ar, 0,11 de agua

y otros gases. Alternativamente se calcula el grado de contaminación atmosférica. (4). Es por lo que en este momento parece la metodología más adecuada abordar los flujos ambientales desde la perspectiva de la generación de residuos, vertidos y emisiones serán las siguientes (5)

Endógeno_Exógeno	LITOSFERA	HIDROSFERA	ATMOSFERA
LITOSFERA	RESIDUOS M3	RESIDUOS M3	GEI CO2
HIDROSFERA	VERTIDOS M3	VERTIDOS M3	EVAPORACIÓN M3
ATMOSFERA	DEPOSICIÓN PH Lluvia Acida	DEPOSICIÓN PH Lluvia Acida	AEROSOL PH

En el cuadro de flujos de influencias ambientales se describen las transformaciones de cada soporte natural por la acción antrópica, ya sea de forma directa o indirecta, es decir aquellas transformaciones catalizadas por la acción antrópica. Es importante aclarar que estos flujos pueden tener un efecto más allá de los límites territoriales en los que se genera la transformación; por ello, se contemplan análisis intraterritoriales o endógenos y extraterritoriales o exógenos (caso de la lluvia ácida).

Matriz Ambiental

La matriz ambiental Y presenta esta configuración

$$Y = \begin{vmatrix} Y_{11} & Y_{12} & Y_{13} \\ Y_{21} & Y_{22} & Y_{23} \\ Y_{31} & Y_{32} & Y_{33} \end{vmatrix}$$

Cada uno de los elementos de la matriz unipartita puede a su vez descomponerse en submatrices que informen de manera exhaustiva la composición de cada uno de ellos.(6)

Existe la convicción ampliamente compartida por la que el sistema económico basado en el consumo conduce a la sobreexplotación de los recursos y del entorno ambiental. Sería necesario añadir que la generación de residuos aumenta la degradación del mismo entorno ambiental que está relacionada con los hábitos, directamente con el consumo. El informe Brundtland es una construcción antinómica de dos conceptos antagónicos, el desarrollo y la sostenibilidad, el crecimiento y la contención, está en el origen de la economía verde y de la economía azul, ya que abordan el problema desde los efectos. Efectos que están relacionados con el crecimiento poblacional sin duda (la propia capacidad económica de un país tienen relación con la población), pero también con la propia capacidad adquisitiva de la población y la generación de deseos más allá de las propias necesidades.

La matriz monopartita ambiental Y analiza el flujo de del sistema a través de la evaluación de los Residuos, los Vertidos, y los Gases generados en el marco territorial

Residuos

Los residuos sólidos urbanos incluyen los residuos orgánicos, relacionados con la alimentación, y los residuos inorgánicos cartón, papel, madera vidrio,

plástico y metales. El destino de estos residuos depende de la gestión de los mismos, generalmente vertederos, reciclaje o compostaje.

La influencia sobre el cambio climático y la sostenibilidad provoca un cambio en la gestión de los residuos urbanos que implica a las administraciones, a los agentes económicos y sociales así como a los consumidores y los usuarios. La adecuada recogida y gestión de los residuos es relevante y está en permanente evolución, no solo atendiendo a sus aspectos técnicos sino a los principios que orientan dicha gestión. La economía verde circular requiere reciclar la producción de elementos de consumo. La economía azul (G. Pauli 2010) alcanza al núcleo del sistema productivo imitando los ecosistemas naturales por el que “todos los residuos y desechos son reintroducidos de nuevo al proceso económico como materias primas de otros productos”

El tratamiento de los residuos se planifica con carácter supramunicipal debido a la optimización de recursos, sobre todo en ciudades medias y pequeñas (6). La generación de residuos puede provocar los siguientes impactos:

- Contaminación del suelo y del agua por descomposición, producción y filtración de lixiviados.
- Reproducción de especies biológicas dañinas.
- Generación de contaminantes y gases de efecto invernadero
- Liberación de sustancias que afectan a la capa de ozono

Vertidos

Se puede realizar una clasificación de vertidos a las aguas subterráneas (7)

Vertidos Directos: emisión directa de contaminantes a las aguas continentales o a cualquier otro elemento del Dominio Público Hidráulico, así como la descarga de contaminantes en el agua subterránea mediante inyección sin percolación a través del suelo o del subsuelo.

Vertidos Indirectos: realizados en aguas superficiales o en cualquier otro elemento del Dominio Público Hidráulico a través de colectores de aguas residuales o pluviales o por vertido al terreno.

Emisión de gases

La capa formada por los Gases Efecto Invernadero GEI, relacionados con el consumo de energía vinculado a nuestros hábitos, reducen el potencial de transmisión de calor de la atmósfera al exterior provocando un aumento paulatino de la misma. El aumento del 50% en el último periodo de 150 años provoca el secuestro de 1,49 sobre el relativo a 1990

La capacidad de generación de energía alternativa podrá duplicar la generación eléctrica que se obtienen con los recursos actuales pero será la mitad de la necesaria para satisfacer las necesidades vinculadas a los hábitos de consumo.

Los siguientes gases afectan de forma sustancial sobre la calidad del aire y contribuyen a la formación de GEI.

CO ₂	Anhídrido carbónico. Fuerte potencial GEI. En concentración >15% provoca pérdida de conciencia
Co	Monóxido de carbono. Inestable por lo que se transforma en CO ₂ en la atmósfera. En concentraciones < 700 ppm provoca la muerte.
NO y NO ₂	Óxidos de nitrógeno. Fuerte potencial formación de Ozono
SO ₂	Anhídrido sulfuroso. Forma ácidos sulfuroso y sulfúrico, en presencia de agua.
HCl y HF	Cloruro de Hidrógeno y Fluoruro de Hidrógeno. En presencia de humedad forman ácidos
CH ₄ , C ₄ H ₁₀ y C ₆ H ₆	Hidrocarburos, metano, butano y benceno. Fuerte potencial GEI
PM	Partículas en suspensión. Cancerígenas. Óxidos de silicio, aluminio, calcio, etc., o sulfatos. de diversas sustancias mantienen las sustancias tóxicas y cancerígenas en las partículas de polvo que respiramos.

Existen estudios especializados que relacionan la calidad del aire con los países de ingresos más bajos. (8)

Valor γij

Con carácter general se dispone de datos abiertos que permiten asignar los valores γij de Residuos, vertidos y emisiones municipales homogeneizadas en tCO₂e de los siguientes grupos, Consumo Eléctrico, Agricultura, Ganadería, Transportes, Aguas Residuales, Gases Fluorados, Instalaciones Fijas, Residuos (9)

De forma complementaria, el valor de γ_{ij} correspondiente a la emisión de gases por actividades económica se calcula en el apartado ζ y por actividades domésticas en el apartado ι

El impacto total γ de la generación municipal de residuos, vertidos y emisiones en tCO₂e

$$\gamma = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \gamma_{ij} \quad (4.29)$$

siendo el flujo existente entre las dimensiones i,j litosfera, hidrosfera, atmosfera.

- (1) <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/UrbanSuite-Pollution>
Felsen, M. and Wilensky, U. (2007). NetLogo Urban Suite - Pollution model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/UrbanSuite-Pollution>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
Netlogo:Wilensky, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
- (2) El proyecto Aphekom señala que la contaminación atmosférica en Europa causa una reducción de la esperanza de vida de alrededor de 8,6 meses por persona
- (3) Miguel Ruano (1999)
<http://aphekom.org/web/aphekom.org/home;jsessionid=8CA9846D91ECF5E74C59FA3F0A404BF9>
- (4) Complementariamente debe analizarse el ruido que se transmite a través de un medio material, como el aire, el agua y la tierra
- (5) INE ofrece datos temporales generales por Comunidades Autónomas y tipo de residuo
<https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t26/e068/p01/serie/I0/&file=02003.px&L=0>
MITECO ofrece una cartografía de las instalaciones así como una base de datos de las mismas
<https://prtr-es.es/informes/gis.aspx>
La información está clasificada de la siguiente manera
1.- Instalaciones de combustión / energéticas
2.- Producción y transformación de metales
3.- Industrias mineralesIndustrias minerales
4.- Industria química
5.- Gestión de residuos y aguas residuales
6.- Industria derivada de la madera (papel y cartón)
7.- Ganadería y acuicultura intensiva
8.- Productos de origen animal y vegetal de la industria alimentaria y de las bebidas
9.- Otras actividades
Para disponer de datos por municipio es necesario acudir a las plataformas de las diferentes Comunidades Autónomas
Andalucía
https://portalrediam.cica.es/descargas?path=%2F16_INDICADORES_ESTADISTICAS%2F01_IMA%2FIMA_2020%2FEstadisticas_indicadores%2F10_Economia_circular_residuos%2F10_01_Residuos_municipales
- (6) El Visor de Geoportal Censo Nacional de Vertidos del Ministerio para la transición Ecológica y el Reto Democrático (denominación actual) ofrece datos geolocalizados sobre Calidad del Aire, Emisiones, Residuos, Ruido Ambiental y Evaluación Ambiental.
<https://sig.mapama.gob.es/geoportal/>
El mapa de calidad del aire en el que se representa la distribución geográfica de los valores recogidos en las distintas estaciones, SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, O₃, Pb, C₆H₆, CO, As, Cd, Ni y B(a)P, incluyendo datos en tiempo real y la evolución histórica de la evaluación de la calidad del aire, medida la concentración en µg/m³ y el Índice nacional de calidad del aire
<https://sig.mapama.gob.es/calidad-aire/>
- (7) <https://ica.miteco.es/>
MITECO
El visor de Redes de Seguimiento del mismo Ministerio ofrece datos geolocalizados sobre vertidos autorizados realizados a dominio público en todas las demarcaciones hidrográficas, tanto los autorizados por los organismos de cuenca y Administraciones hidráulicas autonómicas en el caso de vertidos a dominio público hidráulico, así como los vertidos efectuados desde tierra al mar, según los datos proporcionados por las comunidades autónomas.
El caso de los vertidos no autorizados es de mayor complejidad en su evaluación y por tanto en su análisis así como en la adopción de medidas de subsanación. El desarrollo generalizado de los Asentamientos Irregulares en Suelo No Urbanizable o en Suelo Rural provoca un vertido irregular descontrolado directamente sobre el subsuelo en la mayoría de los casos, provocando la contaminación del mismo y la mezcla con el agua existente en el freático. El cálculo del impacto puede estimarse en función del número de viviendas y del número de habitantes por vivienda considerado en cada territorio.
- (8) Carlos López en su artículo sobre la realidad o la ficción de los Sumideros de carbono describe de forma general los impactos de los ciclos de generación de gases CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂, HCl, HF, CH₄, C₄H₁₀, C₆H₆ y PM
<https://rebelion.org/sumideros-de-carbono-realidad-o-ficcion/>
El doctor Tedros Adhanom Ghebreyesus, director general de la OMS afirmó que “La contaminación nos amenaza a todos, pero los más pobres y marginados se llevan la peor parte”, a pesar de ser los que menos han contaminado y contribuido al calentamiento global. Más del 90 % de las muertes relacionadas con la mala calidad del aire ocurre en países de ingresos bajos y medios. La contaminación atmosférica causada por el tráfico cuesta a Europa más de 72.000 millones de euros anuales en salud, de los cuales 52.865 millones son sufragados por los diferentes gobiernos, según la Alianza Europea de Salud Pública (EPAH). Nuestro país gasta más de 3.600 millones de euros al año en tratar las enfermedades relacionadas con la contaminación del aire por el tráfico, la mitad del presupuesto de Sanidad y el 0,8% de todo el presupuesto del Estado.
<https://arainfo.org/los-combustibles-del-futuro/>
Es un intento desesperado por mantener nuestro sistema de vida hiperconsumista de materias y energía, dominado por una oligarquía energético-empresarial-bancaria, obviando el caos medioambiental y la desigualdad social e, incluso, la cada vez más probable extinción de la propia humanidad. Porque si algo es evidente, es que el hombre no puede hacer en un día lo que a la naturaleza le ha costado decenas de millones de años
- (9) https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/web/cambio-climatico/indice/-/asset_publisher/hdxWUGtQGkX8/content/huella-de-carbono-de-los-municipios-andaluces/20151



Fig 4.10 Grafo de Nodos urbanos

4.4.1.4 VECTOR ESPACIAL. FLUJO SOCIAL SOSTENIBLE δ

El análisis que ahora se aborda está relacionado con la distribución espacial de los valores que caracterizan el sistema urbano, tomando como referencia las unidades censales, así como los flujos de esos valores que se generan entre dichas unidades censales. La actividad de la población del sistema urbano provoca la aparición de valores y flujos de valores económicos, sociales y ambientales que tienen repercusión o están condicionados por el espacio urbano.

4.4.1.4.a Análisis espacial del sistema urbano

Los elementos que son objeto del análisis espacial del sistema urbano deben representar la estructura del concepto del Habitar centrado en el ser humano basado en la convivencia armónica de la satisfacción de sus necesidades y la disposición de los recursos que las permiten. Habitar implica trabajar para satisfacer las necesidades básicas fundamentales así como las estructurales del ser humano, en un escenario de convivencia social y ambiental. Esta conceptualización de Habitar centra su estructuración en torno a tres elementos fundamentales

- a. Trabajo y actividad, elemento económico que tiene su representación espacial a través de los usos.
- b. Satisfacción de necesidades básicas, elemento social que tiene su representación a través de los equipamientos y servicios
- c. Satisfacción de necesidades estructurales, elemento ambiental que tiene su representación espacial a través del paisaje.

Estos tres elementos configuran por tanto espacialmente el sistema urbano, por lo que es necesario analizar su aportación a la convivencia social y ambiental así como su vulnerabilidad, con el objeto de adoptar las medidas para su subsanación.

Por otro lado y con carácter metodológico previo, se debe identificar los valores de los elementos espaciales que permiten caracterizar el sistema urbano.

La distribución poblacional, la adyacencia y la movilidad configuran la base metodológica de primer nivel del análisis espacial del sistema urbano. A partir de esta base se despliegan los factores del análisis de segundo nivel, la densidad y la conectividad. Por último los factores de tercer nivel, los patrones y la accesibilidad, completan el análisis espacial del sistema urbano de la Dinámica Urbana.

Distribución espacial de la población

La distribución de la población está en el origen del análisis del sistema urbano. La unidad espacial preferente para realizar análisis espaciales puede estar asociada al entorno de pertenencia del ciudadano como colectivo social con características comunes que se denomina como barrio. Ésta unidad espacial de identidad suele presentar cierta homogeneidad morfológica y tipológica, expresión de la sintaxis espacial, que la caracteriza. Alternativamente existen otras divisiones que alcanzan a la totalidad del término municipal denominadas secciones censales y distritos censales dividiendo la totalidad del término municipal (1) que sirven de

referencia para realizar evaluaciones de diferentes variables de esas unidades espaciales. Esta división presenta ventajas respecto a los barrios ya que queda cubierta la totalidad del término municipal, aunque la delimitación pueda resultar abstracta y escasamente homogénea desde el enfoque sintáctico señalado. La unidad censal presenta la ventaja añadida para la Mecánica Urbana de disponer de datos referidos a esta división del territorio, lo que permite abordar análisis de forma más sencilla.(2)

Tras la aclaración anterior, se puede seguir que el espacio urbano se puede representar a través de una matriz diagonal que representa las unidades censales (secciones o distritos censales) con la expresión siguiente $\delta_{s \times s}$

$$\delta = \begin{vmatrix} \delta_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \delta_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \delta_3 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \delta_s \end{vmatrix}$$

Alternativamente la matriz $\hat{\delta}$ es la matriz de superficie de la unidad censal,

$$\begin{aligned} i=j & \quad \hat{\delta}_{ii} = \text{superficie de unidad censal } i \\ i \neq j & \rightarrow \hat{\delta}_{ij} = 0 \end{aligned}$$

Movilidad de la población

El desplazamiento de la población es uno de los aspectos más elementales que caracterizan el sistema urbano que, por otra parte, es un indicador de

aspectos fundamentales relativos al equilibrio y a la desigualdad de cada una de las áreas urbanas y por tanto del desequilibrio y la desigualdad social de sus habitantes.

La matriz δ' es la matriz de desplazamiento o matriz de Origen_Destino

$$\delta' = \begin{vmatrix} \delta'_{11} & \delta'_{12} & \delta'_{13} & . & \delta'_{1s} \\ \delta'_{21} & \delta'_{22} & \delta'_{23} & . & \delta'_{2s} \\ \delta'_{31} & \delta'_{32} & \delta'_{33} & . & \delta'_{3s} \\ . & . & . & . & . \\ \delta'_{s1} & \delta'_{s2} & \delta'_{s3} & . & \delta'_{ss} \end{vmatrix}$$

Siendo

δ'_{ij} el desplazamiento de la población de la unidad censal i a la unidad censal j en un lapso temporal (o entre distritos censales)

Adyacencia espacial

Los diferentes ámbitos espaciales y territoriales que describen el vector espacial se definen a través de diferentes unidades espaciales o nodos (3). La posición relativa entre cada una de las unidades espaciales se representa a través de la adyacencia. Para construir la matriz de adyacencia, cada elemento del conjunto estará en posición de adyacencia (1) o distante (0) representada por lo que se trata de una matriz booleana

$$\begin{vmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} & . & \delta_{1s} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & . & \delta_{2s} \end{vmatrix}$$

$$\delta = \begin{vmatrix} \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} & . & \delta_{3s} \\ . & . & . & . & . \\ \delta_{s1} & \delta_{s2} & \delta_{s3} & . & \delta_{ss} \end{vmatrix}$$

Donde δ es la matriz de adyacencia donde representa la adyacencia entre las s secciones censales, siendo s el número de unidades censales.

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } \delta_{ij} \geq \psi \text{ adyacente } i \neq j \\ 0, & \text{otro caso} \end{cases}$$

Alternativamente, se obtiene la matriz de acceso si las unidades censales están conectadas a través de alguna cadena obtenida mediante búsqueda de acceso BFS (amplitud) o DFS (profundidad)

$\delta_{i,j}=1$ unidades censales i, j conectadas por cadena
 $\delta_{i,j}=0$ unidades censales i, j no conectadas por cadena

Complementariamente, la matriz de distancias entre las s secciones censales es una matriz triangular superior con valores de diagonal cero

$$\delta = \begin{vmatrix} 0 & \delta_{12} & \delta_{13} & . & \delta_{1s} \\ 0 & 0 & \delta_{23} & . & \delta_{2s} \\ 0 & 0 & 0 & . & \delta_{3s} \\ . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & 0 & . & 0 \end{vmatrix}$$

Densidad general

En 3.1 se definió la densidad residencial como la concentración de viviendas existentes en la unidad de referencia de área urbana. Ahora se define el concepto general de densidad como la concentración de un valor en relación con una unidad de referencia (la densidad residencial es un caso particular de densidad)

$$D = [NV / SR] \quad (3.1)$$

D	Densidad	(viviendas/ha)
V	Valor	Ud
R	Unidad de referencia	Ud

La densidad general puede representar valores económicos, sociales, ambientales, relacionados con unidades de referencia no necesariamente espaciales, aunque tengan su representación espacial.

Conectividad

En 3.3.3.11 se describió la Conectividad como un factor que depende del número de viales y del número de nodos, siendo mayor al aumentar el número de los primeros en relación a los segundos

$$C(\psi) = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij} \quad (3.72)$$

δ_{ij}	Num viales entre i,j
N	Num de nodos

Patrones espaciales

Los efectos inducidos por el vector espacial sobre los diferentes vectores, económico, social y ambiental, deben considerarse relacionados con las condiciones de contorno. Es posible comprobar el efecto de transformación económica el entorno de la ciudad en el que se ha instalado un centro administrativo, por la aparición de tiendas y locales adyacentes, o alternatively el vaciado de los centros urbanos por la implantación de centros comerciales en la periferia. De forma análoga, las características sociales, la forma de hablar o las costumbres, dependen del barrio, más aún y de forma extrema si se trata de un gueto confinado. Así mismo, la generación de GEI o el vertido de residuos alteran sustancialmente el ambiente de las zonas de implantación de industria pesada que requiere también el consumo de recursos del entorno.

En 5.2 Autocorrelación espacial se describe la medición de la influencia de las condiciones de contorno mediante la correlación de una variable respecto a diferentes unidades espaciales contiguas puede presentar los siguientes valores



- a. Autocorrelación espacial positiva: las unidades espaciales vecinas presentan valores próximos. Tendencia de agrupamiento de las unidades espaciales.
- b. Autocorrelación espacial negativa: las unidades espaciales vecinas presentan valores diferentes. Tendencia a la dispersión de las unidades espaciales.
- c. Autocorrelación Aleatoria: Las unidades espaciales vecinas presentan formas aleatorias

Más adelante se analizará el concepto de Autocorrelación Espacial que permite relacionar valores con localización con el objeto de identificar patrones espaciales en el comportamiento de diferentes parámetros e indicadores.

Accesibilidad

En 3.3.1.2.d Logística se define el índice de accesibilidad que vincula la localización de actividades con el flujo de circulación a través de los canales (líneas o calles). La accesibilidad entre dos puntos i, j es directamente proporcional a la atractividad del servicio

$$A_{ij} = O_j / d^{F_{ij}}$$

Siendo

$A_i = \sum_j A_{ij}$ Accesibilidad entre las zonas i, j
 O_j Atractividad del servicio j
 d Distancia ij
 F_{ij} Factor de fricción o impedancia de la distancia entre las zonas i, j

$$A_i = \sum_{j=1}^n A_{ij} \quad (3.35)$$

Debido a la dificultad de determinar las variables, se puede obtener el índice de accesibilidad en función del tiempo. (26)

$$A_i = 1/t = \sum_{j=1}^n N_i / \sum_{j=1}^n N_i t_i \quad (3.36)$$

Siendo

t Tiempo medio de los desplazamientos
 N_i Número e viajes de zona i a otra cualquiera j
 t_i Tiempo de desplazamiento entre zona ij

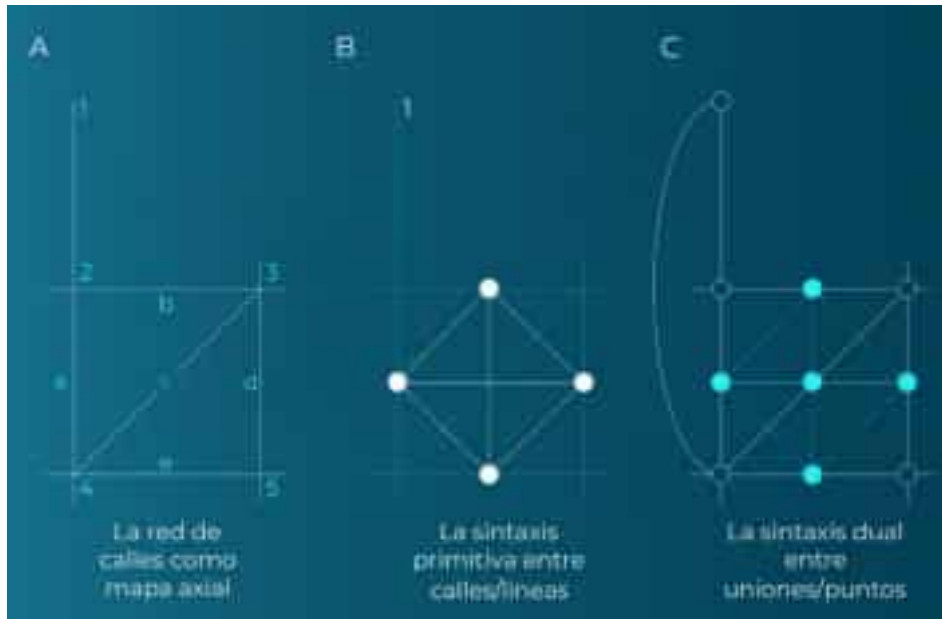


Fig. 4.11 Sintaxis espacial. Sintaxis primal y sintaxis dual. Fuente New Sciences of cities.

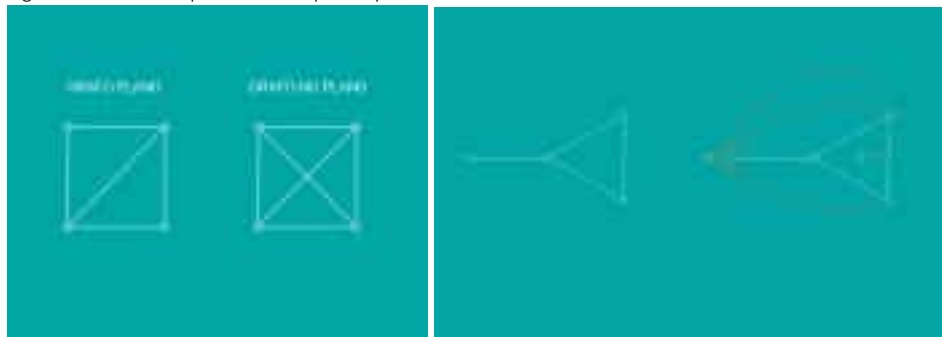


Fig. 4.12 Grafos planares y no planares y Grafo dual

4.4.1.4 b Herramientas analíticas espaciales

Redes y Grafos

La sintaxis espacial aborda el análisis de las configuraciones espaciales y la morfología urbana con el objeto de predecir el comportamiento espacial humano en entornos urbanos fundamentalmente. La continuidad del Espacio permite establecer una red de elementos espaciales interconectados que responden a tres nociones básicas derivadas de la experimentación del espacio físico

Espacio visible desde un punto, también denominado campo visible, polígono de visibilidad y cuenca óptica.

Espacio axial o línea recta de visión así como ruta de desplazamiento.

Espacio convexo, donde todos los puntos dentro de un polígono convexo son visibles para el resto de los demás puntos dentro del polígono

La aplicación de la Teoría de Grafos, iniciada por Euler para resolver el problema de los puentes de Königsberg, permite desglosar los componentes que configuran ese entorno urbano complejo, analizados como redes de flujos múltiples (económicos, sociales, espaciales, tráfico...), para describir la relación de conectividad e integración de dichos espacios urbanos. En la sintaxis espacial, Un grafo G está formado por las calles (a, b, c, d, e) y los cruces (1,2,3,4,5)



Fig 4.13 Sintaxis espacial como gráficos bipartitos A

		1	2	3	4	5
Aij=	a	1	1	0	1	0
	b	0	1	1	0	0
	c	0	0	1	1	0
	d	0	0	1	0	1
	e	0	0	0	1	1

Datos como gráfico bipartito A

		a	b	c	d	e
lik =	a	3	1	1	0	1
	b	1	2	1	1	0
	c	1	1	2	1	1
	d	0	1	1	2	1
	e	1	0	1	1	2

Sintaxis primal entre calles_líneas B

		1	2	3	4	5
Pjl=	1	1	1	0	1	0
	2	1	2	1	1	0
	3	0	1	3	1	1
	4	1	1	1	3	1
	5	0	0	1	1	2

Fig 4.13 Sintaxis espacial como gráficos bipartitos, datos y sintaxis primal entre calles

$$L = \{\ell / i, k = 1, 2, 3 \dots n\}$$

$$P = \{p / j, l = 1, 2, 3 \dots m\}$$

Por su parte las caras o regiones de un grafo G son las superficies incluidas en los polígonos formados por las aristas y los vértices. La cara o región exterior está formada por el espacio exterior al grafo. (Fig. 4.12)

$$C = \{\zeta / x, y = 1, 2, 3 \dots r\}$$

Una calle está enlazada a un cruce y un cruce está enlazada a una calle por lo que se define la matriz Aij de dimensión n x m y componentes aij. En este gráfico bipartito de líneas y puntos, el número de puntos asociados con alguna línea i es

$$\ell_i = \sum_{j=1}^m a_{ij}$$

y el número de líneas asociadas a algún punto j es

$$p_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

Un grafo, G es conexo si y solo si para todo par de vértices u y v de G existe un camino en G que conecta u y v. Por otra parte, un grafo plano o planar (Fig. 4.11), es aquel en el que no se corta ninguna arista, el número de puntos asociados a una línea siempre es 2

$$\ell_i = 2 \forall i$$

Siendo necesario que para ser plano el grafo debe cumplirse la fórmula de Euler

$$n-l+r=2$$

siendo r el número de caras o regiones, contando la región exterior al grafo como 1.

Si el grafo es plano y conexo se cumple el teorema de Kuratowski

$$\ell \leq 3n - 6 \quad (4.31)$$

Si el grafo es plano, conexo y no tiene ciclos se cumple

$$\ell \leq 2n - 4 \quad (4.32)$$

La medida de desviación de planaridad para cualquier grafo es

$$\psi = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^m \ell_i \quad (4.30)$$

Por su parte, un Grafo dual de un grafo plano G es un grafo plano que se obtiene así

- 1 Cada cara X de G se convierte en un vértice dual x en el interior de X
- 2 El punto medio de cada arista l que divide dos caras X, es el lugar de la arista dual por donde pasa en su trazado que une los vértices duales.

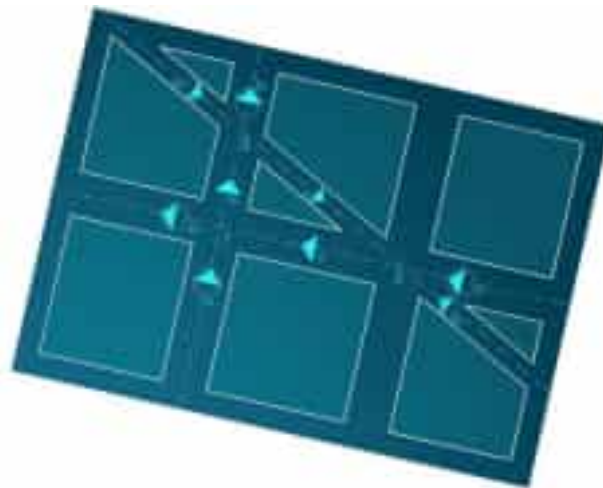
Aplicando este criterio a calles y cruces se obtiene la figura 4.11 en donde se representa la Sintaxis espacial, la Sintaxis del grafo primal y la Sintaxis del grafo dual así como la formación de sus matrices.

En algunos casos será más eficiente trabajar con la sintaxis dual que la primal o la espacial debido a la cantidad de información que se maneje en las operaciones de cálculo.

Analizando las aristas de un grafo conexo G, un camino de Euler es un recorrido en el que aparecen todos los lados. Un circuito de Euler es un camino de Euler cerrado y el grafo G es un grafo de Euler (Fig. 4.14.a)

Si G tiene un circuito de Euler, el grado de cada vértice es par, mientras que si G tiene un camino de Euler, G tiene exactamente dos vértices de grado impar (coincidentes con el principio y final del camino).

Analizando los nodos de un grafo conexo, un camino de Hamilton es un camino que recorre todos los vértices una sola vez.



$$\begin{aligned} X_1 + a_1 &= X_2 + b_1 \\ X_3 + a_2 &= X_1 + b_2 \\ X_2 + a_3 &= X_3 + b_3 \end{aligned}$$

Fig. 4.14 a Camino y grafo de Euler. b.Ecuaciones de Flujos urbanos

Un circuito de Hamilton es un camino cerrado que recorre todos los vértices del grafo G una sola vez (salvo los extremos), siendo G un grafo de Hamilton o grafo hamiltoniano

Flujos urbanos

La red de flujo es un grafo dirigido que dispone de un nodo origen s con flujo positivo y un nodo de destino t , con flujo negativo, con aristas, responsables de soportar los flujos positivos. En cada nodo intermedio se cumple la ley de Kirchhoff, en donde la suma de flujos entrantes a un vértice debe ser igual a la suma de flujos que salen de él (propiedad de conservación del flujo (Fig. 4.14.b))

$$\sum f_i = \sum f_o$$

Siendo f_i el flujo entrante y f_o el flujo saliente del nodo.

Una red de flujo es un grafo dirigido $G = (V, E)$ donde cada arco $(u, v) \in E$ tiene una capacidad $c(u, v) > 0$ siendo el valor del flujo

$$|f| = \sum_{v \in V} f(s, v)$$

El flujo G en un grafo es una función $f: V \times V \rightarrow \mathbb{R}$ que cumple las siguientes condiciones sobre capacidad, simetría y conservación respectivamente

$$\forall u, v \in V \quad f(u, v) \leq c(u, v)$$

Siendo

$$f(u,v) = -f(v,u) \quad \forall u \in V - \{s, t\} \quad \sum_{v \in V} f(u,v) = 0$$

El problema de flujo urbano se representa mediante el sistema de ecuaciones que cumplen estas condiciones (4)

Ecuaciones lineales de flujos

Aplicando la ley de Kirchoff, el flujo X_1, X_2, X_3 (peatones, vehículos,...) que circula por una malla de calles a, b, c que se cruzan en 1, 2, 3 se puede calcular mediante un sistema de ecuaciones lineales que representan las entradas y salidas de cada nudo (Fig. 4.15)

En la Fig 4.11 se reflejan los espacios urbanos y se señala el enfoque para abordar el análisis espacial. En la primera imagen aparece un plano de la ciudad en el que se proyecta ortogonalmente el conjunto de manzanas y calles así como los encuentros o nodos.

La teoría de grafos permite abordar problemas urbanos en los que confluyen campos matemáticos de topología, álgebra, probabilidad, combinatoria, geometría y aritmética. Este entorno permite la formulación de problemas relacionados con la programación lineal. Así, cada programa de programación lineal PP tiene otro problema lineal denominado problema dual PD (7). El programa primal de la programación lineal es el resultado que se obtiene al minimizar o maximizar la función objetivo primal. Alternativamente, el problema dual es el resultado de la

operación inversa a la del programa primal, es decir maximizar en lugar de minimizar y viceversa. El problema dual tiene el mismo número de variables de restricciones que el programa primal.

- El problema dual tiene el mismo número de restricciones de variables que el programa primal
- Los coeficientes de la función objetivo del problema dual son los términos independientes de las restricciones R del programa primal

Volviendo a la figura 4.11, se observa que la sintaxis primal se adopta tomando como elemento el tramo de calle, en tanto que la sintaxis dual se adopta el cruce de calles como elemento del análisis. Batty muestra que trabajar en el espacio dual presenta ventajas respecto al trabajo sobre mapas espaciales, facilitando el trabajo de computación de las áreas urbanas que se analizan. (5).

La actividad que se produce en esta serie de espacios relacionados, relacionados fundamentalmente con el desplazamiento y el transporte, tiene su representación mediante redes y grafos. Pero puede representarse complementariamente cualquier flujo de la ciudad, visible o no visible, para aplicar el análisis de flujos entre los nodos urbanos, describiendo los valores que caracterizan a cada uno de ellos con el objeto de analizar correlaciones, desviaciones, agrupaciones y desequilibrios entre las diferentes partes de la Ciudad y/o del Territorio.

Número cromático de un grafo

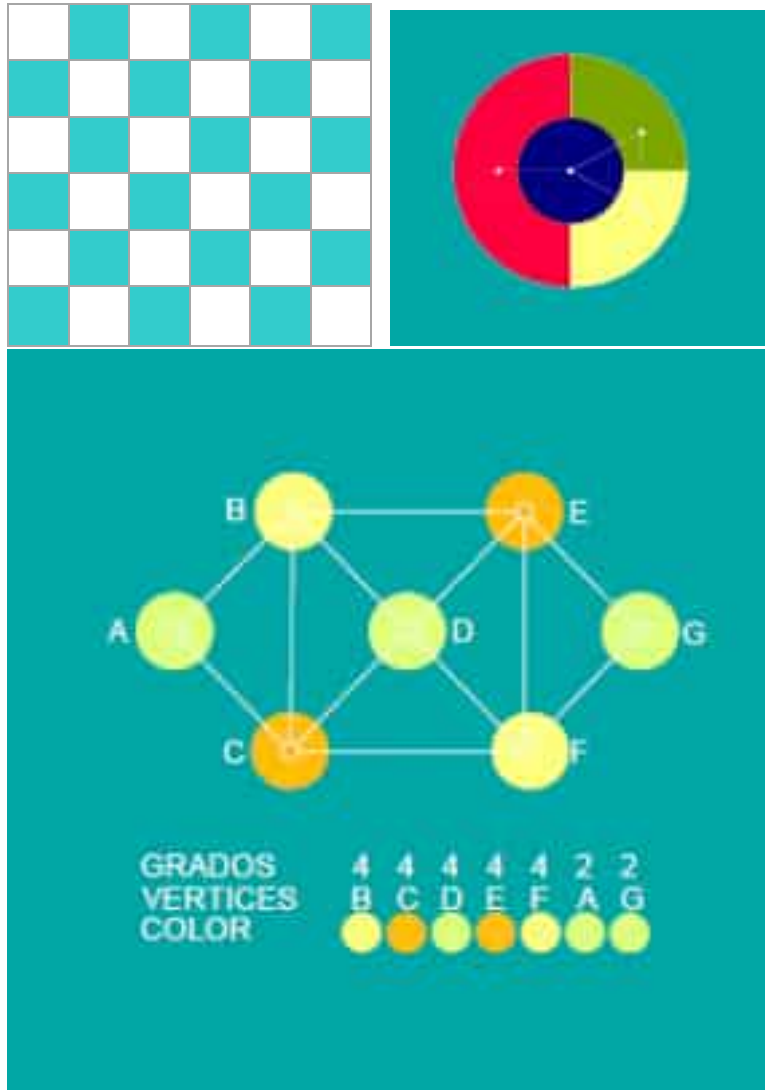


Fig 4.15 Coloración mínima de grafos. a. Caras. b. vértices

La coloración de un grafo es la aplicación del conjunto de vértices $\mathcal{V}$ en el conjunto de colores C tal que vértices conectados $\{u,v\}$ tienen imágenes diferentes $c(u) \neq c(v)$.

Alternativamente se aplica al problema dual, es decir al conjunto de aristas y complementariamente al conjunto de caras o regiones

El problema del número cromático de un grafo $\chi(G)$, que consiste en calcular la tabla de colores mínima, es uno de los trabajos derivados de la teoría de grafos. (Fig 4.15)

Teorema 2.1 Un mapa es coloreable con dos colores si y sólo si su grafo asociado tiene todos sus vértices con grado par y mayor o igual que dos

Teorema 2.2 Un mapa plano es coloreable como mínimo con cuatro colores

No obstante, este último teorema demostrado por Appel y Haken en 1976 es aplicable superficies planas, ya que un mapa trazado en cinta de Moebius requiere 6 colores y enrollado en forma de rosquilla (topología), requiere siete colores.

El cálculo del número cromático tiene su aplicación en el análisis del paisaje y de la cuenca visual.

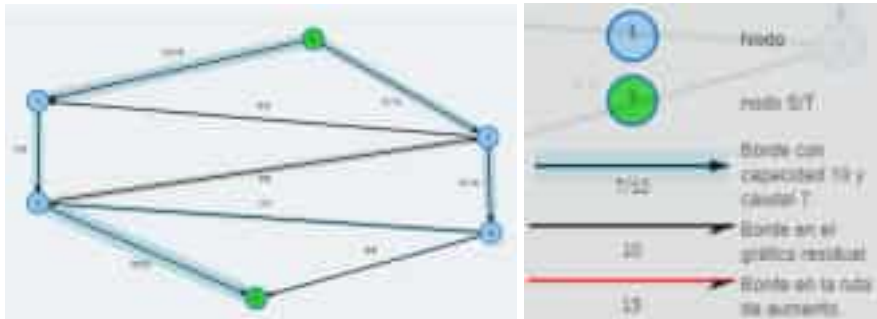


Fig 4.16. algoritmo de Ford-Fulkerson flujo máximo

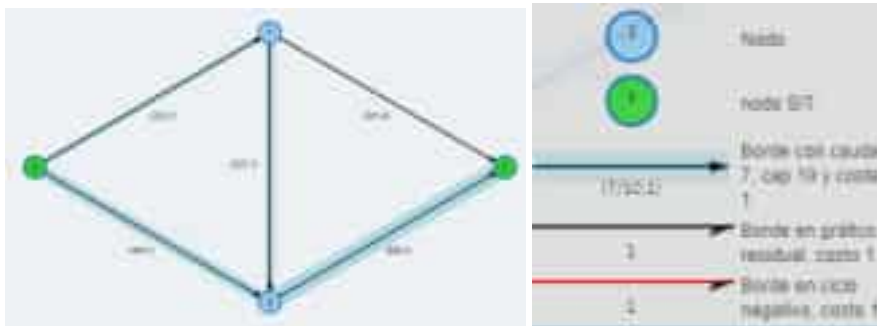


Fig 4.17. algoritmo de cancelación flujo menor coste

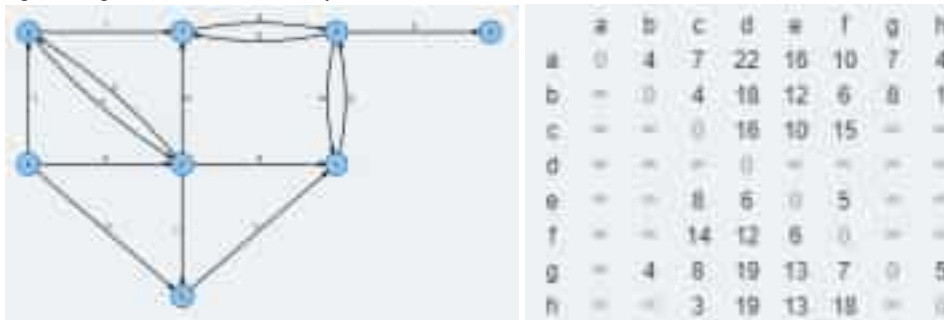


Fig 4.18 algoritmo de Floyd Warshall. ruta más corta

Análisis básico de grafos

Hasta ahora se han planteado los aspectos generales de sintaxis espacial trasladando las características espaciales a los campos matemáticos señalados anteriormente. Ahora se señalan diferentes algoritmos que resuelven problemas a partir de datos mediante un proceso iterativo. Se incluye el link de applet para la solución de cada uno de los algoritmos, aclarando que no es este el lugar para la descripción precisa de cada uno de los métodos.

El algoritmo de Ford-Fulkerson (Fig 4.16) permite calcular el flujo máximo o maximal. El problema del flujo máximo permite asignar la cantidad de flujo que debe moverse a lo largo de cada arco. Cada arco admite un máximo de capacidad que no debe superarse y por otra parte, el flujo entrante y saliente debe ser igual en todos los nodos (excepto el origen y el destino), condiciones que ya se señalaron anteriormente.

https://algorithms.discrete.ma.tum.de/graph-algorithms/flow-ford-fulkerson/index_en.html

El algoritmo de cancelación de ciclo permite obtener el transporte del mayor flujo al menor coste. El costo total de cada arco se obtiene multiplicando el flujo multiplicado por el costo unitario del mismo. Las restricciones de cada arco son similares al anterior caso, es decir, cada arco admite un máximo de capacidad que no debe superarse y por otra parte, el flujo entrante y saliente debe ser igual en todos los nodos (excepto el origen y el destino), condiciones que ya se señalaron anteriormente.

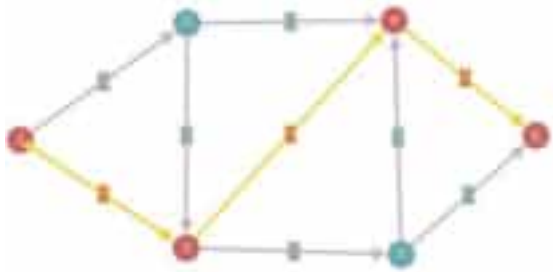


Fig 4.19. Algoritmo de Dijkstra ruta más corta

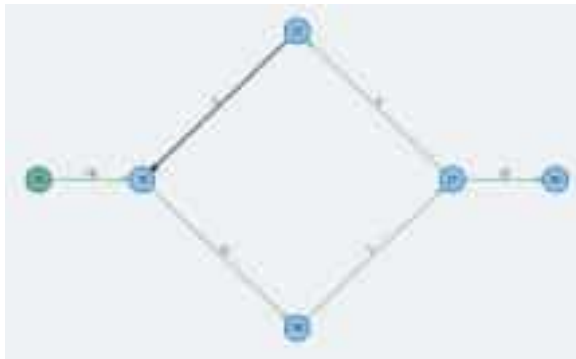


Fig 4.20. Algoritmo de Bellman-Ford ruta más económica con valores negativos

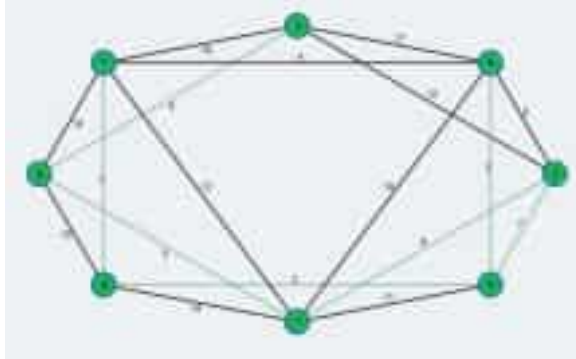


Fig 4.21 Algoritmo de Kruskal arbol mínimo

https://algorithms.discrete.ma.tum.de/graph-algorithms/flow-cycle-cancelling/index_en.html

El algoritmo de Floyd Warshall permite calcular la ruta más corta en grafos dirigidos ponderados sin ciclo negativo.

https://algorithms.discrete.ma.tum.de/graph-algorithms/spp-floyd-warshall/index_en.html

El algoritmo de Dijkstra (fig. 4.19) también permite calcular la ruta más corta en grafos dirigidos ponderados positivos

<https://graphonline.ru/es/>

El Algoritmo de Bellman-Ford,(Fig. 4.20) aborda el problema de la ruta más económica con valores negativos

https://algorithms.discrete.ma.tum.de/graph-algorithms/spp-bellman-ford/index_en.html

El algoritmo de Kruskal (Fig 4.21) identifica el árbol mínimo que conecta todos los nodos sin generar ciclos, de un grafo conexo y ponderado (subconjunto de aristas que contienen todos los vértices) con un valor mínimo de la suma de todas las aristas del árbol.

https://algorithms.discrete.ma.tum.de/graph-algorithms/mst-kruskal/index_en.html



Fig 4.22 Algoritmo de Prim



Fig 4.23 Método Húngaro asignación eficiente

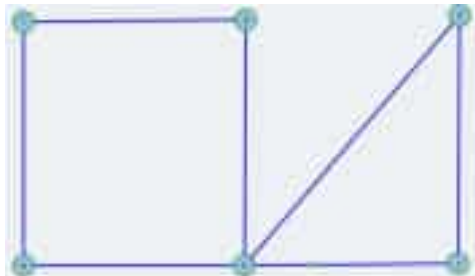


Fig 4.24. ciclo euleriano

El Algoritmo de Prim (Fig 4.22) también permite encontrar un subconjunto de aristas que forman un árbol de recubrimiento mínimo con todos los vértices, donde el peso total de todas las aristas en el árbol es el mínimo posible. Si el grafo no es conexo, entonces el algoritmo encontrará el árbol recubridor mínimo para uno de los componentes conexos que forman dicho grafo no conexo. En el caso de grafos no conexos es necesario aplicar el algoritmo de Kruskal

https://arodrigu.webs.upv.es/grafos/doku.php?id=algoritmo_prim

El Método Húngaro (Fig. 4.23) de emparejamiento bipartito permite encontrar una combinación perfecta entre los nodos de un gráfico bipartito mediante la minimización de la suma de los pesos de los bordes.

https://algorithms.discrete.ma.tum.de/graph-algorithms/matchings-hungarian-method/index_en.htm

El algoritmo de Hielholzer (Fig. 4.24) permite encontrar el ciclo euleriano de un grafo. Un camino es euleriano si se recorren todas las aristas de un grafo pasando una sola vez por cada una de ellas. En el caso de coincidir el nodo inicial y final, el camino es cerrado y se trata de un ciclo euleriano.

https://algorithms.discrete.ma.tum.de/graph-algorithms/hierholzer/index_en.html

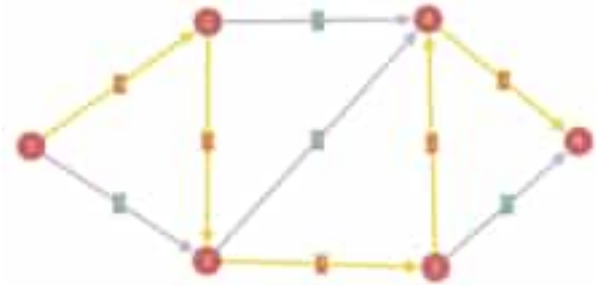


Fig 4.25. camino hamiltoniano

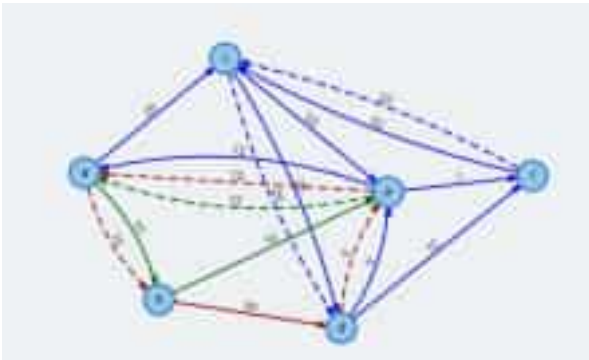


Fig 4.26. cartero chino



Fig 4.27. Red pert

El algoritmo del camino hamiltoniano permite recorrer todos los vértices del grafo una sola vez. Si además el primer y último vértice visitado coincide, el camino es un ciclo

<https://graphonline.ru/es/>

El algoritmo del cartero chino consiste en encontrar la ruta de menor longitud que permita recorrer todos los nodos una sola vez mediante un camino cerrado. Una dirigida es una secuencia de aristas donde el nodo de origen de cada arista es el nodo final de la arista anterior. Así, el problema del cartero consiste en encontrar un camino cerrado en el grafo, tal que todas las aristas sean recorridas al menos una vez y la suma de los pesos de las aristas en el camino sea mínima.

https://algorithms.discrete.ma.tum.de/graph-algorithms/directed-chinese-postman/index_en.html

El algoritmo Pert permite identificar la ruta crítica de tiempos en el desarrollo de una actividad en función de los tiempos mínimos, máximos y de las holguras

<https://www.diagramapertcpm.online/>

Se han señalado hasta ahora algunos de los análisis desarrollados por la teoría de grafos que informan sobre condiciones espaciales de los recorridos.

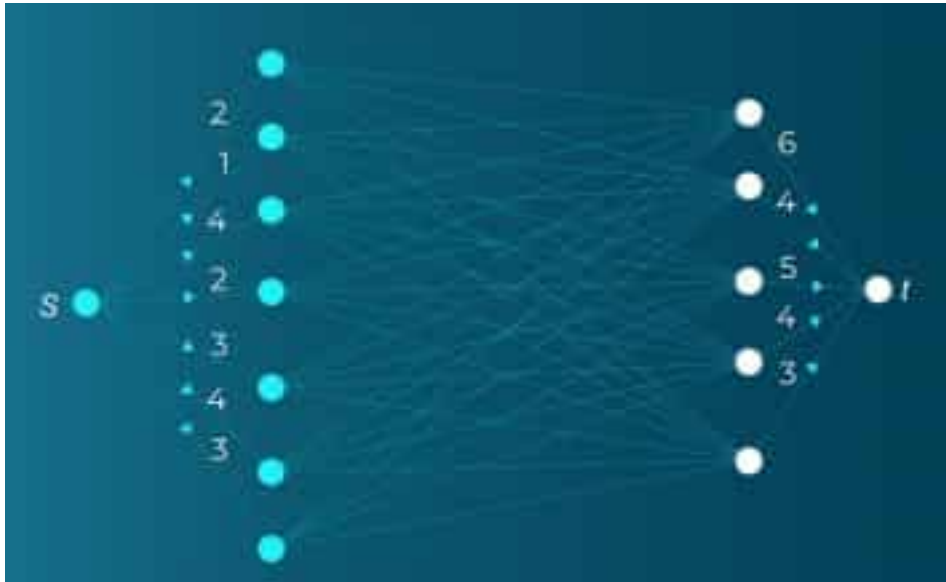


Fig. 4.28 Grafo de distribución <https://www.youtube.com/watch?v=dCePJXbEc9c>

4.4.1.4 c Problema de transporte de mínimo coste

El problema del transporte afecta directamente a la actividad económica, no sólo desde el punto de vista de la ocupación del suelo sino sobre todo por la influencia logística de su localización. En el apartado 4.4.1.4 Vector espacial. Flujo social sostenible δ se incluyó el método húngaro para la asignación de tareas maximizando o minimizando la eficacia. El problema de la asignación es un problema de transporte balanceado, donde el sumario de ofertas y son iguales. Ya se ha incluido el algoritmo que resuelve el problema y ahora se profundiza en su desarrollo. Como se observa en la figura 4.28 el problema del transporte se puede representar como un grafo bipartito completo en el que todos los orígenes m están conectados con un destino n . Este grafo tiene una representación a través de una matriz de accesibilidad A de $m+n$ filas y $m \times n$ columnas.

El problema de transporte consiste en trasladar a un coste mínimo unidades de producto P desde m orígenes, $O_1, \dots, O_m$, a n destinos, $D_1, \dots, D_n$, con las siguientes restricciones.

Cada origen O_i , $i = 1, \dots, m$, genera una oferta a_i

Cada destino D_j , $j = 1, \dots, n$, requiere una demanda b_j

El coste c_{ij} , $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, n$, de trasladar P de origen O_i al destino D_j .

El problema del transporte es un problema de programación lineal de la función objetivo z que consiste en determinar el número de unidades x_{ij} a trasladar desde cada origen O_i hasta cada destino D_j con un coste de transporte mínimo, teniendo en cuenta las restricciones de oferta y demanda. El problema de transporte puede ser resuelto mediante el Método Simplex y mediante la Técnica de Transporte. Esta última requiere

- Ser un sistema equilibrado en que la oferta total y la demanda total son iguales
- Contar con $n+m-1$ variables básicas, siendo n los puntos de demanda y m los puntos de oferta.

La técnica de transporte aplica los pasos del método simplex a la tabla de transporte equilibrada

- Obtener la solución básica factible inicial
El método de la esquina noroeste obtiene una solución factible básica inicial sin tener en cuenta la tabla de costes. El método de Vogel toma en cuenta los costes al seleccionar la asignación de flujos.
- Definir la variable de entrada
Se utiliza el método simplex para un caso minimizado y se obtiene la variable utilizando el método dual para calcular los valores de las variables duales u_i , v_j . (cada fila tendrá un u_i y cada columna tendrá un v_j)

En total se tendrán $n+m-1$ ecuaciones y $m+n$ multiplicadores aplicando un valor arbitrario a uno de ellos para obtener el valor del resto de multiplicadores.

La variable x_{sr} se calcula

$$x_{sr} = U_s + V_r - C_{sr}$$

Se elige el mayor valor de los positivos $z_j - c_j$

En el caso en que $z_j - c_j < 0$ la solución es óptima.

- Establecer la variable de salida
La variable de salida se obtiene a partir de construir un circuito sobre la solución básica factible. El circuito debe contener únicamente variables básicas con excepción de la variable de entrada

El proceso se puede expresar de forma algebraica

- Obtener la solución básica factible inicial

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (4.33)$$

Sometido a las restricciones

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq b_j \quad j = 1, \dots, n$$

$$x_{ij} \geq 0, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

que se expresa de forma canónica así

$$\min z = C_{11} x_{11} + C_{12} x_{12} + \dots + C_{1n} x_{1n} + C_{21} x_{21} + C_{22} x_{22} + \dots + C_{2n} x_{2n} + \dots + C_{m1} x_{m1} + C_{m2} x_{m2} + \dots + C_{mn} x_{mn}$$

sometido a las a_m restricciones en origen y b_n restricciones de destino, que en este caso se pueden expresar como igualdad porque la suma de ofertas es igual a la suma de demandas.

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} &= a_1 \\ x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} &= a_m \\ \dots \\ x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} &= b_1 \\ x_{12} + x_{22} + \dots + x_{mn} &= b_n \end{aligned}$$

que expresándolo en forma matricial

$$Z_{\min} = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{nm} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} x_{11} \\ x_{21} \\ \dots \\ x_{nm} \end{vmatrix}$$

Sujeto a las restricciones

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n+1} & \dots & a_{1nm} \\ a_{21} & a_{22} & & a_{2n+1} & \dots & a_{2nm} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn+1} & \dots & a_{mnm} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m+n1} & a_{m+n2} & \dots & a_{m+n n+1} & \dots & a_{m+n nm} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} x_{11} \\ x_{21} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ x_{nm} \end{vmatrix}$$

Con m orígenes y n destinos. La matriz A tiene $m + n$ filas y $m \times n$ columnas

Los elementos de la primera fila de los vectores columna de la matriz A son $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1nm}$.

$a_{ij} = 1$ en las posiciones

- fila $1 < i < m$ que conecta cada origen O con destino D . que corresponden a las restricciones de origen
- de accesibilidad de la fila $m+1 < i < m+n$ que conecta destino j con origen O que corresponden con las restricciones de destino

$a_{ij} =$ resto de posiciones

El problema de transporte es equilibrado cuando la oferta total sea igual a la demanda total.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} = \sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j = T$$

$i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$

Por otra parte un problema de transporte equilibrado siempre tiene una solución factible ya que

$$x_{ij} = a_i b_j / T$$

$i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$ (4.34)

pues x_{ij} verifica las restricciones y se cumple la no negatividad

$$x_{ij} \geq 0$$

$i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$

Todo problema de transporte equilibrado tiene una solución factible básica con $m + n - 1$ variables positivas como máximo. Para convertir un sistema de transporte desequilibrado en equilibrado es suficiente con añadir variables ficticias al sistema.

c. Definir la variable de entrada

A partir de una solución factible básica es posible mejorarla mediante la formulación dual asociada al problema de transporte, teniendo (4.33)

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Sometido a las restricciones

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq b_j \quad j = 1, \dots, n$$

$$x_{ij} \geq 0, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

Si asignamos $u_1, \dots, u_m$ y $v_1, \dots, v_n$ como las variables duales, el problema dual asociado es

$$\max G = \sum_{i=1}^m a_i u_i + \sum_{j=1}^n b_j v_j \quad (4.35)$$

Sometido a las restricciones

$$u_i + v_j \leq c_{ij} \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$$

Es decir, la suma de las variables duales $u_i + v_j$ correspondientes deben ser menores o iguales a c_{ij} con u_i y v_j no restringidas. Se obtiene así la matriz A con valores a_{ij}

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} u_1 \\ u_m \\ \dots \\ v_n \end{vmatrix}$$

Los vectores columna tienen solamente m componentes iguales a 1 siendo 0 el resto. Así, los vectores columna de la matriz A son $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, \dots$

vector $a_{ij} = 1$ en las posiciones i y $m + j$.

Si $z_{ij} - c_{ij}$ es el valor asociado a la variable x_{ij} , se demuestra que

$$z_{ij} - c_{ij} = u_i + v_j - c_{ij}.$$

El valor de los indicadores se obtiene a partir de los valores de las variables duales teniendo en cuenta que $z_{ij} - c_{ij} = 0$ para todas las variables x_{ij} básicas obtenidas anteriormente.

Al haber $m + n - 1$ variables se tienen $m + n - 1$ ecuaciones del tipo $u_i + v_j - c_{ij} = 0$ y $m + n$ incógnitas, $u_1, \dots, u_m, v_1, \dots, v_n$, que es un sistema con un grado de libertad. La solución se obtiene dando un valor a una de las incógnitas u, v y obteniendo el resto de valores de las variables duales u_i, v_j . Como se trata de minimizar, se pueden dar dos casos.

$z_{ij} - c_{ij} \leq 0$ solución es óptima

c. Establecer la variable de salida.
 $z_{ij} - c_{ij} > 0$ la solución puede ser mejorada entrando en la base la variable asociada al mayor $z_{ij} - c_{ij}$ entre los positivos que sustituye a la variable que sale de la base encontrando un ciclo formado por las variables que pertenecen a la base y la variable que entra en la base. Este valor modifica los valores de las variables básicas manteniendo los valores de oferta y demanda. Los flujos que no forman parte del ciclo no modifican su valor. Para determinar el valor de la variable de entrada x_{ij}

$$x_{ij} = \min\{X_{pq}/X_{pq} - v_{pq} \text{ básica}\}$$

operando, se obtiene así el menor coste que la anterior alternativa o mínimo coste objetivo (4.33)

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

4.4.1.d Análisis de valores espaciales

En la introducción de este capítulo se ha señalado que el vector económico tiene su representación espacial η a través de la localización de los usos, en tanto que el vector social tiene su representación espacial κ a través de la localización de los equipamientos y dotaciones y por su lado el vector ambiental tiene su representación espacial v a través del paisaje.

También se definieron los caracteres del sistema urbano espacial de primer nivel a través de la distribución poblacional, la adyacencia y la movilidad, de segundo nivel, la densidad y la conectividad y de tercer nivel, los patrones y la accesibilidad.

La distribución espacial por unidades censales de los usos, los equipamientos y el paisaje se pueden someter por tanto al análisis de adyacencia, movilidad, densidad, conectividad, identificación de patrones y accesibilidad de cada uno de ellos.

Con estas consideraciones, los valores de las matrices μ, κ, v , permiten trasladar a una representación cartográfica las características del sistema urbano de primer, segundo y tercer nivel con el objeto de someter al análisis las herramientas descritas derivadas de la teoría de grafos y del problema del transporte.

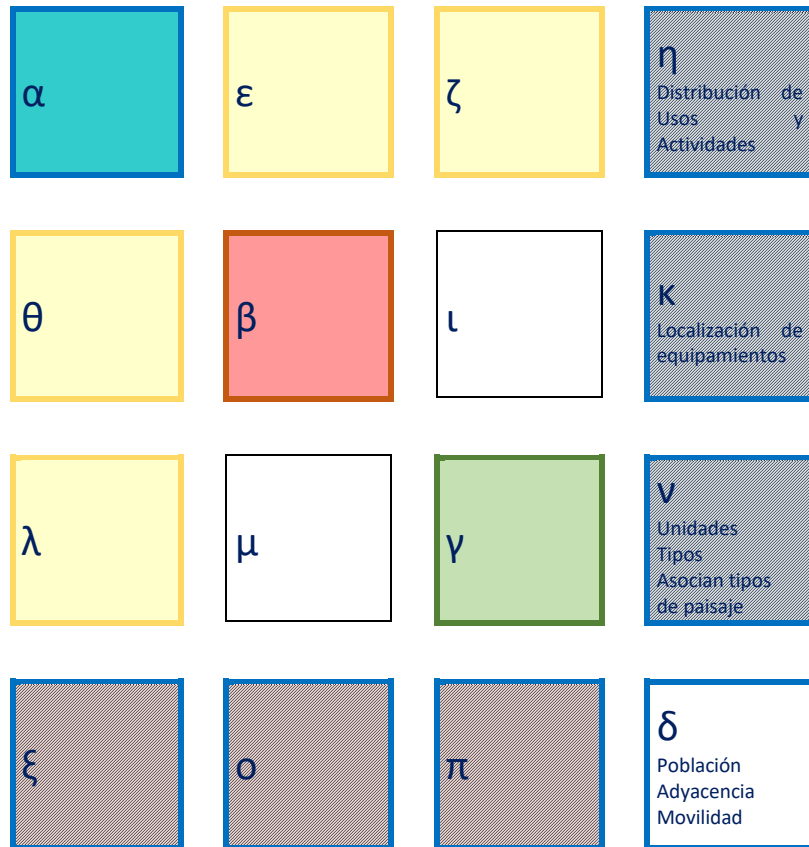


Fig 4.29 Matriz urbana. Elaboración propia

Por otra parte, las matrices $\xi, \omicron, \pi$, revelan la vulnerabilidad de cada uno de los vectores económicos, sociales y ambientales en cada una de las unidades censales para someter también al análisis con las herramientas anteriores.

Por lo tanto, las herramientas de análisis aquí descritas se aplicarán a los valores de las matrices espaciales (señaladas con borde azul en la Figura 4.29)

Más adelante se describirá el procedimiento para comprobar la subsanación de las vulnerabilidades y la repercusión que tiene sobre el conjunto de vectores que configuran el sistema urbano.

Representación gráfica

La representación gráfica geolocalizada de la población permite aplicar las herramientas de análisis señalados en el apartado 4.4.1 δ . Especialmente sobre densidad conectividad, accesibilidad, así como los diferentes algoritmos derivados de la teoría de grafos.

- (1) La delimitación de las secciones censales es realizada por el INE, a propuesta de los ayuntamientos, dividiendo la totalidad del término municipal de modo que cada una de ellas tenga un similar número de población y de electores, teniendo en cuenta que al menos hay una sección por municipio. El trazado de los límites se hizo inicialmente por digitalización de dichos ámbitos sobre la cartografía catastral, de forma que quedasen claramente incluidas en diferente sección cada uno de los edificios, viviendas o unidades estadísticas de todo el término municipal. La actualización del seccionado se realiza de forma continua por parte de las Delegaciones Provinciales del INE a propuesta de los ayuntamientos y se consolida al menos una vez al año
- (2) Estudios de movilidad de la población a partir de la telefonía móvil que el INE viene realizando desde 2019 con datos de posicionamiento de teléfonos móviles, que ofrecen información del desplazamiento de población entre las diferentes áreas de movilidad (más coincidentes con distritos censales que con secciones censales), sobre Movilidad cotidiana, Población de día y de noche y Movilidad estacional
https://www.ine.es/experimental/movilidad/experimental_em.htm
- (3) La referencia espacial por unidad censal o unidad censal está condicionada por la existencia de datos ajustadas a esas unidades, reconociendo que existe dificultad para evaluar aspectos relativos a identidad de barrios o áreas urbanas específicas.
- (4) Las ecuaciones del sistema de la derecha tienen la siguiente representación



$$X1 + a1 = X2 + b1$$

$$X3 + a2 = X1 + b2$$

$$X2 + a3 = X3 + b3$$

El sistema de ecuaciones permite calcular el efecto de las perturbaciones que se produzcan en el sistema.

$$X1 - X2 = b1 - a1$$

$$-X1 + X3 = b2 - a2$$

$$X2 - X3 = b3 - a3$$

Supongamos

$$a1 = 100; a2 = 200; a3 = 50$$

$$b1 = 150; b2 = 100; b3 = 100$$

Entonces

$$X1 - X2 = 50$$

$$-X1 + X3 = -100$$

$$X2 - X3 = 50$$

En forma matricial

$$\begin{array}{cccc} 1 & -1 & 0 & 50 \\ -1 & 0 & 1 & -100 \\ 0 & 1 & -1 & 50 \end{array}$$

Reduciendo valores se obtiene

$$\begin{array}{cccc} 1 & 0 & -1 & 100 \\ 0 & 1 & -1 & 50 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

Siendo $X3$ la variable independiente por lo que si el flujo de la calle se interrumpe $X3 = 0$ y

$$X1 - X3 = 100 \quad \square(\Rightarrow \pm) \quad X1 = 100 > 0$$

$$X2 - X3 = 50 \quad \square(\Rightarrow \pm) \quad X2 = 50 > 0$$

Al ser ambos > 0 se puede interrumpir el flujo de la calle c

https://www.youtube.com/watch?v=umeo_I92Gjc

- (5) The new Science of cities, capítulo 6 página 311. CAMBRIDGE, MA: THE MIT PRESS, 2013

En la ciudad, como en los casos de los organismos y los programas cibernéticos, existen “reglas de ensamblaje” a través de las cuales las partes cooperan para el buen funcionamiento del todo, hay una pequeña diferencia formal entre tales sistemas y el tejido urbano (inteligencia colectiva).

Carlos Arellano señala sobre Nikos Salingaros

4.4.2 FLUJOS BIPARTITOS

Al analizar los flujos existentes entre los elementos que pertenecen a diferentes vectores se obtendrán las matrices bipartitas. Estas matrices bipartitas describen las relaciones existentes entre los diferentes conjuntos. En este sentido, se considera necesario identificar las relaciones y los flujos existentes entre cada uno de los vectores con los restantes, para completar un sistema holístico urbano y territorial.

4.4.2.1 FLUJO ECONÓMICO_DERECHO_GASTO SOSTENIBLE ϵ

En este apartado se analiza la repercusión que tiene sobre el sistema el incremento de gasto destinado a cubrir la lesión del Derecho a la Ciudad en cualquiera de sus sectores. Las tablas Input Output incluyen los flujos de los sectores económicos así como el gasto de las instituciones, es decir administración y hogares (tipos de hogares). Los epígrafes de gasto de la Matriz Social por parte de las administraciones están destinados a los sectores que representan el Derecho a la Ciudad. (1)

La evaluación de la matriz de Derechos β incluye la Lesión del Derecho a la Ciudad. Los factores que determinan la lesión del derecho suelen estar relacionados con la inversión realizada por la administración competente en la satisfacción de ese derecho, aunque los aspectos subjetivos o políticos pueden afectar al desempeño del servicio.

La matriz ϵ nxm representa el flujo económico que existen entre los sectores económicos y el gasto de las administraciones en la satisfacción de los m elementos que integran el Derecho a la Ciudad definidos en la Carta Mundial. (2)

Ya se ha descrito que las ecuaciones de producción bruta X_i se pueden escribir

$$X_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} + Y_i \quad (4.6.1)$$

Siendo

X_i Producción bruta del sector i

Y_i demanda final del sector i

α_{ij} demanda intermedia (compra) del sector j al sector i que forman la matriz de demanda intermedia.

$$\alpha = \begin{vmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \cdot & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & \cdot & \alpha_{2n} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} & \cdot & \alpha_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \alpha_{n3} & \cdot & \alpha_{nn} \end{vmatrix}$$

Con la siguiente forma

$$\begin{vmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \cdot \\ X_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \cdot & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \cdot & \alpha_{2n} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \cdot & \alpha_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \cdot & \alpha_{nn} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ \cdot \\ 1 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \cdot \\ y_n \end{vmatrix}$$

Ahora se elabora la matriz de coeficientes técnicos

$$A_{ij} = \alpha_{ij} / X_j$$

Con lo que la ecuación pasa a tener la siguiente forma matricial

$$X = A X + Y \quad (4.6.2)$$

$$\begin{array}{c|c|c} \begin{array}{c} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \vdots \\ X_n \end{array} & = & \begin{array}{c|c|c|c|c|c|c|c} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{14} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{24} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{34} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & a_{m4} & a_{m4} & \dots & a_{mn} \end{array} \end{array} \quad \begin{array}{c|c|c} \begin{array}{c} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \vdots \\ X_n \end{array} & + & \begin{array}{c} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{array} \end{array}$$

Este sistema sirve para determinar el nivel de producción bruta que se requiere en cada sector para satisfacer la demanda final prevista para el periodo siguiente.

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (4.7)$$

El problema a resolver para subsanar la vulnerabilidad del derecho consiste satisfacer un aumento en la demanda final de ese derecho y conocer el efecto que tiene esa perturbación sobre el resto de sectores X_j para satisfacer ese derecho. Por tanto, si consideramos ϵ la matriz inversa de Leontiev (3)

$$\epsilon = (I - A)^{-1} \quad (4.37)$$

La vulneración de derechos a subsanar tendrá un efecto sobre el resto de valores que se calcula mediante la forma matricial ϵ

$$X = \epsilon Y \quad (4.38)$$

$$\epsilon = \begin{array}{c|c|c|c|c|c} \begin{array}{c} \epsilon_{11} \\ \epsilon_{21} \\ \epsilon_{31} \\ \vdots \\ \epsilon_{n1} \end{array} & \begin{array}{c} \epsilon_{12} \\ \epsilon_{22} \\ \epsilon_{32} \\ \vdots \\ \epsilon_{n2} \end{array} & \begin{array}{c} \epsilon_{13} \\ \epsilon_{23} \\ \epsilon_{33} \\ \vdots \\ \epsilon_{n3} \end{array} & \begin{array}{c} \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \end{array} & \begin{array}{c} \epsilon_{1m} \\ \epsilon_{2m} \\ \epsilon_{3m} \\ \vdots \\ \epsilon_{nm} \end{array} \end{array}$$

Para ello se expresa el de ecuaciones como una relación funcional entre la producción bruta y demanda final, siendo el vector X la variable dependiente y el vector Y la variable independiente, por lo que despejando el vector X de la ecuación anterior se obtiene,

Pero la demanda final Y_{t1} será el resultado de subsanar la vulnerabilidad existente en el momento de demanda inicial Y_{t0}

El flujo de gasto inyectado al sistema (exógenos interiores), provoca la perturbación calculada a través de la matriz inversa de Leontiev, cuyos elementos representan los multiplicadores en el total de la variable endógena ante perturbaciones en los gastos provocados por la demanda exógena de bienes y servicios del territorio (municipio) para la satisfacción de derechos de una cuenta j en el momento t

$$\Delta X = X_{t1} - X_{t0} = \epsilon(Y_{t1} - Y_{t0}) \quad (4.39)$$

Se obtiene la repercusión sobre el sistema que tiene el gasto total asignado a la unidad de derecho que se obtiene mediante la metodología similar a SAMEA (4.4.2.2) (4)

La vulnerabilidad se evalúa mediante la Estática Urbana que se refleja en la matriz β cuyos elementos β_{ij} son valores unitarios o coeficientes que representan las relaciones entre los valores absolutos y la unidad de referencia (población, número de viviendas,...). Cada uno de los derechos está incluido en el conjunto de los sectores económicos (el derecho a la vivienda está incluido en el sector de la construcción, por ejemplo) por lo que se puede calcular el efecto de arrastre que la subsanación de la vulnerabilidad del derecho β_{ii} va a provocar sobre la producción el conjunto de la economía α_{ij} tras la inyección económica en dicho sector.

La matriz β es una matriz $m \times n$ como resultado del conjunto de derechos relacionado con el conjunto de sectores económicos

$$\beta_i = \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \quad (4.40)$$

Siendo $1 \leq i \leq m$

Es necesario aclarar que la matriz ϵ es de dimensión $n \times n$, por tratarse de la matriz inversa de Leontiev que proviene de la matriz α . La matriz β por el contrario es una matriz $m \times m$ como resultado del conjunto de derechos.

- (1) Epígrafes de gasto de la Matriz Social de Andalucía 2016
Fabricación de productos farmacéuticos
Fabricación de otro material de transporte, excepto construcción naval
Otras industrias manufactureras
Construcción
Comercio al por mayor e intermediarios del comercio, excepto de vehículos de motor y motocicletas
Comercio al por menor, excepto de vehículos de motor y motocicletas
Transporte terrestre y por tuberías
Transporte marítimo y por vías navegables interiores. Transporte aéreo
Almacenamiento y actividades anexas al transporte
Servicios de comidas y bebidas
Actividades cinematográficas, de vídeo y de programas de televisión, grabación de sonido y edición musical; actividades de programación y emisión de radio y televisión
Actividades jurídicas y de contabilidad; actividades de las sedes centrales; actividades de consultoría de gestión empresarial
Actividades de agencias de viajes, operadores turísticos, servicios de reservas y actividades relacionadas con los mismos
Educación mercado
Educación no mercado
Actividades sanitarias mercado
Actividades sanitarias no mercado
Actividades de servicios sociales mercado
Actividades de servicios sociales no mercado
Actividades de creación, artísticas y espectáculos; actividades de bibliotecas, archivos, museos y otras actividades culturales; actividades de juegos de azar y apuestas
Actividades deportivas, recreativas y de entretenimiento
Actividades asociativas
- (2) Se han descrito 20 derechos civiles incluidos en la Carta Mundial, pero la inclusión de derechos en esta matriz depende de la voluntad y decisión de cada municipio o territorio
- (3) Calculadora de matrices
<https://matrixcalc.org/es/>
- (4) Es posible realizar el volcado de los datos extraídos de la matriz α en Netlogo vinculando el gasto en la promoción y construcción de vivienda (en este caso de vivienda pública) con los elementos vinculado al sector económico de la construcción. Además de reducir la desigualdad, el efecto multiplicador de la renta exógena (gasto_inversión) para la promoción de vivienda pública, cataliza un crecimiento de la renta endógena, es decir, el crecimiento del sector productivo.

Supongo a los hombres llegados al punto en que los obstáculos que impiden su conservación en el estado natural superan las fuerzas que cada individuo puede emplear para mantenerse en él. Entonces este estado primitivo no puede subsistir, y el género humano perecería si no cambiaba su manera de ser

Jean Jacques Rousseau. El Contrato social. Capítulo VI

4.4.2.2 FLUJO ECONÓMICO_AMBIENTAL SOSTENIBLE

ζ

Este apartado analiza el impacto de la actividad económica sobre el Medio Ambiente integrado por la litosfera, hidrosfera y atmósfera, atendiendo al consumo de recursos y a la producción de residuos, vertidos y emisiones.

El principio de Sostenibilidad Ambiental, es el resultado de la relación de los ciudadanos con su entorno, de forma variable en el tiempo, del grado de Ecología Urbana e Industrial, de la aplicación de políticas frente al Cambio Climático, entre otras.

Por todo ello, el derecho a disfrutar de un medio ambiente adecuado es un derecho subjetivo. Se puede afirmar que el derecho a disfrutar de un urbanismo equitativo y sostenible también se corresponde con el derecho subjetivo. Es por lo que tanto el principio de Sostenibilidad Ambiental y el principio de Sostenibilidad Social se definen anteriormente como un resultado que depende del comportamiento social en su conjunto. Estos dos principios requieren un análisis pormenorizado y diferenciado que requiere la evaluación transversal de la dimensión social, económica, política y espacial.

La ciudad es un sistema complejo que nace de la percepción que el hombre tiene acerca de las ventajas del esfuerzo comunitario organizado para defenderse y sobrevivir, que transita hacia un esfuerzo asociativo de reproducción de la cultura urbana. Se trata de la construcción de un concepto anclado en las dos sensaciones más primarias del ser humano, el miedo y el deseo.

Este sistema complejo que está formado principalmente por seres humanos que adquieren la condición de ciudadanos a través del Contrato Social y que se relacionan entre sí y con su entorno. Pero esta relación trasciende los límites del territorio sobre el que se asienta. El desarrollo de la tecnología y de los medios de comunicación ha conducido a la globalización por la que los endemismos sociales tienden a disolverse.

Los estudios abordan los análisis urbanísticos de las ciudades través de conjuntos de indicadores que representan cualidades de estos sistemas en condiciones de autarquía, valores propios del endemismo urbano como sistemas cerrados. Sin embargo, los análisis económicos presentan los valores internos sin excluir las referencias a las externalidades del sistema comprendiendo la realidad como un sistema complejo abierto. Las propias matrices input_output que analizan las relaciones entre los distintos sectores económicos incluyen valores relativos a dichas externalidades.

Ya se ha señalado que el principio de Sostenibilidad Ambiental, es el resultado de la relación de los ciudadanos con su entorno, de forma variable en el tiempo. Este concepto complejo va a depender del comportamiento de la ciudadanía en su conjunto. Es necesario por tanto analizar aquellos nodos que configuran la red del sistema urbano cerrado, contemplando que ese sistema forma parte de un sistema abierto con el que establecen relaciones de carácter social y ambiental de forma ampliada.

En 1989 se presentó una alternativa de evaluación económica basada en el PIB que añadía elementos de depreciación del capital natural y degradación

ambiental basada en los trabajos de W. Nordhaus y James Tobin contenidos en su Measure of Economic Welfare que se denomina Índice Bienestar Económico Sostenible IBES que se representa de la siguiente manera

$$IBES = (Cp+Cc-Cps-Ccs)+I+Pd-(\delta a+\delta nk) \tag{4.41}$$

donde

Cp	consumo privado o personal (sin contar los gastos en seguridad)
Cc	consumo o gasto público pero sin incluir los gastos militares y de seguridad
Cps, Ccs	consumo privado en seguridad_ gasto público o consumo colectivo en seguridad Nacional
Pd	valor de los servicios producidos y consumidos en el propio hogar
I	formación bruta de capital o inversión
$\delta a, \delta nk$	coste de degradación ambiental_depreciación del capital natural.

Este índice sintético está formulado por la adición de elementos genéricos y diversos relacionados con la renta, la seguridad y el medioambiente, que responde a la preocupación por los efectos que las actividades humanas tienen sobre el entorno.

A continuación se desarrolla un método que permite vincular la actividad económica con los impactos ambientales relacionados con la generación de residuos y gases, con el consumo de agua y la ocupación de suelo, así como cualquier otro elemento que configura el entorno ambiental de una ciudad o un territorio.

Ecología Urbana

La ecología es la rama de la biología que estudia las relaciones de los seres vivos con su hábitat, es decir las mutuas influencias y condicionantes entre el ser vivo y el entorno en el que se desenvuelve. Estas relaciones no son estables y está comprobado que una pequeña perturbación de cualquier elemento puede suponer una alteración sustancial del ecosistema.

El ecosistema urbano y territorial está formado por el conjunto de individuos, de elementos y de actividades que se producen en el mismo, así como las relaciones que se producen con agentes externos al mismo. Ya se han enunciado que las dimensiones que configuran el sistema urbano y territorial son sociales, económicas, políticas y espaciales.

Con el objeto de analizar la Ecología Urbana de forma agregada, se identifican los diferentes comportamientos de cada una de las dimensiones.

En primer lugar, se puede identificar el grado de ecología industrial de la actividad económica urbana, el grado de extracción y consumo de recursos, la contaminación y la reutilización de los residuos.

En segundo lugar, el grado de ecología social que corresponde a los hábitos de la ciudadanía, analizando el consumo responsable, el comercio justo, el gasto hídrico y energético, la generación de gases y residuos, así como el grado de reciclado de los productos consumidos.

En tercer lugar, las políticas en materia de medioambiente que consisten no solo en la aprobación de leyes que establecen conjuntos de determinaciones que afectan a las actividades económicas y sociales, sino en la asignación de presupuestos públicos y privados para reducir el impacto dichas actividades sobre el medioambiente y su influencia sobre el Cambio Climático.

En cuarto lugar, el balance de los recursos espaciales disponibles, espacios naturales, recursos hídricos, sumideros de carbono, capaces de reducir el impacto de las actividades anteriores.

La sostenibilidad ambiental se puede representar con la siguiente forma matricial en donde ζ_{ij} representa los valores de las dimensiones de Ecología Urbana

$$\zeta = \begin{vmatrix} \zeta_{11} & \zeta_{12} & \zeta_{13} \\ \zeta_{21} & \zeta_{22} & \zeta_{23} \\ \zeta_{31} & \zeta_{32} & \zeta_{33} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \zeta_{n1} & \zeta_{n2} & \zeta_{n3} \end{vmatrix}$$

La primera columna representa el consumo de suelo; la segunda representa el consumo de agua y la tercera representa la emisión de GEI de cada sector económico o institucional. Las filas están relacionadas con cada una de las actividades económicas incluida la actividad doméstica de los hogares.

Los diferentes subniveles podrán representar un número superior de valores, dependiendo del interés detallado que requiera el estudio.

Ecología Industrial

La ecología industrial es un modelo industrial alternativo que cumple criterios de economía circular y/o economía azul (1) que tiene los siguientes ejes principales:

- a. Reiteración de los ciclos de vida de las materias y recursos y minimizar las emisiones disipativas que dispersen contaminantes en el medio ambiente
- b. Desmaterialización de los productos y de las actividades económicas (Economía baja en carbono)
- c. Descarbonatación energética
- d. Combinación de análisis sectoriales mediante procesos integradores
- e. Consumo justo
- f. Reducción de consumo de recursos naturales

El método de evaluación del impacto ambiental de la actividad económica de la Mecánica Urbana adopta el criterio basado en matrices input_output.(2) para analizar la eficiencia económica y ambiental

integrada de una economía, en coherencia con la aplicación de análisis económico por sectores aplicada anteriormente.

La adopción de un sistema híbrido de integración de las cuentas ambientales y las cuentas económicas para evaluar el impacto de la economía en el medioambiente está en la línea de los métodos de evaluación oficiales a nivel europeo y nacional desde la última década del siglo pasado. Se puede también afirmar que es coherente con los acuerdos de COP21 o cumbre de París cuya preocupación por las emisiones está vinculada a la actividad productiva y al consumo. En términos territoriales o municipales, se puede establecer la relación entre la actividad económica y el impacto ambiental (consumo de recursos, emisión de gases y residuos) siempre que se disponga de la información adecuada para analizar las relaciones entre ambos campos. Es necesario aclarar que dicha información, comenzando por la elaboración de matrices económicas input_output tiene un alcance que depende de la frecuencia en la elaboración de matrices que debe ser mejorada, debiendo alcanzar al ámbito de término municipal, comarca o provincia.

En 4.4.1.3 Ya se describió la matriz ambiental y

SAMEA	Economía Nacional	Economía Resto Mundo	Medio Ambiente Nacional	Medio Ambiente Resto Mundo
Economía Nacional	SAM Flujos de productos, distribución ingreso y estructura gastos de sectores industriales		Emisiones residentes	Emisiones residentes Resto Mundo
Economía Resto Mundo			Emisiones no residentes	
Medio Ambiente Nacional	Inputs recursos naturales	Recursos naturales exportados		
Medio Ambiente Resto Mundo	Inputs medioambientales importados			
Residuos Economía Nacional	Residuos reabsorbidos_ tratados			Flujos salida residuos Resto Mundo
Residuos Economía Resto Mundo	Residuos reabsorbidos_ tratados		Flujos entrada residuos Resto Mundo	

Fif. 4.30 SAMEA. Fuente: Morilla (2004)

A través de las matrices input_output se obtienen un modelo multisectorial ecoambiental de funcionamiento integrado de la economía y el medio ambiente para calcular los multiplicadores asociados

En la vertiente económica se obtiene el total de ingresos de cada sector que proceden de cuentas endógenas o exógenas. Se consideran endógenas aquellas variables propias de la actividad económica y productiva, incluida la inversión. Se consideran exógenas las variables externas a la cadena productiva interna como la administración o el sector exterior, ajenos al control del sistema económico nacional.

En la vertiente ambiental se integra la información correspondiente a las cuentas medioambientales (consideradas con carácter endógeno). Por filas se incluyen los inputs medioambientales consumidos como recursos y, por columnas, las emisiones y vertidos contaminantes a la naturaleza

De forma matricial

$$\alpha_m = \alpha_{mm} i_m + X m k i_k \quad (4.42)$$

donde i es una matriz ($m \times 1$) de valores unitarios.

Se comprueba que α_m y α_{mm} coinciden con los elementos correspondientes del análisis de 4.4.2.1 Flujo económico_derecho_gasto sostenible ϵ .

		SAM		EA
		Cuentas Endógenas (m)	Cuentas exógenas (k)	Totales
				Cuentas endógenas medioambientales (v)
S A M	Cuentas Endógenas (m)	α_{mm}	X_{mk}	α_m
	Cuentas exógenas (k)	X_{km}	X_{kk}	X_k
	Totales	α_m	X_k	-
	Cuentas endógenas medioambientales (r)	R_m	-	R_r

Fig. 4.31 División de SAMEA en cuentas endógenas y exógenas En sombreado y negrita las cuentas endógenas. Aparece recuadrada la parte de la SAM monetaria. Fuente: Morilla y Llanes (2004 b)

Dividiendo las transacciones monetarias de la matriz SAM por los totales de outputs, se obtiene la matriz de propensiones medias a gastar en el interior A cuyo elemento característico a_{ij} , representa la proporción del gasto total de la cuenta j que se destina a la cuenta i

$$A_{mm} = \alpha_{mm} \hat{\alpha}_m^{-1}$$

Siendo $\hat{\alpha}_m$ una matriz diagonal, por tanto

$$\alpha_m = A_{mm} \alpha_m + X_{mk} \quad ik$$

$$\alpha_m - A_{mm} \alpha_m = X_{mk} \quad ik$$

$$\alpha_m (I - A_{mm}) = X_{mk} \quad ik$$

$$\alpha_m = (I - A_{mm})^{-1} X_{mk} \quad ik = \varepsilon_{mm} X_{mk} \quad ik = \varepsilon_{mm} Z_m \quad (4.25)$$

siendo

$$Z_m = \sum_{j=1}^k X_{mj} \quad (4.43)$$

los flujos exógenos interiores y ε la matriz de multiplicadores cuyos elementos ε_{ij} representan los multiplicadores en el total de la variable endógena α_i ante perturbaciones en los gastos provocados por la demanda exógena de bienes y servicios del territorio (municipio) de una cuenta j Se pretende obtener la repercusión de la actividad de cada sector económico, y renta familiar en su caso, en términos monetarios (por ejemplo 1 M€) sobre el medioambiente en términos de consumo de

recursos, incluso consumo de suelo, consumos hídricos o generación de residuos y gases, de cada sector económico. Los coeficientes técnicos de unidades físicas / unidades monetarias se obtienen de la siguiente forma:

- a. Coeficientes técnicos de captación de recursos ambientales $R2m$
Cociente entre recursos afectados en litosfera (suelo), hidrosfera (agua) y atmosfera (energía) de cada sector económico o institucional (hogares) en unidades físicas y el output total de cada sector o empleos en unidades monetarias.

$$R2m = \widehat{Rm} \alpha mm^{-1} im \quad (4.44)$$

siendo $\widehat{Rm}$ la matriz de recursos ambientales diagonalizada e im la matriz (mx1) de vector unitario

- b. Coeficientes técnicos de emisión_vertidos ambientales $R3m$
Cociente entre emisión_vertido de cada sector económico o institucional (hogares) en unidades físicas y el output total de cada sector o empleos en unidades monetarias.

$$R3m = \widehat{Vm} Ymm^{-1} im \quad (4.45)$$

siendo $\widehat{Vm}$ la matriz de emisión_vertido ambiental e im la matriz (mx1) de vector unitario

Por tanto, como

$$\alpha m = \varepsilon mm Zm = (I - Amm)^{-1} Zm \quad (4.46)$$

Se sigue que

$$\widehat{Rm} = \widehat{R1m} (I - Amm)^{-1} Zm = \zeta^m mm Zm \quad (4.47)$$

$$\widehat{Rv} = \widehat{R2m} (I - Amm)^{-1} Zm = \zeta^v mm Zm \quad (4.48)$$

Siendo

$\varepsilon mm = (I - Amm)^{-1}$ Matriz de multiplicadores domésticos (inversa de Leontiev)

$\zeta m2 = R2m (I - Amm)^{-1}$ Multiplicadores de captación de recursos mij . Muestra la variación de captación de recursos ambientales de cada rama de actividad j ante perturbaciones unitarias i en las variables exógenas z

$\zeta m3 = R3m (I - Amm)^{-1}$ Multiplicadores de emisiones mij . Muestra la variación de emisiones_vertidos de cada rama de actividad j ante perturbaciones unitarias i de variables exógenas

Adicionalmente se calcula

$\zeta m1 = R1m (I - Amm)^{-1}$ Multiplicadores de recurso de suelo mij . Muestra la variación de recursos de suelo de cada rama de actividad j

ante perturbaciones unitarias i de variables exógenas

Complementariamente, el equipo de Morilla señala los diferentes efectos que la actividad económica de cada sector tiene sobre el medioambiente a lo largo de las repercusiones de su ciclo productivo sobre otras actividades del sistema productivo.

Efectos característicos, derivados del proceso de fabricación de cada bien o servicio M€/TCO2e

Efectos directos, la repercusión de los diferentes sectores o inputs intermedios que permiten la producción del bien o servicio de un sector, que provocan un impacto en el medioambiente

Efectos indirectos, la repercusión de inputs en otros sectores para satisfacer los requerimientos de los inputs de sectores directamente afectados, que también tienen repercusión medioambiental.

Efectos inducidos, derivados de la generación de riqueza que supone la producción sobre el flujo circular desde la renta de los factores de producción hacia el gasto de los sectores institucionales (hogares y administración) y al propio proceso productivo y al medio ambiente.

Por todo ello, es necesario analizar el conjunto de efectos señalados para evaluar la eficiencia de la economía en relación con el impacto económico y ambiental de las actividades económicas del municipio o del territorio.

RAMAS DE ACTIVIDAD HOMOGÉNEAS	EFFECTOS EN LA PRODUCCIÓN (millones de € por millón producido)	EFFECTOS EN LA EMISIÓN DE GEI (milés de kg de CO2 por millón € producido)		EFFECTOS EN LOS CONSUMOS DE AGUA (milés de m3 por millón € producido)	
	Efectos totales	Coefficiente directo	Efectos totales	Coefficiente directo	Efectos totales
AA Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	3.25	1.618	2.628	71.2	87.3
BB Pesca	3.12	1.284	2.834	11	30
CA Construcción de productos energéticos	3.08	1.478	2.448	39	110
CB Construcción de otros minerales	3.14	300	1.200	33	111
DE Cervecerías, refinos y combustibles nucleares	1.88	962	1.203	8	27
EE Energía eléctrica, gas y agua	2.80	3.721	4.761	286	366
FA Alimentación, bebidas y tabaco	3.06	73	1.645	7	361
FB Industria textil y de la confección	2.76	36	772	8	82
FC Industria del cuero y del calzado	3.38	28	788	1	72
FD Industria de la madera y el mueble	3.00	68	818	8	90
FE Papel, edición y otros gráficos	2.88	291	1.080	11	34
FG Industria química	2.39	497	1.172	28	72
GH Industria del caucho y materias plásticas	2.39	32	611	5	36
GI Otros productos minerales no metálicos	3.24	2.188	3.288	3	70
DJ Metalurgia y productos metálicos	2.98	404	1.280	6	60
DK Maquinaria y equipo mecánico	2.90	32	762	1	56
DL Equipo eléctrico, electrónico y óptico	3.42	25	964	3	70
DM Fabricación de material de transporte	2.37	24	546	1	48
DN Industrias metalúrgicas diversas	3.07	97	823	6	60
FO Construcción	3.31	34	1.036	3	68
GC Comercio y reparación de vehículos	3.05	48	813	5	60
HH Hotelería	3.28	16	864	7	136
I Transporte y comunicaciones	2.91	286	1.080	10	60
JJ Intermediación financiera	4.81	6	526	10	71
KK Inmobiliarias y servicios empresariales	2.87	4	714	3	63
LL Administración pública	2.89	18	772	3	70
NN Educación	2.89	17	763	8	68
OO Salud y servicios sociales	2.34	38	796	10	62
OP Otras actividades sociales y servicios	3.06	538	1.347	33	181
PP Hogares que emplean personal doméstico	2.37	-	726	10	70
Media económica	3.03	271	1.291	40	121

Fig 4.32. Efectos económicos y ambientales en la producción, en la generación de consumo de agua y emisiones GEI. Fuente Morilla et al

El efecto total será la suma de los 4 efectos pormenorizados

$\zeta_s = \text{Efecto característico} + \text{Efecto directo} + \text{Efecto indirecto} + \text{Efecto inducido}$

$$M_s = I + A + (M_t - I - A) + (M_s - M_t) \quad (4.49)$$

Así, las matrices de multiplicadores domésticos de recursos y vertidos serán

$$\zeta_{m2} = \widehat{R2m}I + \widehat{R2m}A + \widehat{R2m}(M_t - I - A) + \widehat{R2m}(M_s - M_t) \quad (4.50)$$

$$\zeta_{m3} = \widehat{R3m}I + \widehat{R3m}A + \widehat{R3m}(M_t - I - A) + \widehat{R3m}(M_s - M_t) \quad (4.51)$$

Que muestran las repercusiones ambientales en cada fase del proceso productivo del bien o servicio, siendo

I Matriz de impactos económicos de las n actividades económicas

A Matriz de coeficientes SAM de las n actividades económicas que mide los consumos intermedios de cada actividad productiva por unidad de consumo (calculado según Leontiev)

Mt Matriz de multiplicadores interiores de una TSIOMA, Tabla Simétrica Input_Output Medioambiental, que mide el efecto característico directo e indirecto de la de cada actividad en la producción, siguiendo el modelo de Leontiev Ms Matriz de multiplicadores domésticos SAMEA que mide el efecto de cada actividad en la producción

Adicionalmente

$$Z_{m1} = \widehat{R1m}I + \widehat{R1m}A + \widehat{R1m}(M_t - I - A) + \widehat{R1m}(M_s - M_t) \quad (4.52)$$

La Figura 4.33 muestra los coeficientes asociados a los efectos característicos, directos, indirectos, inducidos de cada actividad económica en emisiones de gases y en consumo de agua. Complementariamente, existen en algunos casos indicadores que permiten evaluar la ecología industrial del municipio o del territorio, de forma sintética GEI/M, resultante de dividir unidades físicas por unidades monetarias. (3). La Figura 4.32 muestra Efectos característicos, directos, indirectos e inducidos de las actividades económicas en la producción, en las emisiones de gases y en el consumo de agua. La Figura 4.31 muestra la eficiencia de emisiones de producción y de consumo de agua.

El propósito de analizar la eficiencia de la actividad económica en relación con el impacto ambiental en materia de generación de residuos, emisiones y consumo de recursos del municipio así como el impacto sobre empleo y ocupación de suelo, ofrece la oportunidad de adoptar medidas correctoras con alcance territorial y estratégico que permita potenciar el crecimiento económico impulsando sectores con una alta capacidad de generar valor. Los autores señalan que esta estrategia es compatible con otra que propicie cambios estructurales que mejoren la eficiencia medioambiental de la economía en su conjunto sin que cause perturbaciones económicas relevantes, acompañando con medidas de impulso de ramas de actividad claves en lo económico que contribuyan además al desarrollo económico sostenible, evaluado de forma científica. Este método de cálculo permite conocer de forma pormenorizada la repercusión que la actividad económica tiene sobre los recursos disponibles en el municipio y/o el

RAMAS DE ACTIVIDAD HOMOGÉNEAS	EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN (millones de € por millón € producido)					EFECTOS EN LAS EMISIONES GAS (milés de toneladas CO ₂ por millón € producido)					EFECTOS EN LOS CONSUMOS DE AGUA (milés de m ³ por millón € producido)				
	Efectos totales	Efecto característico	Efectos directos	Efectos indirectos	Efectos inducidos	Efectos totales	Efecto característico	Efectos directos	Efectos indirectos	Efectos inducidos	Efectos totales	Efecto característico	Efectos directos	Efectos indirectos	Efectos inducidos
AA. Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	3,23	1	0,38	0,32	1,53	3,628	1,695	244	204	279	873	712	60	49	52
BB. Pesca	3,12	1	0,37	0,23	1,53	3,094	1,264	145	105	279	88	11	7	17	53
CA. Extracción de combustibles sólidos	3,08	1	0,29	0,17	1,62	3,440	1,470	272	23	119	118	39	16	5	57
CE. Extracción de otros minerales	3,14	1	0,47	0,23	1,62	1,299	200	418	128	236	112	33	22	7	50
EF. Combustión, refino y transformación nucleares	1,49	1	0,13	0,03	0,31	1,323	942	105	26	159	27	3	6	1	17
EE. Energía eléctrica, gas y agua	2,80	1	0,21	0,17	1,43	4,761	3,721	411	85	231	366	286	25	6	49
FA. Alimentación, bebidas y tabaco	3,06	1	0,72	0,28	1,06	1,645	73	980	370	222	361	7	204	93	58
FB. Industria textil y de la confección	2,76	1	0,48	0,25	1,12	775	96	153	102	426	82	8	23	12	40
DC. Industria del cuero y del calzado	3,50	1	0,57	0,54	1,14	798	39	90	178	471	72	1	7	24	40
DD. Industria de la madera y el corcho	3,10	1	0,47	0,28	1,23	810	89	163	122	464	90	3	28	15	43
DE. Papel, edición y otros gráficos	3,88	1	0,44	0,28	3,15	1,968	201	209	134	424	84	11	20	12	40
DO. Industria química	2,59	1	0,48	0,22	0,97	1,172	497	203	105	368	72	20	10	8	34
DI. Industria del caucho y materias plásticas	2,39	1	0,28	0,14	0,97	611	53	138	66	367	56	5	11	5	34
IE. Otros productos minerales no metálicos	3,24	1	0,52	0,31	1,42	3,200	2,100	406	166	236	78	2	17	9	50
II. Metalurgia y productos metálicos	2,86	1	0,48	0,20	1,20	1,349	434	263	149	453	69	6	12	8	42
DE. Maquinaria y equipo mecánico	2,80	1	0,41	0,28	1,21	782	52	143	128	463	56	1	5	7	43
EA. Equipos eléctricos, electrónicos y ópticos	3,42	1	0,51	0,41	1,40	954	27	225	183	239	78	2	14	12	50
IB. Fabricación de material de transporte	2,37	1	0,34	0,21	0,82	540	34	113	97	311	40	1	5	6	29
IE. Industrias manufactureras diversas	3,47	1	0,49	0,22	1,25	823	97	121	130	475	68	6	6	12	44
EE. Construcción	3,21	1	0,52	0,29	1,41	1,026	34	289	201	232	68	3	5	10	50
CC. Comercio y reparación de vehículos	3,05	1	0,33	0,17	1,55	813	45	107	67	291	68	3	6	4	55
BB. Hostelería	3,28	1	0,37	0,28	1,63	924	16	171	226	279	136	7	16	59	53
II. Transporte y comunicaciones	2,81	1	0,29	0,18	1,47	1,068	388	99	62	232	60	0	3	5	51
FI. Intermediación financiera	4,81	1	0,81	1,44	1,25	829	6	66	222	236	71	0	4	15	52
EE. Actividades y servicios empresariales	2,87	1	0,24	0,17	1,56	714	4	34	71	298	63	2	3	4	54
EE. Administración pública	2,89	1	0,20	0,11	1,57	772	15	103	52	298	70	2	7	4	57
EE. Educación	2,89	1	0,11	0,04	1,74	783	17	38	31	299	69	0	4	3	63
EE. Sanidad y servicios sociales	2,74	1	0,17	0,10	1,47	746	30	62	47	262	63	0	4	5	53
EE. Otras actividades sociales y culturales	3,08	1	0,33	0,13	1,55	1,347	530	144	76	296	101	32	9	5	55
EE. Hogares que emplean personal doméstico	2,37	1	-	-	1,37	726	-	-	-	726	70	0	-	-	70
Media económica	3,03	1	0,28	0,28	1,36	1,291	471	183	121	212	121	40	19	14	48

Fig. 4.33 Efectos característicos, directos, indirectos e inducidos de las actividades económicas en la producción, en las emisiones de gases y en el consumo de agua Fuente Morilla et al

RAMAS DE ACTIVIDADES HOMOGÉNEAS	EFICIENCIA EMISIONES DE PRODUCCIÓN (valor de la CO ₂ por millón €)					EFICIENCIA CONSUMOS DE AGUA PRODUCCIÓN (valor de m ³ de agua por millón €)				
	eficiencia total	eficiencia económica	eficiencia ambiental	eficiencia social	eficiencia tecnológica	eficiencia total	eficiencia económica	eficiencia ambiental	eficiencia social	eficiencia tecnológica
A.A. Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	889	1.403	644	636	238	288	712	177	134	23.8
B.B. Pesca	671	1.264	341	184	335	28	11	31	76	34.7
C.A. Extracción de productos minerales	792	1.270	927	941	979	38	39	56	28	25.6
C.B. Extracción de otros minerales	415	230	979	919	236	38	33	48	28	34.2
D.F. Construcción, refinería y metalurgia no ferrosa	793	862	990	940	273	18	3	48	28	34.1
E.I. Energía eléctrica, gas y agua	1.048	1.721	1.238	964	233	136	286	81	36	34.2
D.A. Alimentación, bebidas y tabaco	418	73	889	889	233	81	7	284	179	34.7
D.B. Industria textil y de la confección	281	86	281	418	284	38	8	97	49	25.8
D.C. Industria del caucho y del plástico	233	79	183	328	279	23	1	11	48	25.8
D.D. Industria de la madera y el corcho	273	69	342	484	278	38	3	48	48	25.8
D.E. Papel, edición y otros gráficos	273	281	473	189	278	28	11	48	48	25.8
D.G. Industria química	122	497	210	172	278	28	28	23	28	25.8
D.H. Industria del caucho y productos plásticos	233	79	442	187	279	21	5	48	28	25.8
I.E. Otros productos minerales no metálicos	968	1.186	786	911	237	24	2	23	28	27.1
D.F. Metalurgia y productos metálicos	628	454	686	188	278	23	8	28	27	28.8
D.G. Maquinaria y equipo metálico	281	73	344	184	284	18	1	11	27	28.8
D.H. Equipo eléctrico, electrónico y óptico	281	28	271	188	279	23	2	23	28	28.8
D.H. Fabricación de material de transporte	233	24	329	183	279	17	1	13	27	28.8
D.H. Industrias transformadoras diversas	281	97	242	413	279	22	6	13	28	28.8
F.F. Construcción	313	34	218	217	279	23	3	16	28	28.8
G.C. Comercio y reparación de vehículos	268	48	232	386	273	22	3	19	27	28.7
H.B. Hostelería	201	16	416	187	274	42	7	44	188	34.4
H. Transporte y comunicaciones	267	237	342	381	278	23	8	11	28	28.8
I.E. Remediación ambiental	173	8	21	138	288	12	0	7	1	28.7
K.E. Remediación y residuos orgánicos	248	4	222	133	274	21	2	14	24	24.8
L.L. Administración pública	267	18	282	189	282	24	2	23	28	28.8
M.H. Educación	281	17	318	187	282	24	8	23	48	28.8
T.B. Salud y servicios sociales	233	30	388	177	282	23	8	24	23	28.8
O.O. Otros servicios sociales y residenciales	111	278	-	138	279	31	22	-	28	28.8
P.F. Hogares que emplean personal doméstico	233	-	-	-	287	24	8	-	-	27.8
México promedio	428	871	484	619	279	48	48	49	29	28.6

Fig. 4.34 Eficiencia de emisiones de producción y de consumo de agua Fuente Morilla et al

territorio, así como los impactos sobre el ambiente por la generación de residuos y vertidos, además de permitir evaluar la atenuación de los mismos debido a las medidas adoptadas por la implantación de sumideros de carbono y las inversiones.

Morilla et al obtienen interesantes conclusiones al analizar los resultados de la Figura 4.32. En primer lugar, que el proceso productivo del sector primario es muy poco contaminante pero es el sector más contaminante si se tiene en cuenta todo el ciclo económico de producción y consumo.

En segundo lugar, la repercusión importante de los efectos inducidos y característicos que provocan el 75% del total (media 40+35 %)

En tercer lugar, la repercusión de las actividades del sector primario e industrial presentan mayores efectos directos e indirectos y las relacionadas con servicios aumentan los efectos inducidos.

Por otro lado la Figura 4.34 permite analizar la eficiencia económica y ambiental a lo largo del ciclo productivo relacionado con el efecto económico que genera (en negrita y sombreado las actividades más ineficientes). De esta manera se pueden adoptar medidas que fomenten aquellas actividades que generen mayor valor económico con menor impacto ambiental.

Así se observa que los productos agrarios y pesqueros, la energía eléctrica, otros productos no metálicos y refino de petróleo así como productos químicos, otras actividades de servicios y productos metálicos generan menor producción en la economía en relación con el impacto ambiental

En relación con el consumo de agua, los productos agrarios y agroalimentarios así como la energía eléctrica y la hostelería son los más ineficientes.

La matriz ambiental Υ está formada por litosfera, hidrosfera y atmosfera. El análisis sobre consumo de agua y emisión de gases debe completarse con el consumo de suelo, tomando como referencia la superficie de suelo destinada a cada actividad económica, tanto en el municipio (dato endógeno) como en otros municipios de referencia (dato exógeno) en relación con el efecto económico de la actividad que desarrolla. Por tanto, la sostenibilidad ambiental del sistema urbano se puede representar con la siguiente forma matricial en donde ζ_{ij} representa los valores de la eficiencia ecológica

$$\zeta = \begin{vmatrix} \zeta_{11} & \zeta_{12} & \zeta_{13} \\ \zeta_{21} & \zeta_{22} & \zeta_{23} \\ \zeta_{31} & \zeta_{32} & \zeta_{33} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \zeta_{n1} & \zeta_{n2} & \zeta_{n3} \end{vmatrix}$$

Donde ζ_{ij} es el valor de eficiencia ambiental de la actividad económica i , incluyendo la actividad de los hogares y unidades de consumo, del vector j , siendo

- $j=1$ consumo de suelo o litosfera en $\text{Ha}/\text{M€}$
- $j=2$ consumo de agua o hidrosfera en $\text{Dm}^3/\text{M€}$
- $j=3$ generación de GEI en $\text{KtCO}_2\text{e}/\text{M€}$

- (1) Blue Economy Gunter Pauli.(2010)
- (2) Matriz de Contabilidad Social de Andalucía para 2008. Análisis y explotación mediante modelos económicos multisectoriales. Cardenete,Mainar,Fuentes,Rodriguez(2014)
<https://idus.us.es/handle/11441/81860>
 Multiplicadores domésticos “SAMEA” en un modelo multisectorial económico y ambiental de España Morilla,Cardenete,Linares
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/133868/Multiplicadores%20dom%20c3%a9sticos%20SAMEA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 La SAMEA y la eficiencia económica y ambiental en España. Morilla,Llanes,cardenete
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/84074/Art%20c3%a9culo-LaSAMEAYLaEficienciaEconomicayAmbientalenEspana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (3) <https://ws041.juntadeandalucia.es/pentaho/api/repos/%3Apublic%3AHDCM%3AHdCM.wcdf/generatedContent>
 Este enlace ofrece los datos de Consumo Eléctrico, Agricultura, Ganadería, Transportes, Aguas Residuales, Gases Fluorados, Instalaciones Fijas, Residuos en t CO 2-eq por municipios de Andalucía Recientemente se ha publicado en informe ESTIMACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DE UNA PROMOCIÓN RESIDENCIAL Pascual Fernández Martínez Julián Pérez García que incluye análisis pormenorizados de la huella verde, azul y gris de los sectores productivos.
https://eventos.uam.es/_files/_event/_33229/_editorFiles/file/Informe_ViaCelere_HH.pdf

CNAE	Descripción	Valor bruto añadido	Valor añadido a precios de mercado	Consumo intermedio
43-49	Construcción	5.244	5.059	1.994
50-52	Industrias de seguridad e investigación, servicios a edificios y actividades de jardinería, actividades administrativas de oficina y servicios a los comercios	1.231	146	240
71	Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería, ensayos y análisis técnicos	1.231	143	243
40	Conexión al gas natural e hidrocarburos, suministro eléctrico de redes y redes de datos	5.429	239	237
77	Actividades de alquiler	5.899	173	206
74-75	Otras actividades profesionales, científicas y técnicas, actividades relacionadas	1.231	127	187
26	Fabricación de productos textiles, excepto trapero y equipo	5.244	737	127
33	Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado	1.242	94	52
41	Conexión al gas natural, suministro de redes de redes y redes de datos	5.235	10	23
32	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	5.235	622	19
69-70	Actividades jurídicas y de contabilidad, actividades de las aulas centrales, consultoría de gestión empresarial	1.231	9	19
49	Transporte terrestre y por tubería	5.244	57	13
28	Fabricación de maquinaria y equipo	5.235	127	7
35	Industria de la madera y el corcho, excepto muebles, cestería y espartería	5.235	362	3
33	Fabricación de productos de caucho y plástico	5.149	10	3
57-59	Regadío e instalaciones de aguas residuales, energía, tratamiento y almacenamiento de residuos, actividades de almacenamiento y otros servicios de gestión de residuos	5.235	94	0
38	Actividades de reparación de equipos, productos	5.235	3	0
36	Explotación, depuración y distribución de agua	5.211	4	0

4.4.2.3 FLUJO ECONÓMICO_ESPACIAL SOSTENIBLE η

Este apartado analiza la distribución espacial de la actividad económica en el territorio atendiendo a distintos factores. El impacto de la economía estatal y sectorial afecta a la economía municipal, entendida esta como un sistema abierto en el que también se detectan relaciones de adyacencia con territorios aledaños. Por otra parte, se puede analizar la economía del municipio como un sistema cerrado en el que además de existir impactos entre secciones o distritos censales diferentes, también se debe evaluar la movilidad, la conectividad, la accesibilidad y la isocronía de las diferentes áreas económicas y sectores económicos, identificando esos patrones de localización, agrupaciones y concentraciones en el ámbito estrictamente municipal.

Es compartido que la distribución espacial de la actividad económica presenta un alto grado de inercia en su tendencia de localización, provocando la generación de agrupaciones y clústeres en los diferentes niveles territoriales, aspecto que desde la investigación económica se intenta desvelar empíricamente identificando la existencia de patrones vinculados a los desequilibrios regionales. Estos flujos son analizados desde el punto de vista espacial, pero también desde el punto de vista temporal ya que se ha observado un patrón de desarrollo desequilibrado que tiende a disolverse con el tiempo. Esta circunstancia también provoca cierta espacialización y competitividad territorial, con sus ventajas e inconvenientes. Pero también se produce la paradoja que en la época del desarrollo digital y el impulso a la implantación del teletrabajo, se producen movimientos migratorios de sectores laborales cualificados desde las

provincias hacia las metrópolis, reproduciendo el movimiento por el que en el siglo XX la población se desplazaba del campo a la ciudad. Esta migración a la metrópoli provoca una concentración de las rentas salariales en polos urbanos con mayor densidad demográfica, que conlleva una saturación de las infraestructuras y servicios de la metrópoli acompañado de una infrautilización de las infraestructuras y servicios de las ciudades que pierden población, con un bajo nivel de actividad laboral y económica.

Uso del Suelo de Actividades Económicas

P. Krugman en *Increasing Returns and Economic Geography* (1) desarrolla un modelo simple que muestra cómo un país puede diferenciarse endógenamente en un "núcleo" industrializado y una "periferia" agrícola, con el objeto de estimular la investigación sobre economía regional y geografía económica.

Señala que las empresas manufactureras tienden a ubicarse en la región con mayor demanda para lograr economías de escala mientras minimizan los costos de transporte, pero que la ubicación de la demanda en sí depende de la distribución de la fabricación. Es por lo que existe un patrón centro-periferia que depende de los costos de transporte, de las economías de escala, y de la participación de la manufactura en el ingreso nacional.

Señala que Marshall identifica tres motivos para la localización.

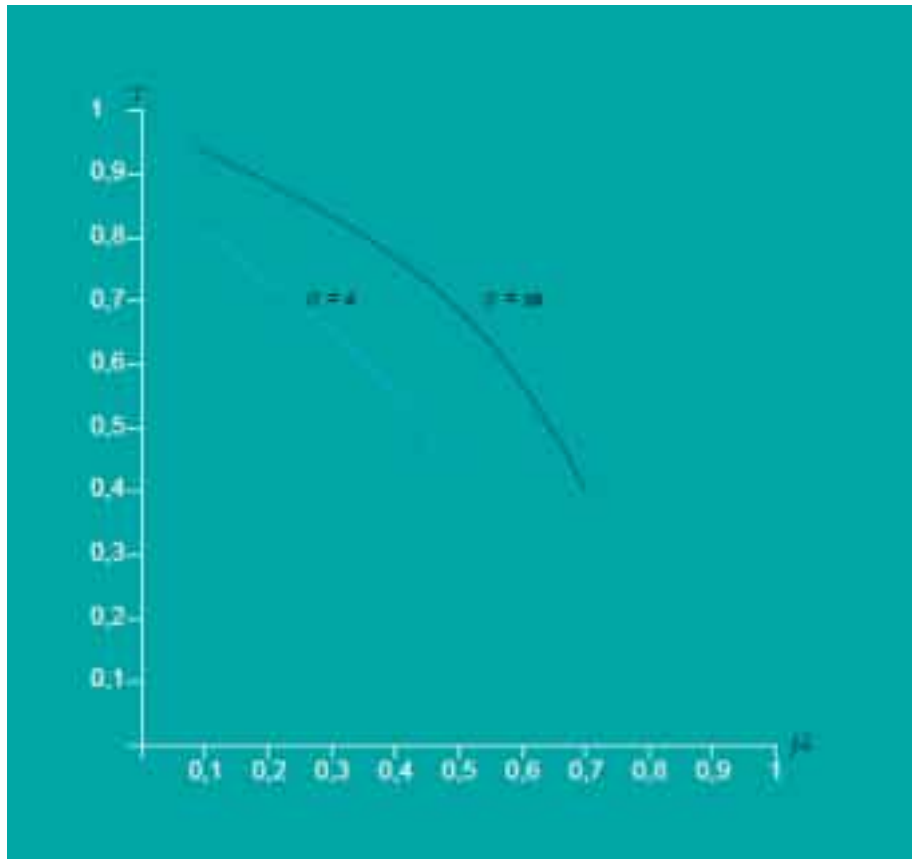


Fig. 4.35 Relación coste de transporte (distancia_espacio, gasto y elasticidad de sustitución)

- La concentración de empresas en un solo lugar ofrece un mercado común para trabajadores con conocimientos específicos de la industria que reduce la tasa de paro y la escasez de mano de obra.
- La concentración industrial provoca la producción de insumos especializados
- La concentración de información provoca mejor producción.

Sin embargo, Krugman plantea el equilibrio del modelo en el que los trabajadores se distribuyen equitativamente entre las regiones frente al modelo en el que los trabajadores se concentran en una región.

La Figura 4.35 muestra los límites calculados en el espacio μ $\dagger$, para $\sigma=4$ y $\sigma=10$,

μ	Gasto
σ	Elasticidad de sustitución entre productos
$\dagger$	Coste de transporte

En una economía caracterizada por altos costos de transporte y economías de escala débiles, la distribución de la producción manufacturera estará determinada por la distribución del "estrato primario" de campesinos (una pequeña porción de manufactura libre o economías de escala débiles)

Con costos de transporte más bajos y economías de escala fuertes, se establece la causalidad circular y la fabricación se concentrará en cualquier región que obtenga una ventaja.

Este resultado es que no requiere apelar a conceptos elusivos como externalidades tecnológicas puras:

Las economías externas son pecuniarias, derivadas de la conveniencia de vender y comprar en una región en la que se concentran otros productores.

Tampoco implica suposiciones arbitrarias sobre la extensión geográfica de las economías externas:

La distancia entra naturalmente a través de los costos de transporte y de ninguna otra manera.

El comportamiento del modelo depende de las características "observables" de los gustos de los individuos y la tecnología de las empresas; las dinámicas interesantes surgen de los efectos de interacción.

Este análisis permite analizar el modelo existente sobre un territorio, aunque también se puede considerar su aplicación sobre la distribución de actividad en el espacio urbano, con el objeto de comprobar el impacto sobre el resto de vectores urbanos. Una distribución de actividad concentrada frente a un modelo extendido presenta ventajas e inconvenientes que deben ser evaluadas. La concentración presenta aspectos positivos que permiten optimizar costes de forma directa, como se ha descrito. Sin embargo, también tiene influencia sobre los desplazamientos que se producen en la ciudad, aspectos que están directamente relacionado con la desigualdad residencial urbana y también en el acceso al empleo, que afecta de forma determinante a la desigualdad por cuestión de género.

La matriz η representa las actividades económicas distribuidas por las unidades censales

$$\eta = \begin{vmatrix} \eta_{11} & \eta_{12} & \eta_{13} & . & \eta_{1s} \\ \eta_{21} & \eta_{22} & \eta_{23} & . & \eta_{2s} \\ \eta_{31} & \eta_{32} & \eta_{33} & . & \eta_{3s} \\ . & . & . & . & . \\ \eta_{n1} & \eta_{n2} & \eta_{n3} & . & \eta_{ns} \end{vmatrix}$$

Siendo η_{ij} la densidad de la actividad económica i en la unidad censal j .

En este apartado se analizan por tanto estos dos elementos que configuran el modelo de actividad desde el punto de vista espacial, por un lado los patrones de concentración que tendrán su representación matricial mediante valores η_{ij} $n \times s$ de n actividades económica y s unidades censales, que representan la unidad de la actividad i en la unidad censal j

La unidad económica introducida depende del análisis a realizar, distribución y repercusión económica de la actividad, eficiencia ambiental e impacto ambiental de la actividad económica, superficie de suelo, superficie construida, inversión y gasto en derechos, entre otros.

Estos valores podrán ser analizados para identificar patrones mediante los Índices global y local de Moran I y obtener

- $I=1$ dispersión perfecta
- $I=-1$ correlación perfecta

$I=0$ aleatoriedad

Por otro lado, se analiza el desplazamiento de los productos de la actividad económica.

La combinación de esta información permitirá adoptar criterios para la corrección del modelo de implantación de actividades en el suelo.

Representación gráfica

La representación gráfica de la geolocalización de las actividades permite aplicar las herramientas de análisis señalados en el apartado 4.4.1 δ . sobre densidad y conectividad así como patrones espaciales y accesibilidad, además de los diferentes algoritmos derivados de la teoría de grafos. Especialmente relevante es el análisis de transporte de coste mínimo, en este ámbito de las actividades económicas, que está relacionado con la competencia logística de las diferentes áreas de actividad y su relación con las grandes infraestructuras del transporte viario, ferroviario, aeroportuario y náutico.

Análisis shift-share

La evolución temporal de la formación de capital se analiza a nivel sectorial mediante la técnica de Análisis Shift-Share (SSA), que ofrece información sobre la capacidad competitiva de cada una de ellas, desagregando la variación cuantitativa registrada a lo largo del tiempo de una variable económica relevante en una región determinada, en una serie de

componentes vinculados a la evolución económica nacional, a la estructura productiva del territorio y a su competitividad relativa. La dependencia espacial en un modelo shift-share puede llevarse a cabo a través de un modelo determinista por un lado y de uno modelo estocástico por otro.

Se identifican variaciones proporcionales derivadas del efecto arrastre nacional, durante cierto tiempo, sobre unas actividades económicas que crecen con mayor rapidez que otras, por lo que las regiones especializadas en dichas actividades se ven favorecidas.

El SSA clásico determinista evalúa el impacto (los cambios) en el stock de la variable investigada (capital producción, empleo,...) de cada región a lo largo de un periodo de tiempo para cada sector productivo, de forma individualizada, nacional, estructural y competitiva o territorial, así como de forma agregada.

El cambio de valor de la magnitud económica de X_{ij} en el período correspondiente al sector i ($i = 1, \dots, S$) en el ámbito espacial j ($j = 1, \dots, R$) se representa (2)

$$X'_{ij} - X_{ij} = \Delta X_{ij} = X_{ij} r + X_{ij} (r_i - r) + X_{ij} (r_{ij} - r_i) \quad (4.53)$$

Siendo

$$r = \frac{\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^R (X'_{ij} - X_{ij})}{\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^R X_{ij}}$$

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^R (X'_{ij} - X_{ij})}{\sum_{j=1}^R X_{ij}}$$

$$r_{ij} = \frac{(X'_{ij} - X_{ij})}{X_{ij}}$$

Entonces los tres elementos de impacto

Efecto nacional	$EN_{ij} = X_{ij} r$
Efecto Sector	$ES_{ij} = X_{ij} (r_i - r)$
Efecto regional	$ER_{ij} = X_{ij} (r_{ij} - r)$

Que permite obtener la expresión de forma agregada mediante la suma

$$\eta_{ij} = EN_{ij} + ES_{ij} + ER_{ij} \quad (4.54)$$

Se ha señalado que la variable investigada puede ser el stock acumulado de capital, el empleo o cualquier otro factor de los que se dispongan datos desagregados.

El análisis shift-share está sujeto a limitaciones derivadas, en primer lugar, de una elección arbitraria de las ponderaciones y de la no actualización de las mismas ante los cambios experimentados por las estructuras productivas a lo largo del tiempo. En segundo lugar, es necesario tener presente que los resultados obtenidos son sensibles al grado de desagregación sectorial considerado y, en tercer lugar, el crecimiento derivado de los vínculos interindustriales o atribuible a multiplicadores

secundarios se asigna al efecto competitivo o diferencial cuando debería ser recogido por el efecto sectorial, rasgo que provoca que ambos efectos no sean estadísticamente independientes. Además de los problemas anteriores, Dinc et. al. (1998) destacan la complejidad que añade el incremento de las dependencias espaciales entre los sectores y las regiones, que debería ser reflejada en el modelo mediante la incorporación del cambio homotético de interacción espacial, asignando el valor del coeficiente de localización (3)

$$X^*_{ij} = X_{ij} / CL_{ij} \quad (4.55)$$

Siendo CL_{ij} el coeficiente de localización que se incluye en 4.54

$$X'_{ij} - X_{ij} = \Delta X_{ij} = X_{ij} r + X_{ij} (r_i - r) + X^*_{ij} (r_{ij} - r_i) + (X_{ij} - X^*_{ij}) (r_{ij} - r_i) \quad (4.55)$$

No obstante, para completar el efecto espacial de la adyacencia, vinculado a la primera ley de la geografía de Tobler que establece que todo está relacionado con todo, pero esta relación es más intensa con aquellas cosas que se encuentran más próximas, se introduce la matriz de pesos espaciales. (4)

El concepto de autocorrelación espacial (5) alude a la existencia de una relación funcional entre lo que ocurre en un punto en el espacio y lo que sucede en todo él. La autocorrelación espacial se expresa como la covarianza (grado de variación conjunta de dos variables aleatorias respecto a sus medias)

$$\text{Cov}(X_j, X_k) = E(X_j X_k) - E(X_j)E(X_k) \neq 0 \quad (4.56)$$

siendo X_j y X_k observaciones de las variables en las localizaciones j y k , que pueden ser medidos en magnitudes longitud y anchura o de superficie como las secciones censales, los municipios o las comarca. (6)

Para s observaciones espaciales de cada variable se requiere s^2 términos de covarianza entre las observaciones, pero al tratarse de relaciones de simetría el tamaño de la matriz será

$$\frac{s(s-1)}{2}$$

cuyos valores $\delta_{j,k}$ representan intensidad de interdependencia entre las unidades espaciales j y k .

Ya se ha descrito la matriz booleana de adyacencia δ

$$\delta = \begin{vmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} & . & \delta_{1s} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & . & \delta_{2s} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} & . & \delta_{3s} \\ . & . & . & . & . \\ \delta_{s1} & \delta_{s2} & \delta_{s3} & . & \delta_{ss} \end{vmatrix}$$

Donde

δ matriz de adyacencia

n unidad espacial, unidad censal entre las s secciones censales.

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } \delta_{ij} \geq \psi \text{ adyacente } i \neq j \\ 0, & \text{otro caso} \end{cases}$$

Alternativamente, se ha comprobado que es posible la ponderación de cada peso en función de la distancia, por lo que en ese caso $\delta_{i,j}$

$$\delta_{i,j} = \begin{cases} > 0, & \text{si } \delta_{i,j} \geq \psi \text{ } i \neq j \\ 0, & \text{si } i=j \end{cases}$$

Este modelo se basa en una relación simétrica entre los territorios, circunstancia que no es habitual como se puede comprobar en el peso de la capital metropolitana sobre el resto de municipios.

El estudio de las interrelaciones espaciales requiere identificar la existencia de autocorrelación espacial, aspecto que se puede analizar mediante la I de Moran (5) a partir de la matriz η

ASS permite evaluar el impacto de la economía sobre el territorio como un sistema abierto conectado con el resto del territorio (comunidad, estado). En el presente estudio se considera oportuno aplicar esta metodología de aplicación macroeconómico-territorial a otros diferentes niveles evaluando otros valores, aunque se desconocen trabajos al respecto, por lo que los resultados pueden resultar inciertos. La aplicación a secciones censales puede resultar de interés para identificar concentraciones y conglomerados de sectores económicos al nivel municipal como sistema cerrado.

- (1) Increasing Returns and Economic Geography Paul Krugman
Massachusetts Institute of Technology. 1991
https://pr.princeton.edu/pictures/g-k/krugman/krugman-increasing_returns_1991.pdf
- (2) El análisis shift-share espacial. Nuevos desarrollos.· Enero 2005 Mayor y López
https://www.researchgate.net/publication/258338815_El_analisis_shift-share_espacial_Nuevos_desarrollos
- (3) El análisis shift-share espacial. Nuevos desarrollos.· Enero 2005 Mayor y López pag 5
- (4) El análisis shift-share espacial. Nuevos desarrollos.· Enero 2005 Mayor y López pag 7 sobre
TOBLER, W. R (1970). A computer movie simulanting urban growth in the Detroit region. Economic
Geography
- (5) El análisis shift-share espacial. Nuevos desarrollos.· Enero 2005 Mayor y López pag 7 sobre
Cliff y Ord. 1973),
- (6) Arqgis permite calcular el Índice de Moran de forma inmediata, disponiendo de la geolocalización de
los valores que se desean analizar.

4.4.2.4 FLUJO DERECHO_ECONÓMICO SOSTENIBLE

θ

Los patrones de distribución de la renta permiten analizar el grado de desigualdad urbana atendiendo al acceso a las diferentes categorías de renta en un lapso temporal, pero también se puede identificar patrones intergeneracionales de renta (1) para comprobar la permanencia o estabilidad temporal de su distribución.

El análisis del caserío residencial informa de algunas características y condiciones de vida de sus ocupantes (2). Sin embargo, no es suficiente conocer la tipología edificatoria para dilucidar el potencial económico, aunque existen características comunes en territorios diferentes. Por otra parte, la vulnerabilidad económica proyecta también patrones de distribución, que presentan registros espaciales de la distribución económica equivalentes al Índice de Gini y a la Distribución de la renta P80/P20Ya se ha señalado en 3.3.1.1.c. Balance social sobre el Gasto social del municipio se señaló la necesidad de evaluar el impacto social de los planes y realizar el análisis de costo-beneficio de las decisiones sobre la inversión de los recursos públicos Rdi así como alcanzar el consenso social

$$Vi(t)Ci=Vi(t0)Ci-Ri(t) \quad (3.30)$$

$Vi(t)$	Vulnerabilidad residual del derecho i
$Vi(t0)$	Vulnerabilidad inicial del derecho i
$Ri(t)$	Recursos previstos en el Plan del derecho i
Ci	Coeficiente de monetización del derecho i

La subsanación del déficit de derecho es el resultado de la inversión total $Ri(t)$ entre el coste unitario de la subsanación

$$Vi(t0)-Vi(t)=Ri(t)/Ci \quad (3.31)$$

No es necesario insistir en que la fiscalidad revela aspectos relativos a la desigualdad en la distribución de la riqueza en relación con el territorio y supone un esfuerzo de solidaridad en el ejercicio de reducción de los desequilibrios sociales, Así, la capacidad inversora y de gasto de la administración está directamente relacionada con la fiscalidad en sus diferentes clases (impuestos directos, indirectos, tasas,...).

En el apartado 4.4.2.1. Flujo económico_Derecho_Gasto sostenible. E, se ha analizado el impacto que tiene el incremento de gasto destinado a cubrir la lesión del Derecho a la Ciudad en cualquiera de sus sectores sobre el sistema económico. Ahora se analiza el efecto que tiene directamente sobre el ciudadano y sobre su capacidad para la adquisición de renta. Este apartado analiza el reparto de la renta así como la influencia que tiene el servicio social que supone la satisfacción de cada uno de los derechos en la renta individual o de hogares y la fiscalidad en correspondencia con el flujo de la actividad económica sostenible. La inclusión en la cuenta del valor del servicio tiene una repercusión sobre el índice Gini que permite evaluar el impacto de las políticas sobre derechos.

La matriz θ representa la distribución de la renta por actividades económicas que se obtiene de las matrices IO analizadas anteriormente.

$$\Theta = \begin{vmatrix} \Theta_{11} & \Theta_{12} & \Theta_{13} & . & \Theta_{1n} \\ \Theta_{21} & \Theta_{22} & \Theta_{23} & . & \Theta_{2n} \\ \Theta_{31} & \Theta_{32} & \Theta_{33} & . & \Theta_{3n} \\ . & . & . & . & . \\ \Theta_{m1} & \Theta_{m2} & \Theta_{m3} & . & \Theta_{mn} \end{vmatrix}$$

Siendo

Θ_{ij} renta media de sector de actividad económica j procedente del derecho i

Es decir, se trata de representar la monetización de todos los derechos que el ciudadano adquiere además de la renta procedente del trabajo. Siguiendo el análisis matricial del apartado 4.1.1.1 Vector económico se debe añadir que las tablas input_output permiten incluir la fila de salarios. Rodríguez Morilla et al describe la forma de calcular sueldo y empleo asalariado por rama de actividad, sexo y nivel de formación en la matriz C2 de las cuentas de explotación. Esta matriz representa el saldo de la cuenta de producción que se obtiene detrayendo al total de la producción (recursos), los consumos intermedios y el consumo de capital fijo (empleos), ofreciendo el VAN generado en cada rama de actividad, pudiendo desagregarse en sueldos y salarios, distribuidos según categorías de perceptores (clasificados por género y por niveles de formación), cotizaciones sociales, otros impuestos netos sobre la producción, el excedente neto de explotación empresarial (ENE); y las rentas mixtas netas (de capital y trabajo), distinguiendo por género. (3)

Es necesario reconocer las limitaciones sobre la utilización de la matriz inversa de Leontief en economías abiertas, más aún al tratarse de territorios limitados como es el ámbito municipal o comarcal. Con esta aclaración previa que forma parte de la disciplina económica especializada, ahora se puede señalar que la perturbación que provoca la renta exógena sobre cada uno de los sectores se mide a través de la sumatoria de los coeficientes de arrastre por un lado y por otro lado del crecimiento de la renta a través de la sumatoria de los coeficientes de absorción.

La matriz Θ $m \times n$ está formada por n columnas referidas a las actividades productivas de la matriz Θ y la fila única de reparto de la renta que tiene su correspondencia con una fila β_0 sobre derecho al trabajo de la matriz β . El resto de filas están formadas por el incremento de renta que suponen las ayudas y subvenciones correspondientes al resto de derechos (salud, educación, vivienda, transporte, entre otros) satisfechas por los ciudadanos. La configuración de la matriz permite asignar valores diferenciados por sectores de actividad. No obstante la distribución generalmente es homogénea por lo que las cantidades se distribuirán de forma idéntica a lo largo de cada fila.

Esta configuración permite obtener una representación más objetiva de la renta de ciudadanos por sectores económicos de forma desagregada.

De acuerdo con lo anterior, la renta media acumulada Θ_i de los ciudadanos en relación con la actividad económica del sector i al que pertenece se representa



Fig. 4.36 Renta media por hogares 2019 España. Fuente INE

$$\theta_i = \sum_{j=1}^m \theta_j \quad (4.57)$$

La vulnerabilidad de derechos (vivienda, salud, educación,...) se calcula de acuerdo con los criterios de calidad de vida que se consideren adecuados. La programación de subsanación de la vulnerabilidad establece el plazo y la inversión realizada en cada anualidad. Esta anualidad es la denominada anteriormente como renta exógena al sistema productivo endógeno.

Es fácilmente deducible que una inversión en promoción de vivienda pública mejora paulatinamente el índice Gini del municipio (desigualdad en el nivel de renta).

El índice GINI (3.23) se representa como

$$G = \sum_{k=1}^{n-1} (X_{k+1} - X_k)(Y_{k+1} + Y_k)$$

Siendo

- G Coeficiente de Gini
- X Proporción acumulada de la variable población
- Y Proporción acumulada de la variable ingresos

Donde 0 representa la igualdad absoluta y 1 la desigualdad radical. Se considera que a partir de valores superiores a 0,3 la desigualdad es excesiva.(4)

El coeficiente Gini (Fig. 4.36) se calcula tomando la referencia de las rentas o ingreso de las unidades familiares o de los individuos. El Coeficiente Gini de España asciende a 0,33. La renta media por hogares oscila entre 13809,7 € y 85627,0 €. El impacto que la ayuda al alquiler de la vivienda en 250 € mensuales o la ayuda en los recibos de suministros básicos permite que una renta de 13 mil € anuales ascienda hasta 17 mil € aproximadamente. Esta circunstancia provoca una compresión de la brecha social y por tanto una disminución del coeficiente Gini, que representa una mejora de la igualdad y equilibrio social. De forma similar, se puede evaluar el alcance que la sanidad pública o la educación pública representa en una sociedad desarrollada. (5)

Fiscalidad

Los avances sociales en materia de atención y servicios a los ciudadanos se distancian de la “mano invisible” invocada por Adam Smith. Se comprueba que el sistema tiene tendencia a la acumulación del capital (T. Piketty), que provoca una cierta espacialidad; pero los estudios también revelan una temporalidad intergeneracional en la distribución de la renta.

El equilibrio social es el resultado de tensiones continuadas en un mundo en construcción permanente, global a la vez que local. La implantación de los derechos ciudadanos y el Derecho a la Ciudad se adquiere con la voluntad de permanencia, que debe ser afrontada por las diferentes administraciones, cada una en el marco de su correspondiente competencia. Esta permanencia es posible a través de la fiscalidad, directa o indirecta de cada una de las administraciones.

La Matriz Social IO incluye la matriz de impuestos netos de subvenciones sobre los productos. T (5.1) (Fig. 4.6) por cada sector económico. Esta matriz ofrece información sobre el respaldo y el soporte solidario a través de la fiscalidad de cada uno de los sectores económicos.(6)

- (1) El estudio sobre posición de los hijos respecto a la renta mediana nacional en relación a la de sus padres. Ofrece una visión del ascenso o descenso de los jóvenes respecto a sus hogares en la escala de movilidad social. Esta información permite visualizar el cambio temporal de renta en el territorio.
<https://atlasoportunidades.fundacionfelipegonzalez.cotec.es/mapa/>
- (2) La Estadística experimental del INE ofrece la renta por distritos censales
<https://inespain.maps.arcgis.com/apps/MinimalGallery/index.html?appid=c8b41b2c471845afb8f8eb20c54382e#>
 Eldiario.es ofrece datos de renta desagregada por tipo de ingresos dependiendo de su origen:
 Salarios
 Pensiones
 Desempleo
 Prestaciones Sociales
 Capital y Actividades Económicas
https://www.eldiario.es/economia/mapa-dinero-vecinos-ingresos-calle_1_1294391.html
- (3) Metodología de la actividad. MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL DE ANDALUCÍA 2016
<https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/mcsan/2016/MCSAN16Met.pdf>
 matriz MCSAN Andalucía 2010
<https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/mcsan/2010/EsquemaGeneralTablas.xls>
- (4) El coeficiente Gini se calcula tomando la referencia de las rentas o ingreso de las unidades familiares o de los individuos. El Coeficiente Gini de España asciende a 0,33
<https://inespain.maps.arcgis.com/apps/MinimalGallery/index.html?appid=c8b41b2c471845afb8f8eb20c54382e#viewer=82c8e56766844fad983f779fe3ec57c1>
- (5) Se ha realizado un análisis de la perturbación que provoca la subsanación de la vulnerabilidad del derecho a la vivienda en el municipio de Cádiz. El cálculo de la demanda de la vulnerabilidad se realiza tomando como referencia los datos de la estadística mensual del Registro Municipal de Demandantes de Vivienda Protegida que publica la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía
<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/fomentoinfraestructurasyordenaciondelterritorio/areas/vivienda-rehabilitacion/vivienda-protegida/paginas/rmdv-estadistica-mensual.html>
 Cádiz es un municipio que presenta un elevado porcentaje de demanda de vivienda para personas de escasos recursos. Teniendo una población de 115 mil habitantes, que representa el 1,3 % sobre el conjunto de la andaluza, demanda el 9% de la vivienda en Andalucía. Esta desproporción entre la población y la demanda representa un problema estructural para el desarrollo de la ciudad, al que se suma la elevada tasa de paro que en 2017 asciende a 28,86 %. De forma simultánea se calculó la perturbación del índice Gini aplicado al municipio de Cádiz debido a la ayuda al alquiler a la población vulnerable. Para ello es necesario incluir en la renta el valor del alquiler o de la ayuda.

GINI $G = 1 - \sum (X_k + 1 - X_k) (Y_k + 1 + Y_k) > 0$											
Hogares y personas según nivel de ingresos mensuales netos regulares del hogar											
Unidades: Porcentaje											
	Renta bruta	Renta disponi	Puesto naci	Puesto Andal	Población	Renta per cáp	\$	Ln 10525	Ln100	Ln 40000	PIB
Cádiz - Cádiz	27.248 €	22.615	294	17	118.048	9280,48		10525	9.2615086586	4.6051701860	10.5966347331
VIVIENDA INCREMENTO 1	Hogares	num hogares	NUM ACUMU	ingresos total	ingresos acur	GINI		100hogares			
	2016	2016						2022			
Total	100										
Hasta 499 eur	250	4,47	2099	524845	524845	2,4099E+10	1799	1799	449750	449750	2,0718E+10
De 500 a 999	750	18,32	8604	10704	6453128	6,977973	2,6177E+11	8304	10103	6228000	6,677750
De 1.000 a 1.	1250	21,24	9976	20679	12469473	19447446	3,8998E+11	10376	20479	12970000	1,9647750
De 1.500 a 1.	1750	16,94	7956	28635	13923071	33370517	3,1061E+11	8156	28635	14273071	3,3920821
De 2.000 a 2.	2250	12,99	6101	34736	13726988	47097505	2,0975E+11	6101	34736	13726988	4,7647808
De 2.500 a 2.	2750	10,4	4884	39621	13432276	60529781	1,3147E+11	4884	39620	13432276	6,1080084
De 3.000 a 4.	4000	12,72	5974	45595	23896301	84426082	1,0415E+11	5974	45594	23896301	8,4976385
5.000 euros o	5500	2,92	1371	46966	7542740	91968821	5,172083698	1371	46966	7542740	9,2519125
total euros/mes		46966		91968821,2	343818125	1,437E+12	46966				1,4574E+12
total euros/año				1103625854		0,335					0,329
persona/hogar	1										
Cádiz (capital) renta per cáp	10471										
Total hogares	46966			S80/S20							
Media personas/hogar	4,49			6,86189538							
Población	118919										

Se calculó el efecto que provocaba la ayuda al alquiler sobre los 4 octiles inferiores de la renta. La ayuda de 600 € alcanzaba a 600 hogares que saltaban dos octiles. El importe total de la ayuda asciende a 360 mil €

renta €	renta media €	hogar inicial	hogar final	traslado octil
Hasta 499	250	2099	1799	-300
De 500 a 999	750	8604	8304	-300
De 1.000 a 1.499	1250	9976	10376	400
De 1.500 a 1.999	1750	7956	8156	200

El Índice Gini inicial de 0,335 se convirtió en 0,329. De forma complementaria se calculó que el S80/S20 inicial ascendía a 6,861895382 para transformarse en 7,188781097, que supone en ambos casos una mejora sustantiva de los indicadores.

- (6) La información sobre impuestos también se obtiene de las tablas IO, que recoge un vector columna de impuestos menos subvenciones sobre los productos, por tipo de productos, que aparece como una fila agregada en la matriz Θ Metodología de la actividad. MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL DE ANDALUCÍA 2016
<https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/mcsan/2016/MCSAN16Met.pdf>

La intensa regulación de gran parte de los procesos ecológicos por las actividades humanas ha reforzado la inseparable integración de la población humana en los ecosistemas de la Tierra y la estrecha relación entre su desarrollo y la provisión de bienes tangibles e intangibles, los servicios de los ecosistemas.

Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas

4.4.2.5 FLUJO DERECHO_ AMBIENTAL SOSTENIBLE L

Este apartado analiza el derecho al Medio Ambiente sano y sostenible atendiendo a los recursos relacionados con la biodiversidad y los materiales, el agua y la energía disponibles en la litosfera, hidrosfera y atmosfera.

El análisis de la dinámica urbana obliga a limitar el número de elementos representativos del estado del ecosistema, entendiendo en sentido literal el concepto por el cual, la lesión de una parte del sistema tiene influencia sobre el resto. (1)

Por otra parte, la naturaleza humana está indisolublemente vinculada al soporte natural que la sostiene, sobre todo en los recursos más básicos vinculados a la propia supervivencia como la respiración o la alimentación. (2)

El análisis ecosistémico y sus elementos según su posición en la litosfera, la hidrosfera y la atmosfera conduce a la identificación y evaluación de los siguientes elementos que formarán la matriz L

$$L = \begin{vmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} \\ l_{21} & l_{22} & l_{23} \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ l_{n1} & l_{n2} & l_{n3} \end{vmatrix}$$

Procesos ecosistémicos/ Servicios intermedios	Servicios ecosistémicos finales	Bien(es)
Producción primaria	Cultivos, ganado, peces	Alimento
Ciclo del agua	Árboles, vegetación en pie, césped	Fibra
Formación del suelo	Oferta de agua	Energía
Ciclo de nutrientes	Regulación climática	Agua consumo humano
Descomposición	Enfermedades y regulación de pestes	Recreación/turismo
Meteorización	Desintoxicación y purificación en	Contaminación/control ruido
Interacciones ecológicas	aire, suelo y agua	Enfermedades/control pestes
Procesos evolucionarios	Polinización	Clima estable
	Regulación de riesgos	Control inundaciones
	Regulación del ruido	Control erosión
	Diversidad de especies salvajes	Estético/inspiración
	Entorno ambiental	Espiritual/religioso
Provisión	Regulación	Cultural

Fig. 4.37 Servicios ecosistémicos en la National Energy Action NEA

Los elementos L_{ij} de la matriz representan el impacto ecosistémico que la subsanación de los derechos i de la matriz β sobre la columna j de litosfera, hidrosfera y atmosfera. Se trata de evaluar el efecto directo positivo de la subsanación de vulnerabilidad relativa al ecosistema como el efecto indirecto, positivo o negativo, de subsanación de otra vulnerabilidad de derecho.

Servicios ecosistémicos

Se describe a continuación la estructura del ecosistema que ofrece servicios ecosistémicos.

LITOSFERA	Infraestructura Verde
HIDROSFERA	Infraestructura hídrica continental
ATMOSFERA	Infraestructura Energética

Infraestructura verde

El concepto de infraestructura verde permite comprender la sostenibilidad socioeconómica a través de la prestación de servicios ecosistémicos, incluyendo el ámbito urbano, de forma simultánea que comprenden las funciones ecológicas, productivas (económicas) y culturales. La fig 4.37 representa los Servicios ecosistémicos en la National Energy Action NEA del Reino Unido clasificados según el tipo de servicio ecosistémico (aprovisionamiento, reguladores, culturales y de apoyo) y si son o no servicios ecosistémicos finales o servicios intermedios y/o procesos.

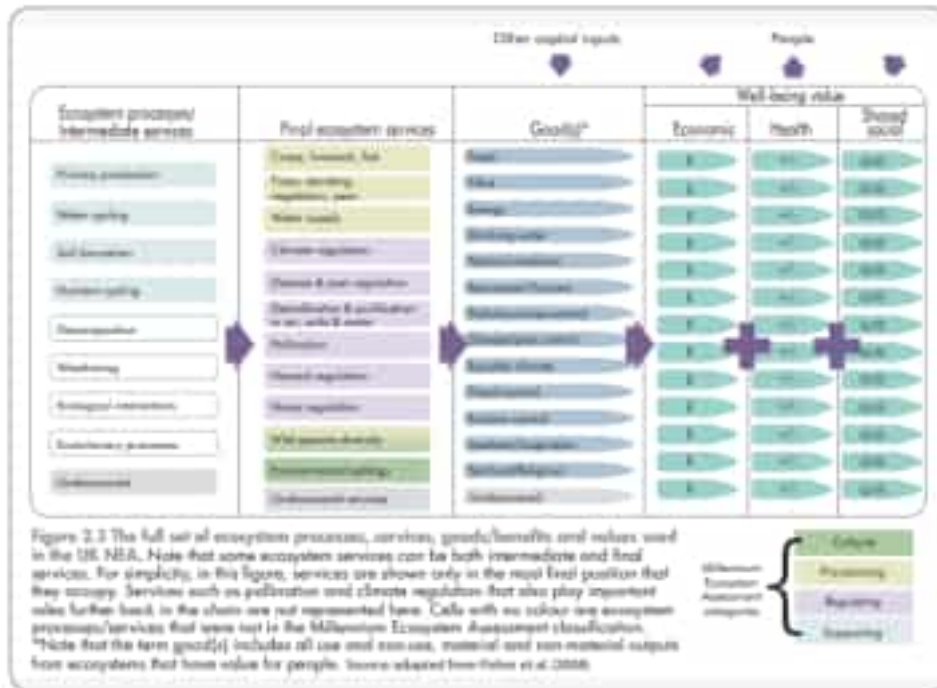


Fig. 4. 38 Servicios ecosistémicos Fuente. Chapter 2 Conceptual Framework and Methodology <http://uknea.unep-wcmc.org/Resources/tabid/82/Default.aspx>

La UE reconoce la infraestructura verde como un instrumento importante para dirigir la política regional y el desarrollo sostenible en Europa y sitúa su uso en el contexto de su Estrategia de Crecimiento Europa 2020. Así, la UE busca la integración de la infraestructura verde en las políticas de la Unión, considerando sistémicamente la infraestructura verde en los procesos de planificación y toma de decisiones para reducir la pérdida de los servicios ecosistémicos asociados con la futura ocupación de suelo, y ayudar a mejorar y restaurar las funciones de los ecosistemas.

La infraestructura verde está formada por un sistema complejo de zonas naturales, seminaturales y de otros elementos ambientales para la prestación de servicios ecosistémicos con el objeto de garantizar la conectividad de las colonias bióticas. Existen escasos espacios naturales, que deben ser especialmente protegidos (utilizando la terminología urbanística), y los espacios seminaturales son el resultado de la antropización o de la producción artificial.

En 4.4.2.2 se obtuvo la repercusión ambiental de emisión de gases en cada fase del proceso productivo del bien o servicio

$$\zeta_{m3} = \widehat{R2m}I + \widehat{R2mA} + \widehat{R2m}(Mt-I-A) + \widehat{R2m}(Ms-Mt)$$

Con el objeto de equilibrar el impacto de recursos consumidos y de emisiones ζ_{m3} , adoptando criterios compensatorios con ζ_{m1} , en su caso

Tabla 3. Flujos de cambio en el uso del suelo identificados desde las clases LEAC del CORINE Land Cover.

LEAC	AGT	AGL	PAS	NOS	POS	AGU	AGF	AG	Clase
101			111				111		Superficie artificial
102	201		111	111			111		Superficie artificial
103		111					111		Superficie artificial
104	201						111		Superficie artificial
105							111		Superficie artificial
106							111		Superficie artificial
107							111		Superficie artificial
108							111		Superficie artificial
109							111		Superficie artificial
110							111		Superficie artificial
111							111		Superficie artificial
112							111		Superficie artificial
113							111		Superficie artificial
114							111		Superficie artificial
115							111		Superficie artificial
116							111		Superficie artificial
117							111		Superficie artificial
118							111		Superficie artificial
119							111		Superficie artificial
120							111		Superficie artificial
121							111		Superficie artificial
122							111		Superficie artificial
123							111		Superficie artificial
124							111		Superficie artificial
125							111		Superficie artificial
126							111		Superficie artificial
127							111		Superficie artificial
128							111		Superficie artificial
129							111		Superficie artificial
130							111		Superficie artificial
131							111		Superficie artificial
132							111		Superficie artificial
133							111		Superficie artificial
134							111		Superficie artificial
135							111		Superficie artificial
136							111		Superficie artificial
137							111		Superficie artificial
138							111		Superficie artificial
139							111		Superficie artificial
140							111		Superficie artificial
141							111		Superficie artificial
142							111		Superficie artificial
143							111		Superficie artificial
144							111		Superficie artificial
145							111		Superficie artificial
146							111		Superficie artificial
147							111		Superficie artificial
148							111		Superficie artificial
149							111		Superficie artificial
150							111		Superficie artificial
151							111		Superficie artificial
152							111		Superficie artificial
153							111		Superficie artificial
154							111		Superficie artificial
155							111		Superficie artificial
156							111		Superficie artificial
157							111		Superficie artificial
158							111		Superficie artificial
159							111		Superficie artificial
160							111		Superficie artificial
161							111		Superficie artificial
162							111		Superficie artificial
163							111		Superficie artificial
164							111		Superficie artificial
165							111		Superficie artificial
166							111		Superficie artificial
167							111		Superficie artificial
168							111		Superficie artificial
169							111		Superficie artificial
170							111		Superficie artificial
171							111		Superficie artificial
172							111		Superficie artificial
173							111		Superficie artificial
174							111		Superficie artificial
175							111		Superficie artificial
176							111		Superficie artificial
177							111		Superficie artificial
178							111		Superficie artificial
179							111		Superficie artificial
180							111		Superficie artificial
181							111		Superficie artificial
182							111		Superficie artificial
183							111		Superficie artificial
184							111		Superficie artificial
185							111		Superficie artificial
186							111		Superficie artificial
187							111		Superficie artificial
188							111		Superficie artificial
189							111		Superficie artificial
190							111		Superficie artificial
191							111		Superficie artificial
192							111		Superficie artificial
193							111		Superficie artificial
194							111		Superficie artificial
195							111		Superficie artificial
196							111		Superficie artificial
197							111		Superficie artificial
198							111		Superficie artificial
199							111		Superficie artificial
200							111		Superficie artificial
201							111		Superficie artificial
202							111		Superficie artificial
203							111		Superficie artificial
204							111		Superficie artificial
205							111		Superficie artificial
206							111		Superficie artificial
207							111		Superficie artificial
208							111		Superficie artificial
209							111		Superficie artificial
210							111		Superficie artificial
211							111		Superficie artificial
212							111		Superficie artificial
213							111		Superficie artificial
214							111		Superficie artificial
215							111		Superficie artificial
216							111		Superficie artificial
217							111		Superficie artificial
218							111		Superficie artificial
219							111		Superficie artificial
220							111		Superficie artificial
221							111		Superficie artificial
222							111		Superficie artificial
223							111		Superficie artificial
224							111		Superficie artificial
225							111		Superficie artificial
226							111		Superficie artificial
227							111		Superficie artificial
228							111		Superficie artificial
229							111		Superficie artificial
230							111		Superficie artificial
231							111		Superficie artificial
232							111		Superficie artificial
233							111		Superficie artificial
234							111		Superficie artificial
235							111		Superficie artificial
236							111		Superficie artificial
237							111		Superficie artificial
238							111		Superficie artificial
239							111		Superficie artificial
240							111		Superficie artificial
241							111		Superficie artificial
242							111		Superficie artificial
243							111		Superficie artificial
244							111		Superficie artificial
245							111		Superficie artificial
246							111		Superficie artificial
247							111		Superficie artificial
248							111		Superficie artificial
249							111		Superficie artificial
250							111		Superficie artificial
251							111		Superficie artificial
252							111		Superficie artificial
253							111		Superficie artificial
254							111		Superficie artificial
255							111		Superficie artificial
256							111		Superficie artificial
257							111		Superficie artificial
258							111		Superficie artificial
259							111		Superficie artificial
260							111		Superficie artificial
261							111		Superficie artificial
262							111		Superficie artificial
263							111		Superficie artificial
264							111		Superficie artificial
265							111		Superficie artificial
266							111		Superficie artificial
267							111		Superficie artificial
268							111		Superficie artificial
269							111		Superficie artificial
270							111		Superficie artificial
271							111		Superficie artificial
272							111		Superficie artificial
273							111		Superficie artificial
274							111		Superficie artificial
275							111		Superficie artificial
276							111		Superficie artificial
277							111		Superficie artificial
278							111		Superficie artificial
279							111		Superficie artificial
280							111		Superficie artificial
281							111		Superficie artificial
282							111		Superficie artificial
283							111		Superficie artificial
284							111		Superficie artificial
285							111		Superficie artificial
286							111		Superficie artificial
287							111		Superficie artificial
288							111		Superficie artificial
289							111		Superficie artificial
290							111		Superficie artificial
291							111		Superficie artificial
292							111		Superficie artificial
293							111		Superficie artificial
294							111		Superficie artificial
295							111		Superficie artificial
296							111		Superficie artificial
297							111		Superficie artificial
298							111		Superficie artificial
299							111		Superficie artificial
300							111		Superficie artificial

Fig. 4.39. Flujos de cambio en el uso del suelo identificados desde las clases LEAC del CORINE Land Cover.
Fuente Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas

$$u1 \geq \zeta m1 + \zeta m3 \quad (4.58)$$

Siendo $u1$ la superficie equivalente de sumidero vegetal calculado según el apartado 3.3.2.10 que configura la infraestructura verde. y 4.4.2.7 Flujo Ambiental_Económico

Por otra parte, ya se ha señalado que los servicios ecosistémicos de la infraestructura verde debe garantizar la continuidad que se evalúa según 4.4.2.9 a través de los índices de conectividad integrada en la matriz territorial dominante en el paisaje.

Infraestructura Hídrica Continental

Es evidente que el agua es connatural con la supervivencia de la humanidad pero también es necesario reconocer su valor como soporte de ecosistemas acuáticos naturales formado por ríos, estuarios y humedales. En 4.4.2.2 se obtuvo las repercusiones ambientales de consumo de agua en cada fase del proceso productivo del bien o servicio

</

- I Entradas por precipitación, Humedad del terreno, Descarga agua, Trasvase
- O Evapotranspiración, Trasvase, Traslado de agua

La Agencia Estatal de Meteorología ofrece datos relativos a Precipitación, Evapotranspiración y Humedad de la capa superficial para el cálculo del Balance Hídrico (3) La generación de vertidos urbanos está relacionada con el balance hídrico y con el consumo de agua en función de la actividad económica o doméstica desarrollada.

Por otra parte, los cambios de uso de la provocan transformaciones del paisaje en zonas mediterráneas, por lo que las alteraciones de la cubierta terrestre producirán también alteraciones en el régimen hídrico de las cuencas de drenaje. Las dimensiones de los cambios dependerán de la magnitud y el tipo de transformación de las cubiertas, así como su interacción con el resto de elementos del sistema hidrológico donde se insertan. (4)

De forma equivalente a la obtención de la matriz de consumo de agua de las actividades económicas formada en 4.4.2.2. Flujo económico_Ambiental sostenible ζ , se elabora la matriz de consumo de agua de los derechos ciudadanos así como la variación de su consumo derivado de la subsanación de vulnerabilidad de dichos derechos.

Entendiendo que Hídrico hace alusión a los recursos, Hidrológico a la trazabilidad de su distribución natural en la Tierra (ciclo hidrológico), e Hidráulico se refiere al equilibrio y al movimiento del agua, la

infraestructura hídrica continental debe garantizar el consumo de agua derivada de las actividades económicas y de la actividad de hogares, como elemento estructural del servicio ecosistémico

$$\iota_2 \geq \sum_{i=1}^n A_i + \sum_{j=1}^m H_j \quad (4.60)$$

Siendo

$A_i = \zeta_m 2$ Consumo de agua en actividades económicas
 H_j Consumo de agua en hogares

En 3.3.2.7 sobre Resiliencia hídrica y 3.3.2.10 sobre huella hídrica se ha evaluado los requerimientos hídricos municipales formando parte de un sistema abierto en el que existe intercambio de agua entre distintos términos municipales. La consideración del sistema abierto no debe evitar la limitación del crecimiento urbano a la hora de la planificación urbanística. Esta circunstancia debe elevar la infraestructura hídrica continental como elemento determinante de dicho crecimiento urbano.

Infraestructura Energética atmosférica

El consumo de recursos y la emisión de gases y vertidos se ha trasladado a la dotación de una infraestructura verde entendida como sumidero de carbono para alcanzar el equilibrio teórico. Por ello, el impacto sobre la atmósfera se equilibra de la litosfera y desde la hidrosfera como ya se señaló con la creación de sumideros de carbono hídricos.

La colaboración de la atmósfera en el desempeño de la subsanación del impacto de la actividad se puede considerar así residual. Sin embargo, La vinculación de la energía con la atmósfera está basada en la transformación de la unidad de energía en unidades de CO₂. Así, el consumo de energía destinada a la actividad económica o a la actividad doméstica puede llegar a reducir de forma sustancial el consumo de energía fósil generadora de CO₂. La colaboración atmosférica en el servicio ecosistémico pasa a tener un papel fundamental para la generación de energía eólica, fotovoltaica y solar.

$$t_3 \geq \sum_{s=1}^n E_s + \sum_{f=1}^n E_f \quad (4.61)$$

La asignación de la responsabilidad del autoconsumo distributivo puede establecerse como modelo de autosuficiencia energética combinado con la soberanía energética

La matriz L $m \times 3$ está formada entonces por u_{ij} elementos que representan la disposición de cada recurso ambiental j del derecho i

- (1) Por ejemplo, la protección de las colonias de camaleones en el Puerto de Santa María supone la protección del entorno ambiental en el que se desarrolla y reproduce, tanto desde el punto de vista biótico como abiótico.
- (2) Así se señala en el documento de Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas.
https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/basescientifico-tecnicasseeivcre_tcm30-479558.pdf
- (3) https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/balancehidrico?opc1=penyb
- (4) J.A. Pascual-Aguilar, E. Iranzo)
https://cpaisaje.org/geomatica_agua/Cuadernos_de_Geomatica_3.pdf



Fig. 4.40 Densidad población El Puerto de Santa María. Fuente propia datos de Agencia catastral

4.4.2.6 FLUJO DERECHO_ ESPACIAL SOSTENIBLE K

Este apartado analiza espacialmente el cumplimiento de los elementos que constituyen el Vector del Derecho a la Ciudad en el territorio. Como ya se ha observado al analizar η el criterio de representación de una matriz espacial es variado, más aún en este caso en que es necesario representar una amplia gama de valores que atienden a cada uno de los derechos descritos en los apartados anteriores, según su localización en la unidad censal.

$$K = \begin{vmatrix} K_{11} & K_{12} & K_{13} & \dots & K_{1s} \\ K_{21} & K_{22} & K_{23} & \dots & K_{2s} \\ K_{31} & K_{32} & K_{33} & \dots & K_{3s} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ K_{m1} & K_{m2} & K_{m3} & \dots & K_{ms} \end{vmatrix}$$

Siendo k_{ij} la densidad del valor del nodo del derecho i en la unidad censal j . Ya se ha señalado que se trata de valores unitarios para disponer de una matriz de valores homogeneizados.

De forma complementaria, es posible añadir información valiosa en el análisis gráfico para la comprensión del sistema urbano. Formada por un conjunto de valores relevantes que permiten construir un sistema coherente (densidad de población, envejecimientos poblacional, accesibilidad,...)



Fig. 4.41 Polígono de malla de influencia Edad y sexo

Hombres menores de 55 años	Velocidad (km/h)
Hombres mayores de 55 años	5,94
Mujeres menores de 55 años	5,47
Mujeres mayores de 55 años	4,93
Mujeres con niños pequeños	4,72
Niños de 5 a 10 años	2,52
Adolescentes	4,07
Pendiente (%)	6,48
0	Velocidad (km/h)
2	4,82
4	4,82
6	4,61
8	4,28
10	3,74
12	3,38
14	3,06
16	2,84
18	2,63
Velocidad vehículos en zonas urbanas en España	
20 km/h en vías que dispongan de plataforma única de calzada y acera;	
30 km/h en vías de un único carril por sentido de circulación	
50 km/h en vías de dos o más carriles por sentido de circulación	

Fig 4.43. Velocidad de peatones y vehículos

La matriz de población se obtiene asignando a $\dot{\kappa}$ el valor de la población que reside en la unidad censal o unidad censal, obteniendo una matriz diagonal, siendo

$$\begin{aligned} i=j & \quad \dot{\kappa}_{ij} = \text{población unidad censal } i \\ i \neq j & \rightarrow \dot{\kappa}_{ij} = 0 \end{aligned}$$

$$\dot{\delta} = \begin{vmatrix} \dot{\kappa}_1 & 0 & 0 & \cdot & 0 \\ 0 & \dot{\kappa}_2 & 0 & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & \dot{\kappa}_3 & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \cdot & \dot{\kappa}_s \end{vmatrix}$$

Pero en el análisis urbano, se considera relevante el conocimiento de la formación poblacional por grupos de edad. Por ello es posible representarla matriz de la pirámide poblacional

$$\dot{\delta} = \begin{vmatrix} \dot{\kappa}_{11} & \dot{\kappa}_{12} & \dot{\kappa}_{13} & \cdot & \dot{\kappa}_{1k} \\ \dot{\kappa}_{21} & \dot{\kappa}_{22} & \dot{\kappa}_{23} & \cdot & \dot{\kappa}_{2k} \\ \dot{\kappa}_{31} & \dot{\kappa}_{32} & \dot{\kappa}_{33} & \cdot & \dot{\kappa}_{3k} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \dot{\kappa}_{s1} & \dot{\kappa}_{s2} & \dot{\kappa}_{s3} & \cdot & \dot{\kappa}_{sk} \end{vmatrix}$$

Donde las columnas representan las secciones censales y las filas los grupos de edad.



Fig. 4.42 Área de influencia de apeaderos del proyecto de tranvía de El Puerto de Santa María con distancia de malla urbana de 1 Km. Fuente propia

Representación gráfica

La representación gráfica de la geolocalización de los equipamientos permite aplicar las herramientas de análisis señalados en el apartado 4.4.1 δ. sobre densidad, conectividad y accesibilidad, además de los diferentes algoritmos derivados de la teoría de grafos.

Ya se han descrito en los conceptos de Densidad general, Densidad de población, Densidad de la red vial y Conectividad, Accesibilidad, entre otros. Ahora se pueden añadir conceptos como interacción espacial, o áreas de influencia, aplicable al servicio espacial de equipamientos. Complementariamente se analiza la visibilidad espacial con el objeto de atender al derecho a la seguridad.

Interacción espacial

La Interacción Espacial hace referencia a la conducta espacial de la población en relación con el interés del desplazamiento.

$$I_{ij} = K P_i P_j / d^{b_{ij}} \quad (4.62)$$

K Coeficiente relativo a aspectos socioeconómicos y desplazamiento
 $P_i P_j$ Población de ciudades i, j
 $d^{b_{ij}}$ Impedancia del desplazamiento entre ciudad i, j afectado por motivo de desplazamiento



El lugar geométrico de los puntos que equidistan de i,j es el bisector $i^{\wedge}j$.



Fig. 4.43 Syntactic Analysis of Settlements

Áreas de influencia

El área de influencia de un nodo resulta especialmente indicado para el análisis de los equipamientos pudiéndose calcular en función del espacio y del tiempo. De forma precisa es necesario calcular la longitud de los tramos de viales para calcular el área de influencia de un nodo.

$$L_i = \sum_{j=1}^n l_j \leq v t_i \leq V \quad (4.63)$$

Siendo

- L_i longitud de influencia del nodo i
- l_j longitud de los tramos de viales incluidos en la influencia
- V velocidad de desplazamiento según tipo
- T_i tiempo determinado
- V valor límite de tiempo o de longitud de recorrido desde el nodo i

El polígono que une los diferentes vértices de la malla de influencia de m vértices de malla reflejará la superficie del Área de influencia (Fig. 4.42)

$$S_i = \sum_{j=1}^{nm} l_j h_i / 2 \quad (4.64)$$

De forma abstracta, sin tener en cuenta la malla urbana, consiste en un círculo del radio i con centro en el nodo. El radio i es la longitud del

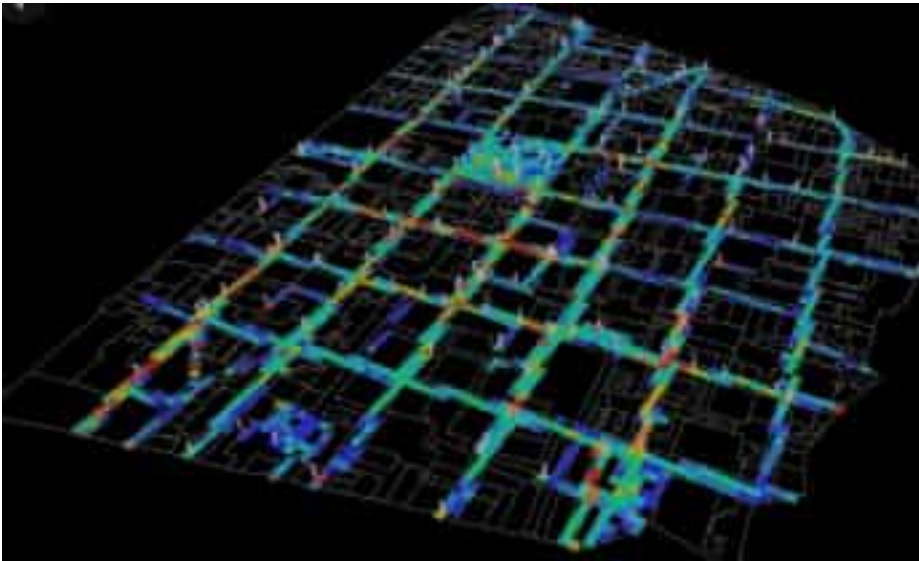


Fig. 4.44 Gráfico de visibilidad DepthmapX

desplazamiento. Esta longitud puede ser el resultado del tiempo i de desplazamiento a una velocidad determinada. En este caso la superficie del área de influencia S_i será

$$S_i = \pi L_i^2 \quad (4.65)$$

La velocidad en zonas urbanas está limitada a los vehículos y la velocidad media a pie de 4 Km/h. (Fig 4.45)(1)

División del espacio euclideo en diferentes regiones formadas por las mediatrices de los segmentos equidistantes a los nodos i , para $1 < i \leq n$ del espacio

$h(i,j)$ lugar geométrico de los puntos más cercanos a i que a j

$h(j,i)$ lugar geométrico de los puntos más cercanos a j que a i

La distancia entre i y j , $\|i,j\|$ en el espacio será

$$\|i,j\| = ((i_x - j_x)^2 + (i_y - j_y)^2)^{1/2} \quad (4.66)$$

Visibilidad

La visibilidad es un componente de la perspectiva de género con el que se aborda el presente estudio ya que está directamente relacionado con el derecho a la seguridad en los espacios urbanos. Al margen de las causas y efectos sociales, la delincuencia posee una componente geográfica, que sigue pautas morfológicas y socioeconómicas de la ciudad. (2). Los aspectos

Tipo de equipamiento	Vecindario	Barrio	Barrio-Ciudad
Bienestar social	0,00	0,06	0,463
Hogar gente mayor	< 300		
Centro de día gente mayor	< 300		
Residencia gente mayor			< 600
Cultural	0,06	0,12	0,51
Centros cívicos y asociativos	< 300		
Bibliotecas de barrio/distrito	< 300		
Centro cultural monofuncional	< 300		
Deportivo	0,35	0,43	1,34
Pistas polideportivas al aire libre	< 300		
Pequeños complejos cubiertos /descubiertos	< 300		
Polideportivos			< 600
Campos deportivos extensivos			< 600
Educativo	1,39	219,00	2,80
Infantil (1 º y 2 º ciclo)	< 300		
Primaria	< 300		
Secundaria obligatoria			< 600
Bachillerato + FP			< 600
Sanitario	0,00	0,05	0,19
Centro de salud / Centro de urgencias		< 600	
Centros de salud especializados sin ingreso		< 600	
Total equipamientos	1,80	2,85	5,29

Servicio Urbano de Transporte	Vecindario	Barrio	Barrio-Ciudad
Parada autobús urbano	< 300		
Parada de Tranvía	< 500		
Red de movilidad ciclista	< 300		
Sendas Urbanas	< 300		

Fig.4.45 Distancias a equipamientos. Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas. Ministerio Fomento.

más relevantes por presentar mayor grado de correlación están vinculados a las variables socioeconómicas como son la renta per cápita, el nivel de instrucción, el índice de foraneidad, la función urbana predominante y el volumen de establecimientos del sector terciario censados en cada municipio. Por otro lado, la degradación del espacio es un factor que favorece la proliferación de delitos. (3)

En su artículo Syntactic Analysis of Settlements muestra (Fig. 4.43) (4) en la imagen de la izquierda la aparente contradicción entre la carencia de orden en el trazado de un centro histórico de un municipio francés y la percepción ordenada de ese mismo espacio urbano en realidad. Por el contrario, la figura de la derecha muestra un municipio de Argelia con un aparente orden en el plano que se contradice con la carencia de inteligibilidad en la realidad debido a la similitud de cada una de las partes.

Por un lado, los estudios realizados por Hillier, Hanson y Peponis (1987) sobre Sintaxis Espacial al analizar los criterios de estructuración social aplicados al diseño de la organización de los espacios de un conjunto arquitectónico y, por otro lado, los gráficos de visibilidad VGA desarrollados a partir de los trabajos de sintaxis espacial de Turner que permiten analizar conexiones visuales espaciales de las redes urbanas, se despliega la identificación de espacios urbanos “seguros e inseguros”

Para el análisis de visibilidad se dispone de diferentes aplicaciones entre las que se encuentra Arqgis, con la herramienta de visualización Viewshed, o Depthmax que permiten identificar las zonas visibles del espacio urbano desde diferentes puntos y alturas. La cuenca visual identifica las celdas de

un raster de entrada que pueden visualizarse desde una o más ubicaciones de observación o celdas. (5)

Hernandez Aja et al elaboran listado de requerimientos superficiales de equipamientos urbanos dependiendo de su alcance

BB	Barrio
BC	Barrio_Ciudad
CC	Ciudad

	BB			BC			CC			T		
	Demanda de suelo	Parámetro total		Demanda de suelo	Parámetro total		Demanda de suelo	Parámetro total		Demanda de suelo	Parámetro total	
		por hab.	por viv.		por hab.	por viv.		por hab.	por viv.		por hab.	por viv.
	m2s	m2s/hab	m2s/viv	m2s	m2s/hab	m2s/viv	m2s	m2s/hab	m2s/viv	m2s	m2s/hab	m2s/viv
Bienestar social	94.899,00	3,163	9,49	25.596,00	0,853	2,56	32.400,00	1,08	3,24	152.895,00	5,097	15,29
Cultural	13.650,60	0,455	1,365	37.350,00	1,245	3,735	40.800,00	1,36	4,08	91.800,60	3,06	9,18
Deportivo	3.000,00	0,1	0,3	8.100,00	0,27	0,81	36.000,00	1,2	3,6	47.100,00	1,57	4,71
Educativo	5.250,00	0,175	0,525	8.730,00	0,291	0,873	15.000,00	0,5	1,5	28.980,00	0,966	2,898
Sanitario	3.774,00	0,126	0,377	24.090,00	0,803	2,409	187,5	0,006	0,019	28.051,50	0,935	2,805
Servicios Básicos	3.900,00	0,13	0,39	6.900,00	0,23	0,69	93.000,00	3,1	9,3	103.800,00	3,46	10,38
Total equipamientos	124.473,60	4,149	12,447	110.766,00	3,692	11,077	217.387,50	7,246	21,739	452.627,10	15,088	45,263
Espacios libres	75.000	2,5	7,5	165.000	5,5	16,5	-	-	-	240.000	8	24
Viario	-	-	-	-	-	-	-	-	-	395.000	13,167	39,5
Total										1.087.627	36,254	108,763

Fig. 4.46.1. Resumen dotaciones por usuarios barrio, Barrio ciudad, Ciudad
http://habitat.aq.upm.es/aciudad/lista_7.html#sigla-NIDE

			Módulo por usuario			Número de usuarios				Demanda suelo	Parámetro total	
			m2 constr.	edificab.	m2 de suelo	Demanda potencial		Demanda eficaz			por hab.	por viv.
			m2c/usu	m2c/m2s	m2s/usu	%	usuarios	%	usuarios	m2s	m2s/hab	m2s/viv
Cultural	BB	Centro cívico-asociativo	0,06	1	0,06	100	30.000	100	30.000	1.800,00	0,06	1,8
	BB	Biblioteca de barrio (pequeña)	0,04	1	0,04	100	30.000	100	30.000	1.200,00	0,04	0,12
	BB	Cultural monofuncional	0,075	1	0,075	100	30.000	100	30.000	2.250,00	0,075	0,225
	BB	Total cultural barrio								5.250,00	0,175	0,525
	BC	Biblioteca mediana	0,04	1	0,04	100	30.000	100	30.000	1.200,00	0,04	0,12
	BC	Centro cultural polifuncional	0,2	1	0,2	100	30.000	100	30.000	6.000,00	0,2	0,6
	BC	Religioso (Centro de culto)	0,051	1	0,051	100	30.000	100	30.000	1.530,00	0,051	0,153
	BC	Total cultural barrio-ciudad								8.730,00	0,291	0,873
	CC	Cultural singular	0,5	1	0,5	100	30.000	100	30.000	15.000,00	0,5	1,5
	CC	Total cultural ciudad								15.000,00	0,5	1,5
	T	Total cultural								28.980,00	0,966	2
Deportivo	BB	Salas y pabellones	0,2	0,5	0,4	100	30.000	100	30.000	12.000,00	0,4	1,2
	BB	Piscinas cubiertas	0,028	0,5	0,055	100	30.000	100	30.000	1.650,60	0,055	0,165
	BB	Total deportivo barrio								13.650,60	0,455	1,365
	BC	Piscinas aire libre	0,075	1	0,075	100	30.000	100	30.000	2.262,00	0,075	0,226
	BC	Campos grandes	1,17	1	1,17	100	30.000	100	30.000	35.088,00	1,17	3,509
	BC	Total deportivo barrio-ciudad								37.350,00	1,245	3,735
	CC	Deportivo supralocal	0,68	0,5	1,36	100	30.000	100	30.000	40.800,00	1,36	4,08
	CC	Total deportivo ciudad								40.800,00	1,36	4,08
	T	Total deportivo								91.800,00	3,06	9,18

Bienestar social	BB	Clubs y hogares	2,08	1	2,08	14,8	4.440	25	1.110	2.308,80	0,077	0,231
	BB	Centros de día	1,32	1	1,32	14,8	4.440	25	1.110	1.465,20	0,049	0,147
	BB	Total bienestar barrio								3774	0,126	0,377
	BC	Alojamiento alternativo mayores	50	1	50	14,8	4.440	6	266	13.320,00	0,444	1,332
	BC	Residencias tercera edad	50	1	50	14,8	4.440	3,5	155	7.770	0,259	0,777
	BC	Centros Servicios Sociales	0,05	1	0,05	100	30.000	100	30.000	1.500,00	0,05	0,15
	BC	Centros bienestar especializado	0,05	1	0,05	100	30.000	100	30.000	1.500,00	0,05	0,15
	BC	Total bienestar barrio-ciudad								24.090,00	0,803	2,409
	CC	Centros alojamiento temporal	25	1	25	0,01	3	100	3	75	0,003	0,008
	CC	Centros de alojamiento estable	25	1	25	0,02	5	100	5	112,5	0,004	0,011
	CC	Total bienestar ciudad								187,5	0,006	0,019
	T	Total bienestar social								28.051,50	0,935	2,805
Educativo	BB	Infantil primer ciclo	4,81	0,27	18	2,15	645	30	194	3.483,00	0,116	0,348
	BB	Infantil segundo ciclo	4,81	0,27	18	2,15	645	100	645	11.610,00	0,387	1,161
	BB	Primaria	7,67	0,48	16	8,38	2.514	100	2.514	40.224,00	1,319	3,958
	BB	Secundaria obligatoria	9,6	0,53	18	7,33	2.199	100	2.199	39.582,00	1,319	3,958
	BB	Total educativo barrio								94.899,00	3,163	9,49
	BC	Bachillerato + FP	8,84	0,59	15	4,61	1.383	80	1.106	16.596,00	0,553	1,66
	BC	Ens. adultos y educacionales	5	1	5	6	1.800	100	1.800	9.000,00	0,3	0,9
	BC	Total educativo barrio-ciudad								25.596,00	0,853	2,56
	CC	Enseñanza universitaria	9,6	0,53	18	14	4.200	25	1.050	18.900,00	0,63	1,89
	CC	Postgrado, I+D, Masters	8,84	0,59	15	3	900	100	900	13.500,00	0,45	1,35
	CC	Total educativo ciudad								32.400,00	1,08	3,24
	T	Total educativo								152.895,00	5,097	15,29
Sanitario	BB	Centro de salud	0,07	1	0,07	100	30.000	100	30.000	2.100,00	0,07	0,21
	BB	Centro urgencias monográficos	0,03	1	0,03	100	30.000	100	30.000	900	0,03	0,09

	BB	Total sanitario barrio								3.000	0,1	0,3
	BC	Centro de salud especializado	0,07	1	0,07	100	30.000	100	30.000	2.100,00	0,07	0,21
	BC	Hospital especializado	0,2	1	0,2	100	30.000	100	30.000	6.000,00	0,2	0,6
	BC	Total sanitario barrio-ciudad								8.100,00	0,27	0,81
	CC	Hospital general	150	0,1	150	100	30.000	0,8	240	36.000,00	1,2	3,6
	CC	Total sanitario ciudad								36.000,00	1,2	3,6
	T	Total sanitario								47.100,00	1,57	4,71
Servicios básicos	BB	Protección m. ambiente (vecin)	0,01	1	0,01	100	30.000	100	30.000	300	0,01	0,03
	BB	Protecci m. ambiente (barrio)	0,12	1	0,12	100	30.000	100	30.000	3.600,00	0,12	0,36
	BB	Total servicios barrio								3.900,00	0,13	0,39
	BC	Protecc m. ambiente (bar-ciu)	0,07	1	0,07	100	30.000	100	30.000	2.100,00	0,07	0,21
	BC	Servicios Bomberos Protec Civil	0,03	1	0,03	100	30.000	100	30.000	900	0,03	0,09
	BC	Servicios de Policía	0,02	1	0,02	100	30.000	100	30.000	600	0,02	0,06
	BC	Servicios Administración Local	0,05	1	0,05	100	30.000	100	30.000	1.500,00	0,05	0,15
	BC	Servicios de Justicia	0,02	1	0,02	100	30.000	100	30.000	600	0,02	0,06
	BC	Mercado municipal	0,04	1	0,04	100	30.000	100	30.000	1.200,00	0,04	0,12
	BC	Total servicios barrio-ciudad								6.900,00	0,23	0,69
	CC	Protección m. ambiente (ciuda)	0,8	1	0,8	100	30.000	100	30.000	24.000,00	0,8	2,4
	CC	Abastecimiento alimentario	0,2	1	0,2	100	30.000	100	30.000	6.000,00	0,2	0,6
	CC	Justicia y defensa	0,6	1	0,6	100	30.000	100	30.000	18.000,00	0,6	1,8
	CC	Servicios de la Administración	0,6	1	0,6	100	30.000	100	30.000	18.000,00	0,6	1,8
	CC	Cementerios Servicios Fúnebre	0,9	1	0,9	100	30.000	100	30.000	27.000,00	0,9	2,7
	CC	Total servicios ciudad								93.000,00	3,1	9,3
	T	Total servicios básicos								103.800,00	3,46	10,38

Fig. 4.46.2. Resumen dotaciones por usuarios
http://habitat.aq.upm.es/aciudad/lista_7.html#sigla-NIDE

Suelo dotacional según tejido y población	Residencial	Medio	Central	Peatonal
---	-------------	-------	---------	----------

Equipamientos	Envejecida	m2s/viv	19,6	28	11,5	16,7	5,5	9	5,5	9
	Sostenible	m2s/viv	23,6	32	14,2	19,4	7,2	10,7	7,2	10,7
	Joven	m2s/viv	25,3	33,7	15,5	20,7	7,9	11,4	7,9	11,4
Espacios libres		m2s/viv	24	24	18	18	15	15	15	15
Viario		m2s/viv	39,5	39,5	35,2	35,2	28,6	28,6	5,0*	5,0*
Suelo total para dotaciones en barrio-ciudad con población sostenible (m2s/viv)		m²s/viv	39,5	39,5	35,2	35,2	28,6	28,6	5	5
		m²s/viv	24	24	18	18	15	15	15	15
		m²s/viv	23,6	32	14,2	19,4	7,2	10,7	7,2	10,7
		m²s/viv	87,1	95,5	67,4	72,6	50,8	54,3	27,2	30,7
Ímites de densidad y aprovechamiento para tejidos con población sostenible	Edificabilidad neta	m2c/m2s	1	1	2	2	3	3	3	3
	Densidad bruta	viv/ha	49	47	74	72	99	96	129	124
	Edificabilidad	m2c/m2s	0,57	0,55	0,99	0,96	1,49	1,44	1,94	1,87
	Rango de densidades	viv/ha	40-50	40-50	65-75	65-75	90-100	90-100	120-130	120-130
			E bruta	E neta	E bruta	E neta	E bruta	E neta	E bruta	E neta
Rango de existencia de los distintos tipos de ciudad equipada y con población sostenible según la densidad de viviendas	25 viv/ha	m2c/m2s	0,29	0,37	0,34	0,4	0,38	0,43	0,38	0,41
	25 viv/ha	m2c/m2s	0,29	0,38	0,34	0,41	0,38	0,44	0,38	0,41
	50 viv/ha	m2c/m2s	0,59	1,04	0,67	1,01	0,76	1,01	0,76	0,87
	50 viv/ha	m2c/m2s	0,59	1,12	0,67	1,05	0,76	1,04	0,76	0,89
	75 viv/ha	m2c/m2s	0,88	2,53	1	2,03	1,13	1,83	1,13	1,42
	75 viv/ha	m2c/m2s	0,88	3,68	1	2,21	1,13	1,91	1,13	1,47
	100 viv/ha	m2c/m2s	1,17	9,07	1,34	4,11	1,51	3,07	1,51	2,07
	100 viv/ha	m2c/m2s	1,17	26	1,34	4,9	1,51	3,3	1,51	2,18
	125 viv/ha	m2c/m2s			1,68	10,63	1,89	5,17	1,89	2,86
	125 viv/ha	m2c/m2s			1,68	18,11	1,89	5,88	1,89	3,06
	150 viv/ha	m2c/m2s					2,27	9,52	2,27	3,83
	150 viv/ha	m2c/m2s					2,27	12,29	2,27	4,2
	175 viv/ha	m2c/m2s					2,64	23,81	2,64	5,04
	175 viv/ha	m2c/m2s					2,64	53,12	2,64	5,71

Fig. 4.46.3. Resumen dotaciones Barrio-ciudad estricto solo dotaciones locales/Barrio-ciudad complejo: incluye dotaciones generales de ciudad

http://habitat.aq.upm.es/aciudad/lista_7.html#sigla-NIDE

Derecho al transporte público y movilidad urbana

El Derecho al transporte público y movilidad urbana, señalado en el artículo 18 desde el punto un enfoque urbanístico requiere simplificaciones de un fenómeno estructural y complejo de la ciudad. La Estrategia de Movilidad se sustenta en tres pilares. La seguridad, la Sostenibilidad económica, social y ambiental y la conectividad. La sostenibilidad en lo social, en lo económico y en lo medioambiental, está orientada a priorizar *la movilidad cotidiana, la equidad económico-social, la eficiencia energética, y la lucha contra el cambio climático, tratando de minimizar la contribución del transporte a las emisiones contaminantes, tanto de viajeros como de mercancías. Fomentando los modos limpios, la economía circular, la resiliencia climática y la movilidad universal.*(6)

Los modelos de asignación tráfico y de tránsito son los modelos de transporte que tienen por objeto analizar las redes de transporte urbanas utilizadas por los conductores de automóviles para dirigirse a su destino en el caso primer caso y las líneas de transporte por los usuarios del transporte público, en el segundo caso

Estos modelos de evaluación del transporte urbano de personas tiene como referencia espacial la unidad censal/unidad censal como nodos urbanos. Centroides o simples. Los Nodos centroides, que representan las zonas origen y final de un viaje, y nodos simples, localizados en las paradas del medio de transporte correspondiente o intersecciones de dos o más aristas. Las variables del análisis son las siguientes.

- a. Modalidad de transporte
 - motorizado
 - peatonal
 - ciclista
 - otros)
- b. Tipo de transporte
 - público_privado
- c. Red viaria
 - carriles reservados
 - senderos
 - otros
- d. Prestación.
 - Número paradas modo y línea/unidad censal
 - Frecuencia de modo y línea/unidad censal
- e. Intermodalidad accesibilidad a transporte público
 - Población servida a distancia <200 m/unidad censal
 - Población servida a distancia <500 m/unidad censal
 - Población servida a distancia >500 m/unidad censal
- f. accesibilidad a vehículos privados
 - Aparcamientos en vía pública

El derecho al transporte y a la movilidad urbana configura el concepto de la Movilidad Urbana Sostenible. El flujo de ciudadanos que se mueven de un barrio o distrito a otro caracteriza al espacio público. La duración del viaje, el motivo del desplazamiento, estructural, por motivos de trabajo o de estudio, o no estructural, así como el medio de transporte, permiten evaluar el modelo de transporte urbano e interurbano de la ciudad. La

lectura de diferentes estudios sobre movilidad urbana lleva a la conclusión sobre que el sistema de transporte urbano reproduce la estructura de la ciudad. Esta circunstancia ha supuesto que el transporte es un elemento estructural que genera un cambio de paradigma en la comprensión del problema urbano que debe abordar la solución de tres factores que requieren diferentes enfoques en el planteamiento de los mismos:

- La logística está en el origen del desplazamiento estructural.
- La descarbonización afecta a la elección del medio de transporte y a la tecnología disponible en permanente desarrollo
- La desigualdad urbana está relacionada con la accesibilidad, como medida de la relación entre el tiempo real entre dos puntos y el tiempo ideal medido en línea recta.

En 3.3.3.11 se describió la Conectividad como un factor que depende del número de viales y del número de nodos, siendo mayor al aumentar el número de los primeros en relación a los segundos

$$C(\psi) = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij} \quad (3.72)$$

g_{ij} Num viales entre i, j
 N Num de nodos

Por otra parte, la Accesibilidad depende del tiempo real en relación al tiempo ideal abstracto

$$A = Tr / Ti \quad (3.73)$$

Tr Tiempo real entre nodos
 Ti Tiempo ideal entre nodos

A medida que el TR supere el Ti la accesibilidad es inferior. Esta circunstancia está vinculada a varios aspectos relacionados con la modalidad de transporte (motorizado, peatonal, ciclista y otros), el tipo de transporte (público o privado), las características de la red viaria (carriles reservados, senderos y otros), la densidad de paradas y la frecuencia del modo de transporte público, la disponibilidad de aparcamientos de vehículos privados en la vía pública y la accesibilidad a aparcamientos privados, entre otros.(7)

El área de influencia de un nodo i se puede calcular en función del espacio y del tiempo, a partir de la longitud de los tramos de viales

$$Li = \sum_{j=1}^n l_j \leq v \cdot ti \leq V \quad (3.74)$$

Siendo

Li longitud de influencia del nodo i

lj longitud de los tramos de viales incluidos en la influencia
v velocidad de desplazamiento según tipo
ti tiempo determinado
Vi valor límite de tiempo o de longitud de recorrido desde el nodo i

Estos nodos se hasta ahora desde un enfoque restringido estático, como se ha señalado, que va a ser completado por el enfoque dinámico en el apartado que analiza el vector espacial. En realidad aquí se está describiendo el estado actual del modelo urbano e identificando las vulnerabilidades. Por ello se considera necesario con carácter general en el conjunto de elementos que configuran el vector social, trasladar aquí el resultado del análisis estático, que es interpretada como la vulnerabilidad a subsanar.

Con esta advertencia, ahora se evalúa la vulnerabilidad en el transporte y la movilidad como el grado de conectividad y de accesibilidad de cada lugar (centroide o punto en el plano), ponderado por el área de influencia del nodo. El análisis adquiere una doble dimensión. Por un lado, la evaluación objetiva, es decir el resultado del cálculo de la conectividad $C(\psi)$ y de la accesibilidad A , que puede también relacionarse con la población P del área.

$$C(\psi)_p = C(\psi)/P \quad (3.75)$$

$$A_p = A/P \quad (3.76)$$

Por otro lado, se puede realizar el análisis comparativo con otros centroides para evaluar la dispersión o desequilibrio respecto al resto de áreas y en relación con la media de la conectividad y accesibilidad.

$$CC_{pi} = \frac{n C(\psi)_{pi}}{\sum_{i=1}^n C(\psi)_{pi}} \quad (4.67)$$

Para

$CC_{pi} > 1$ Conectividad superior a la media de conectividad urbana en relación a la población servida

$CC_{pi} < 1$ Conectividad inferior a la media de conectividad urbana en relación a la población servida.

De forma equivalente

$$CA_{pi} = \frac{n A_{pi}}{\sum_{i=1}^n A_{pi}} \quad (4.68)$$

Para

$CA_{pi} > 1$ accesibilidad superior a la media de conectividad urbana en relación a la población servida

$CA_{pi} < 1$ Accesibilidad inferior a la media de conectividad urbana en relación a la población servida.

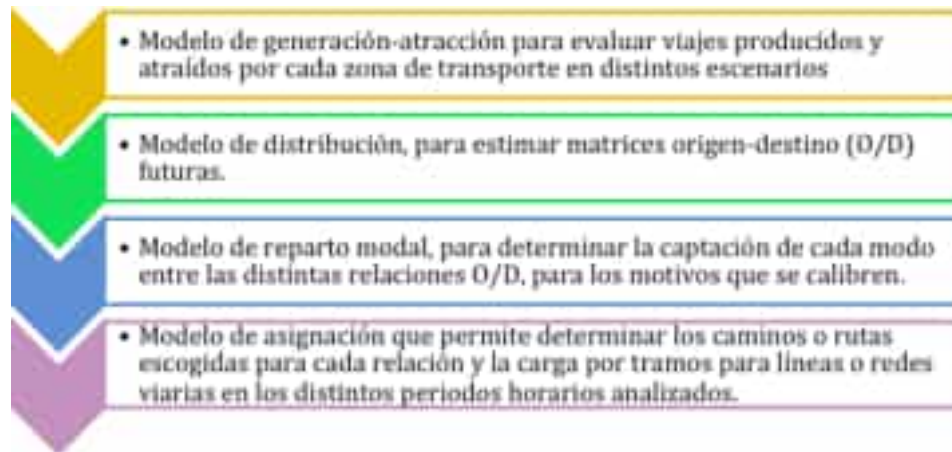


Fig. 4.47 Modelización de transporte público

Modelo de transporte público

Ya se ha señalado que el Derecho al transporte se incluye en el articulado de la Carta Mundial del derecho a la Ciudad. La modelización de transporte es un instrumento de planificación que permite estimar los flujos de pasajeros o vehículos que ocupará una red de transporte en cada uno de los modos considerados y en cada escenario futuro. Los modelos para abordar la planificación del transporte se basan en los viajes, entre un origen y un destino y los modelos basados en actividades, que analizan la secuencia de viajes a lo largo del día provocados por una serie de actividades. La demanda del usuario de servicios de transporte es dinámica, asociada cada momento del día, de la semana y del mes. Por otro lado, la oferta de servicios de transporte público depende de la infraestructura y de los operadores.

La modelización matemática del sistema en equilibrio se enfoca a través de cuatro etapas (Fig. 4.47)

Fase de generación

Fase de distribución

Fase de partición modal

Fase de Asignación.

No obstante, debido a la dificultad para obtener datos de flujos de vehículos exhaustivo mediante aforadores de tráfico se puede prescindir del modelo de generación, quedando en tres etapas para obtener únicamente el modelo de distribución.

La matriz de demanda G relaciona el par origen_destino con el valor de usuarios. El análisis del modelo incluye el análisis de las rutas, los tiempos de espera así como la determinación de la demanda insatisfecha, independientemente de la de la ruta seleccionada. El criterio objetivo estará relacionado con la distancia más corta pero el menor tiempo de desplazamiento es el factor más valorado (o menos penalizado por el usuario, combinado con el cambio de modo). La matriz de demanda se obtiene considerando el número total de viajes v_{ij} que se originan en una zona origen p, O_p , y el número total de viajes que tienen como destino la zona destino q, D_q .

$$\begin{vmatrix} V_{11} & V_{12} & \dots & V_{1,n} \\ V_{21} & V_{22} & \dots & V_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{m1} & V_{m2} & \dots & V_{m,n} \end{vmatrix}$$

Pero calcular esta matriz de demanda requiere disponer de datos de difícil obtención por lo que existen diferentes métodos para resolver este problema (4)

El tiempo esperado de viaje p,q es la suma de tiempo en cada línea p,q , más el tiempo de espera promedio en cada nodo así como las probabilidades de línea. La estrategia óptima es la que ofrece menor tiempo de espera. A partir de este valor se calcula el volumen de pasajeros.

El modelo básico de transporte urbano se plantea siendo

Ol Nodos de viaje correspondientes a la suma de todos los arcos del trayecto.
 f_i Frecuencia de espera de la línea i en el nodo Ol
 t_i Tiempo de espera $f_i=1/t_i$
 v_l Volúmen total de pasajeros del nodo Ol
 v_i Volúmen de pasajeros que toman la línea i
 v_i Coeficiente de pasajeros en nodo Ol que toman la línea i, $v_i=v_l/V$

- a. Tiempo de espera t_o en cada nodo Ol de cada arco del trayecto de viaje es igual a la suma de las frecuencias f_i ($f_i=1/t_i$, siendo t_i el periodo da la línea i) de las l líneas atractivas ($1 < i < n$) que pasan por el nodo Ol siendo v_i el coeficiente del volumen de pasajeros v_l/V que toman cada una de esas n líneas.

$$t_o = v_l / \sum_{i=1}^n f_i \quad (4.69)$$

- b. Tiempo de desplazamiento t_{di} es el tiempo a bordo del vehículo de la línea i
 c. Probabilidad $\pi_{o,i}$ de abandonar el nodo Ot utilizando cierta línea i, es igual a dividir la frecuencia de cada línea f_i entre la suma de frecuencias de las líneas atractivas en ese nodo

$$\pi_{o,i} = f_i / \sum_{i=1}^n f_i \quad (4.70)$$

- d. Tiempo de viaje t_{vi} es igual a la suma del tiempo de desplazamiento t_{di} por la probabilidad de línea, por el volumen de pasajeros v_i en cada trayecto

$$t_{vi} = \sum_{i=1}^n t_{di} \pi_{o,i} v_i \quad (4.71)$$

El tiempo total de trayecto se calcula sumando los tiempos de espera multiplicados por el volumen de pasajeros en cada nodo, más el tiempo de viaje t_{vi}

$$T = \sum_{o=1}^l t_o v_l + \sum_{i=1}^n t_{di} \pi_{o,i} v_i \quad (4.72)$$

Modelo de actividades

Alternativamente al Modelo de viajes (y las aplicaciones correspondientes) existen diversas aplicaciones de código abierto que en la actualidad ofrecen resultados de interés basados en autómatas celulares. (6) que abordan el análisis de modelos de transporte según el modelo de actividades.

Transims, que opera bajo código abierto de la NASA, es un sistema de simulación de análisis de sistemas de transporte regionales a través de un simulador de autómatas celulares basado en actividades que varían permanentemente en el tiempo.

La metodología consiste en cargar el tráfico en la red e iterar hacia el equilibrio de Nash, es decir hacia un escenario incierto en el que se maximizan los resultados. Los 4 submódulos incluyen sintetizador de población, generador de actividad, planificador de rutas y microsimulador. Los módulos se retroalimentan, por lo que cada salida será la entrada siguiente de forma iterativa hasta alcanzar el equilibrio. Los viajeros se modelan para lograr una ruta más corta que sea mejor para la población general en lugar de una ruta significativamente mejor. Una limitación importante es que los viajeros eligen un modo de transporte de acuerdo con las encuestas de viajes en lugar de optimizar sus necesidades de viaje.(5) Esta metodología y aplicación a provocado un debate en las escuelas de pensamiento, entre los escépticos que consideran que los requisitos informáticos y de capacitación limitarán su uso a las empresas grandes y los positivos, que consideran que los requisitos reglamentarios provocarán su penetración, lo que por otra parte puede generar tensión al exceder la capacidad del personal del proyecto para apoyar a las regiones afectadas. Por último, la escuela de escala que considera que su implantación en las empresas grandes abordarán las cuestiones estructurales y derivará a una versión más operativa para asuntos de otra escala.

Estos modelos están diseñados principalmente para el análisis, diagnóstico y corrección del modelo de transporte existente sobre las áreas urbanas e interurbanas, sin embargo resulta inmediata su aplicación a la planificación de nuevas áreas urbanas que resultan del crecimiento de las ciudades y del nuevo orden urbano, de requerimientos, demandas y necesidades del nuevo escenario desequilibrado respecto al orden (o desorden) anterior.

- (1) <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3316/55865-6.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- (2) Dávila y Ponce señalan en su estudio sobre delincuencia en el País valenciano.
<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/587/1/Davila%20Linares-Distribucion%20espacial.pdf>
- (3) Molina, Morales y Mancebo señalan en su estudio sobre el fenómeno delictivo en Albacete que la vía pública es el principal escenario de delitos de índice patrimonial, especialmente en las calle, muy estrechas y poco iluminadas
- (4) Arch. 8 Cornport./Arch. Behav., Vol. 3, n. 3, p. 217-231 (1987)
- (5) $R = 1$ si la celda ve al observador
 $R = 0$ si la celda no ve al observador
 La clase de entidad de puntos de observador puede contener puntos o líneas.
 Los nodos y vértices de las líneas se utilizarán como puntos de observación.
<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/using-viewshed-and-observer-points-for-visibility.htm>
 Esta información se puede cruzar con el plano de información de delitos cometidos, para establecer medidas que permitan garantizar la seguridad, así como la integridad del conjunto de la ciudadanía.
 Por otra parte DepthmapX permite realizar análisis sintáctico del Espacio Urbano Mapas de convergencia, Gráficos de accesibilidad y de visibilidad
 Es necesario disponer de datos geolocalizados a nivel municipal para poder realizar un análisis eficiente que garantice el derecho a la seguridad
 Entredatos ofrece un mapa de calor de las diferentes categorías de delitos en toda España
<https://entredatos.es/mapa/crimen/espana/>
- (6) <https://esmovilidad.mitma.es/ejes-estrategicos>
- (7) El Ley de Movilidad Sostenible y Financiación del Transporte APLMSFT establece que los municipios deberán redactar planes de movilidad sostenible que contendrán de ordenación de la distribución urbana de mercancías cooperando con otros municipios colindantes para el establecimiento de criterios homogéneos. Por otra parte, establece la necesidad de elaborar un listado de indicadores que se incluirán en Documento de Orientaciones para la Movilidad Sostenible (DOMOS)
 La comunidad de Cataluña ya tiene un camino recorrido desde su aprobación de Ley 9/2003, de 13 de junio, y el Decreto 344/2006, de 19 de septiembre, de regulación de los estudios de evaluación de la movilidad generada, que supone un avance en esta materia. Este decreto establece que los estudios de evaluación de la movilidad generada referentes a planeamiento urbanístico, para evaluar la movilidad generada, han de hacer una estimación del número de desplazamientos que generan los diferentes ámbitos del plan en función de las superficies, de los usos permitidos o del índice de edificabilidad fijado en el planeamiento.
 Por otra parte, establece el Déficit de explotación del transporte público de superficie, cuyo cálculo es el siguiente
 $D = r p$

D=déficit de explotación del transporte público de superficie.

r=incremento de los km totales recorridos diariamente estableciendo 6 circulaciones mínimas a cada parada.

p=precio unitario del km de recorrido

4.4.2.7 FLUJO AMBIENTAL_ ECONÓMICO

 λ

Este apartado analiza el reparto equilibrado y sostenible del esfuerzo y la fiscalidad en correspondencia con el impacto ambiental de la actividad económica, de las necesidades de la sociedad y de los recursos disponibles.

Los servicios ecosistémicos representan flujos de bienes y servicios relacionados con el bienestar de los seres humanos, aspecto que permite estimar su valoración, como Valor de Uso (Funcional. Directo o Indirecto) o como Valor Simbólico (Legado o Identidad), más allá del precio en sí mismo, aunque sea necesario su transformación en unidades monetarias. (1)

La metodología empleada para la valoración económica de los servicios ecosistémicos debe partir de una sistemática que elimine ausencias y dobles contabilidad, identificando los proveedores y beneficiarios de los servicios ecosistémicos, así como, en su caso, la unidad de provisión de servicios considerada. Es necesario además considerar el estado de conservación del ecosistema, así como el valor agregado que generan los servicios ecosistémicos como la capacidad del sistema para mantener estos valores ante posibles perturbaciones y las dinámicas de cambio en los propios ecosistemas y sus servicios así como su sensibilidad a las variaciones en el contexto (por efectos sinérgicos o de sustitución) y a los posibles impactos por choques exógenos, incluyendo el impacto antrópico (2)

Es necesario realizar la valoración con destino a fines, es decir el objeto de la valoración, que puede ser Política, Regulatoria, para Normativa ambiental, y para Contabilidad ambiental

Los valores de Uso se estiman mediante métodos indirectos relativos a valoración a precios de mercado, por función de producción, por costes de reposición, por estimación de costes evitados, el método de precios hedónicos, que identifica los factores determinantes por las características internas del bien que se vende como por los factores externos que lo influyen y el del coste de viaje. Los métodos directos están orientados a cuantificar valores simbólicos fuera del mercado.

Se considera que el marco del presente estudio permite abordar la valoración económica del sistema ecosistémico mediante el enfoque de la absorción de carbono. La captación de CO₂ por los ecosistemas vegetales terrestres se considera como elemento estructural del equilibrio ecosistémico (3). La fijación o secuestro en sumidero de CO₂ por los ecosistemas se denomina producción neta de la biosfera (PNB) que es el resultado de la diferencia entre la absorción fotosintética de CO₂ y las pérdidas por respiración, por descomposición de la materia orgánica y por otras perturbaciones.

El CO₂ secuestrado por las plantas es el resultado de las diferencias entre el CO₂ atmosférico absorbido durante el proceso de la fotosíntesis y el CO₂ emitido por la atmosfera durante la respiración. Esta diferencia es convertida en biomasa y suele oscilar entre el 45-50 % del peso seco de la planta. Por lo tanto, mientras el crecimiento sea alto, la vegetación natural

y los cultivos agrícolas se convierten en los sumideros de carbono. Teniendo esto en cuenta, la agricultura se puede convertir en un mecanismo efectivo para mitigar el incremento del CO₂ atmosférico (4)

La matriz λ es de 3xn elementos λ_{ij} , donde i representa respectivamente litosfera, hidrosfera y atmosfera por un lado y j representa cada uno de los sectores económicos e instituciones (incluidos hogares y administración). Por ello, el sector económico e institución i debe soportar una fiscalidad debida a la generación de residuos λ_{1i} por residuos, λ_{2i} por vertidos, λ_{3i} por emisiones, que incluyen la parte proporcional de gestión de servicios ecosistémicos.

$$\lambda = \begin{vmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \lambda_{13} & \dots & \lambda_{1n} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \lambda_{23} & \dots & \lambda_{2n} \\ \lambda_{31} & \lambda_{32} & \lambda_{33} & \dots & \lambda_{3n} \end{vmatrix}$$

Cada uno de estos valores constituirá incrementos exógenos que afectarán a la matriz α , de la misma manera que los valores de la matriz θ de inversión_gasto de evaluación de renta en derechos. Este flujo exógeno provoca el efecto multiplicador ante perturbaciones en los gastos provocados por la demanda exógena de bienes y servicios ecosistémicos del territorio como ya se ha descrito en 4.4.2.2

Se puede considerar λ como una matriz de fiscalidad ambiental ya que es el resultado de la valoración en unidades monetarias de las medidas de gestión ambiental que se describen en 4.4.2.8, cuyos resultados se calculan de la siguiente manera.

De 4.37, 4.38, 4.39, se obtiene ι , que es la matriz de derechos de recursos ambientales, ι_1 derecho a cobertura vegetal para compensar el consumo ineficiente de suelo ζ_{m1} y la generación GEI ζ_{m3} de actividades económicas, ι_2 derecho al agua y ι_3 derecho a la energía

$$\begin{aligned} \iota_1 &\geq \zeta_{m1} + \zeta_{m3} \\ \iota_2 &\geq \sum_{i=1}^n A_i + \sum_{j=1}^m H_j \\ &\quad A_i = \zeta_{m2} \quad \text{Consumo de agua en actividades económicas} \\ &\quad H_j \quad \text{Consumo de agua en hogares} \\ \iota_3 &\geq \sum_{i=1}^n E_s + \sum_{j=1}^n E_f \end{aligned}$$

La matriz λ representa el valor de las compensaciones económicas derivadas de la vulnerabilidad del derecho ambiental cuyos valores configuran la matriz μ . Estos valores μ_{ij} deben monetizarse mediante la matriz m de unidades monetarias por unidad de derecho vulnerada

$$|\lambda| = |\mu|^t |m| |k| \quad (4.73)$$

Siendo

μ matriz de vulnerabilidad de derecho ambiental
 m matriz de unidades monetarias
 k matriz de proporcionalidad sectorial de mantenimiento de ecosistemas

La matriz de unidades monetarias está vinculada al objetivo que se pretende del servicio ecosistémico y tipo de actuación, ambos relacionados con la reducción o eliminación de CO₂ producido por cada sector económico e institución. En este sentido se considera necesario repartir la carga fiscal que supone la sostenibilidad ambiental del sistema basada en el legado natural a las generaciones posteriores (Criterio cultural y político actual declarado en el informe Brundtland)

Se comprueba que cada soporte i de λ correspondiente a $i=1$ litosfera, $i=2$ hidrosfera e $i=3$ atmosfera de cada uno de las actividades económicas e instituciones j entre 1 y n , mantienen una relación con cada uno de las actividades económicas e instituciones que provocan la lesión de forma completamente ajustada.

Por otro lado, la gestión del patrimonio natural ι así como los servicios ecosistémicos del territorio configuran la matriz μ , cuyos elementos deben ser debidamente costeados por las diferentes administraciones que obtendrán los recursos a través de la adecuada fiscalidad ambiental, de manera proporcional k a los diferentes sectores e instituciones que obtengan beneficio y bienestar.

- (1) La valoración económica de un ecosistema es una materia de gran complejidad como muestra el informe técnico elaborado por UK National Ecosystem Assessment Understanding nature's value to society en 2011 (capítulo 22 y 26 más apéndices)
<http://uknea.unep-wcmc.org/Resources/tabid/82/Default.aspx>
Estudios de valoración económica
Protección de bosques evita 3,7 MM \$/año CO₂
Degradación costas 50 MM\$/año
- (2) Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Pag 92
https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/basescientifico-tecnicasseeivcre_tcm30-479558.pdf
- (3) A escala mundial se considera que la biosfera terrestre fija cerca de 2 MT/año (UNESA, 2005)
- (4) (Micaela Carvajal et al)
http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf
Mapa de cobertura forestal
- (5) <https://my.gfw-mapbuilder.org/v1.latest/>
Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global Markku Kanninen
<https://www.fao.org/3/y4435s/y4435s09.htm>
Calculadora de equivalencias de gases de efecto invernadero - Cálculos y referencias
<https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-calculos>

4.4.2.8 FLUJO AMBIENTAL_ DERECHO

μ

Este apartado analiza los requerimientos para el cumplimiento del Derecho ambiental que se derivan de las necesidades del conjunto de la sociedad para el ejercicio de sus derechos. En el apartado ι se han calculado los recursos ambientales disponibles existentes en la litosfera, hidrosfera o atmosfera. Sin embargo, estos recursos pueden satisfacer las necesidades de bienestar de los ciudadanos **totalmente o parcialmente**. En este caso, el impacto de las actividades económicas y domésticas requiere la adopción de medidas compensatorias y/o equilibrantes que garanticen el desarrollo y la convivencia sostenible con el entorno ambiental. Para ello, la matriz μ refleja las necesidades de cada uno de los servicios ecosistémicos.

La matriz μ

$$\mu = \begin{vmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & \mu_{13} & \dots & \mu_{1m} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \mu_{23} & \dots & \mu_{2m} \\ \mu_{31} & \mu_{32} & \mu_{33} & \dots & \mu_{3m} \end{vmatrix}$$

Donde

ι_{ij} derecho ecosistémico del soporte i correspondiente a litosfera, hidrosfera o atmosfera que requiere el derecho civil j para el desarrollo de esos servicios ecosistémicos

Es una matriz diagonal $3 \times m$ que representa el conjunto de derechos ecosistémicos que el conjunto del municipio o territorio aspira o requiere alcanzar.

Esta matriz se deriva de la matriz ι de dimensión $m \times 3$

$$\iota = \begin{vmatrix} \iota_{11} & \iota_{12} & \iota_{13} \\ \iota_{21} & \iota_{22} & \iota_{23} \\ \iota_{31} & \iota_{32} & \iota_{33} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \iota_{m1} & \iota_{m2} & \iota_{m3} \end{vmatrix}$$

En el apartado anterior se trae la matriz de derechos ambientales ι de 4.37, 4.38, 4.39, ι_1 derecho a cobertura vegetal para compensar el consumo ineficiente de suelo ζ_{m1} y la generación GEI ζ_{m3} de actividades económicas, ι_2 derecho al agua y ι_3 derecho a la energía

$$\iota_1 \geq \zeta_{m1} + \zeta_{m3}$$

$$\iota_2 \geq \sum_{i=1}^n A_i + \sum_{j=1}^m H_j$$

$$A_i = \zeta_{m2}$$

Consumo de agua en actividades económicas

$$H_j$$

Consumo de agua en hogares

$$\iota_3 \geq \sum_{s=1}^n E_s + \sum_{f=1}^n E_f$$

El conjunto patrimonial ecológico del territorio o recursos disponibles para el ejercicio de los servicios ecosistémicos existentes destinados al desarrollo de los derechos civiles está afectado o disminuido por la actividad del sistema urbano en su conjunto. Es necesario por tanto compensar los recursos afectados.

Los valores de μ_{1i} se corresponden con u_{ij} que deben compensarse menos aquellos valores u'_{ij} que por su naturaleza no requieran su compensación, por tratarse de energías renovables o se hayan compensado a través de recursos naturales (sumideros de carbono o coberturas vegetales)

$$|\mu| = |u|^t - |u'| \quad (4.74)$$

siendo

$|\mu|$ matriz $3 \times m$ de flujo ambiental de derechos

$|u|^t$ matriz transpuesta $3 \times m$ de patrimonio ambiental existente

$|u'|$ matriz $3 \times m$ de servicios ecosistémicos naturales o compensados formado por u'_{ij} del soporte i correspondiente a litosfera, hidrosfera o atmosfera

La matriz μ se traslada a la evaluación de la matriz λ afectándola de la matriz de monetización y el coeficiente de proporcionalidad de actividad económica.

“A los efectos del presente Convenio: a. por “paisaje” se entenderá cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos” (Artículo 1 del Convenio Europeo del Paisaje – Definiciones)

“Con sujeción a las disposiciones contenidas en el Artículo 15, el presente Convenio se aplicará a todo el territorio de las Partes y abarcará las áreas naturales, rurales, urbanas y periurbanas. Comprenderá asimismo las zonas terrestre, marítima y las aguas interiores. Se refiere tanto a los paisajes que pueden considerarse excepcionales como a los paisajes cotidianos o degradados”. (Artículo 2 del Convenio Europeo del Paisaje – Ámbito de aplicación)

4.4.2.9 FLUJO AMBIENTAL_ ESPACIAL V

El presente apartado analiza la distribución espacial de los derechos ambientales. Ya se ha descrito de forma reiterada a lo largo del presente estudio que el derecho es el principio que orienta la formulación del análisis y de las propuestas desde cada uno de los enfoques que aquí se despliegan. También se ha señalado que el mapa del territorio refleja fielmente las características, condicionantes, aspiraciones y hábitos, cultura en general, de la sociedad que habita dicho territorio. La convivencia social y la convivencia con el entorno se reflejan en el paisaje.(1)

Con carácter previo es necesario señalar que las unidades de paisaje Ecosistémico se diferencian de las Unidades de Paisaje Holístico derivadas del Convenio Europeo del Paisaje, que considera el Paisaje como la combinación de Patrimonio Natural y Patrimonio Cultural

Conectividad ecológica

El concepto de conectividad ecológica hace alusión a la configuración de los paisajes, que más allá de una cuestión relativa a la percepción, propia del ámbito de la estética, se relaciona con hechos objetivos relacionados con el desplazamiento y la dispersión de las especies. Por lo tanto se trata de un concepto relacionado con la extensión y continuidad de los sistemas ecológicos y las rutas de las especies animales y vegetales que tiene su representación mediante el mosaico de la malla del paisaje.



Fig 4.48 Cuenca de visibilidad

Se distingue entre la conectividad estructural, referida a patrones del paisaje, corredores ecológicos o matrices espaciales, empleada en la ecología del paisaje, y la conectividad funcional, relacionada con la capacidad de movimiento de una determinada especie para desplazarse a través del territorio, empleada en la dinámica de metapoblaciones.(2)

Cuenca de Visibilidad

Se ha señalado que el paisaje ecosistémico se complementa con el paisaje cultural para obtener el Paisaje Holístico que es objeto de la Dinámica Urbana. Un paisaje cultural que está relacionado con los aspectos simbólicos del territorio. Se considera por tanto que la percepción del paisaje es objeto de análisis para abordar la componente cultural del paisaje y esta percepción está relacionado con el estudio de la cuenca de visibilidad del paisaje.

El análisis de la Cuenca de visibilidad incluye los siguientes conceptos (3)

La visual (rayo visual o rayo) es la recta imaginaria que conecta el punto observación O con un punto destino $a, b, \dots$

La pendiente visual (virtual) m_{Ob} es la tangente del ángulo formado por la visual con la horizontal, cuyo resultado es la diferencia de cotas entre el punto de observación y el punto destino dividida por la distancia proyectada en el plano horizontal.

$$m0b = \frac{ab - a0}{d02} \quad (4.75)$$

Para determinar la visibilidad entre dos puntos es necesario calcular las pendientes de los puntos intermedios (Fig. 4.48)

$M02 > m0i$ visibilidad
 $M02 < m0i$ no visibilidad

El alcance o distancia máxima en una dirección de las observaciones depende de la finalidad del estudio y su área de Escala. Por ello se consideran los siguientes elementos que caracterizan el análisis de la cuenca visual

Cuenca visual absoluta

Superficie total vista desde un punto de observación, sin atender a la forma o distribución.

Pendiente visual media (Tévar, 1995)

Mide la sensación de dominancia del observador. Media de las pendientes visuales ponderadas con la superficie.

Valores negativos indican situación dominante del observador

Compacidad

Superficie de zonas ocultas en el interior de la cuenca visual en relación con la totalidad de la misma y diversidad mediante desviación típica.

Puntos singulares (Tévar, 1995)

Punto sobresaliente, es una superficie que se encuentra rodeada de zonas ocultas por la topografía del terreno al menos en un 70% de la malla.

Punto oculto es una superficie rodeada por otros puntos visibles

Índice de circularidad (Miller, 1953)

Cociente entre el área de la cuenca A y el área del círculo inscrito de la cuenca de perímetro P y radio R

$$R = A / \pi R^2 = A / \pi (P / 2\pi)^2 = A 4 \pi P^2 \quad (4.76)$$

Excentricidad

Cociente entre la distancia d del observador al centro de gravedad de la cuenca visual y el radio R del círculo inscrito a la misma.

$$E = d / R \quad (4.77)$$

Matriz territorial (o matriz del paisaje)

La matriz territorial se refiere a la malla en la que se divide un territorio bien por asignación del uso dominante o bien para el análisis del desplazamiento de las especies en su hábitat, denominándose también

como matriz territorial o del paisaje a la combinación de información sobre el hábitat, coberturas y resto de elementos que caracterizan el suelo. (4)

Por lo tanto, resulta evidente abordar el análisis de flujos ambientales desde un enfoque espacial a través del análisis del equilibrio del paisaje, que representa implícitamente aspectos identitarios y culturales de la sociedad que lo transforma permanentemente con el objeto de obtener su bienestar. Un paisaje de la totalidad que incluye el paisaje urbano como una singularidad en el paisaje total que incluye aspectos sociales, culturales, económicos, ambientales de forma integral. Por tanto, no se trata solamente de analizar los elementos naturales, sino que por el contrario es obligado incluir los elementos que caracterizan el paisaje antropizado, que afecta a la tierra, al agua y al aire. A la litosfera, a la hidrosfera y a la atmósfera. Este paisaje se va a caracterizar por aquellos elementos del Patrimonio Natural, así como por los elementos del Patrimonio Histórico_Cultural y también del Patrimonio Etnológico que tienen su representación en el mismo al adquirir la que adquieren la consideración de hitos y referencias sustantivas del sistema. Este paisaje también es sensible a las condiciones climáticas estableciéndose una relación de recíproca influencia entre las condiciones meteorológicas y cada lugar determinado. (5)

Existen numerosos antecedentes que enfocan el estudio del paisaje desde diferentes puntos de vista y, por otra parte, es necesario identificar la escala adecuada de análisis del marco territorial que se pretende abordar en función de los objetivos que se pretenden alcanzar.

Con estos antecedentes se elabora la matriz v

$$v = \begin{vmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1s} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2s} \\ v_{31} & v_{32} & \dots & v_{3s} \end{vmatrix}$$

Formada por s filas referidas a las secciones censales, en las que se incluyen las correspondientes a las situadas en suelo rústico y 3 columnas relativas a litosfera, hidrosfera y atmósfera.

La metodología de análisis del paisaje ha sido ampliamente desarrollada desde numerosos enfoques. Para construir la matriz v se observa la metodología propuesta por el Convenio Europeo del Paisaje CEP, que señala las etapas fundamentales de los procesos que conducen a la acción paisajística holística son los siguientes (6)

1 Conocimiento de los paisajes

- a. Identificar las características específicas de cada paisaje
- b. Caracterizar los rasgos específicos atendiendo a la Población, Topografía, Uso del Suelo, Actividad Económica, Patrimonio Natural, Patrimonio Cultural, Flora y Fauna (Gómez Zotano y Pascual Riesco Chueca)
- c. Evaluar los atributos y significados del paisaje

1 Formular los objetivos de calidad paisajística

2 Determinar las acciones de protección, gestión y ordenación del paisaje en el tiempo (medidas y acciones excepcionales y medidas y acciones ordinarias)



Fig. 4.49 Pirámide taxonómica del Paisaje según LCA Fuente Gómez Zotano
<https://tysmagazine.com/nueva-metodologia-de-clasificacion-del-paisaje-que-permita-reconocer-y-proteger-la-diversidad-paisajistica-espanola/>

- 3 *Realizar el seguimiento de las transformaciones, así como evaluar los efectos de las políticas, y establecer una redefinición de opciones en su caso.*

El análisis y diagnóstico territorial debe incluir al menos los siguientes elementos (7)

- 1 *Inventario de recursos paisajísticos articulado con expresión de principales valores y conflictos paisajísticos que afectan a los recursos inventariados.*
- 2 *Identificación de las actividades y procesos que provocan la transformación del paisaje con determinación de requisitos para cada una de ellas así como evaluación de su efectividad paisajística*
- 3 *Tipología de paisajes adecuada a la escala ordenada relacionado con las tipologías de los niveles que precedan y sucedan a la considerada, identificando tipos de paisaje que requieran regímenes especiales de protección, gestión u ordenación (Fig 4.49)*

El estudio de la dinámica del paisaje debe referirse al proceso integral de su constitución y no sólo a las acciones asociadas inmediatamente a los cambios observados, los cuales pueden tener su explicación en causas estructurales menos evidentes.(8)

La matriz v' tiene por objeto representar la dinámica de transformación del paisaje. Por ello

$$v'(t)=v(t1)-v(t0) \quad (4.41)$$



Por tanto v'_{ij} estará formado por los recursos paisajísticos de la unidad censal i (incluida las que se refieren al suelo rústico) correspondiente a la litosfera, a la hidrosfera y a la atmosfera de la columna j . Cada uno de estos recursos estará identificado con un valor de densidad general.

La actividad económica y usos del suelo de cada unidad censal desde el enfoque espacial se analiza en el apartado de las matrices η y ξ , por lo que en esta ocasión v'_{ij} representará la dinámica del paisaje asociada a Relieve (relacionado con el concepto de cuenca visual, que es el ámbito territorial observable desde un punto de observación(9)), al Patrimonio Natural, al Patrimonio Cultural, a la Flora y Fauna, a la Iluminación y al Clima, como resultado de la diferencia de valores existente en el momento 0 y 1.

Accesibilidad paisajística

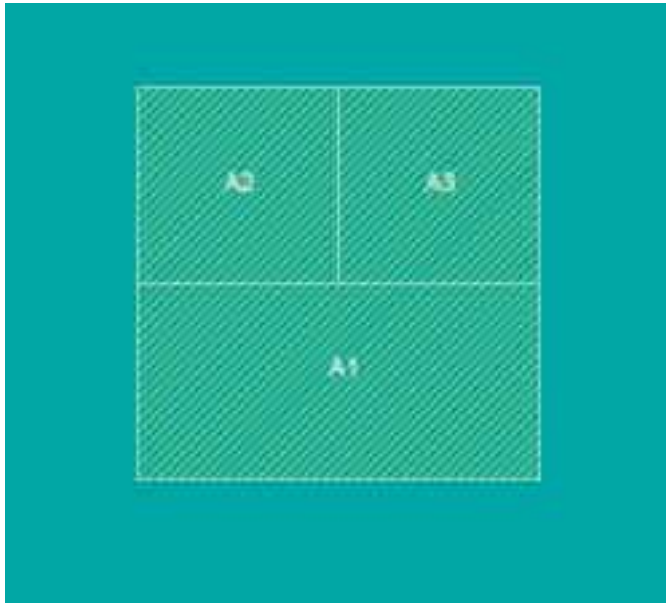
Haciendo una equivalencia con la medida de la accesibilidad a los elementos patrimoniales, históricos y naturales, se puede deducir que la medida de accesibilidad paisajística es AP

$$AP_i = \sum_{j=1}^n \frac{P_j(t)}{d_{ij}} \quad (4.78)$$

Donde



Fig. 4.50 Análisis de paisaje de PGOM El Puerto Santa María. Elaboración propia



$A_{total} = 4 \text{ Km}^2$

$$P1 = 1/2 \cdot 1/2 = (A1/A_{total})^2$$

$$P2 = 1/4 \cdot 1/4 = 1/16 = p3$$

$$P = p1 + p2 + p3 = 3/8 = 0,375$$

$$Meff = A_{total} \cdot p = \frac{\sum_{i=1}^n A_i^2}{A_{total}} = 1,5 \text{ Km}$$

- P_i elementos patrimoniales de referencia de la cuenca visual del momento t
- d_{ij} distancia entre las unidades territoriales i y el elemento patrimonial de referencia j

Al igual que anteriormente, ahora se puede calcular la Autocorrelación espacial paisajística que permite relacionar los valores que determinan las características del paisaje con localizaciones de la cuenca a través de la siguiente representación

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij} z_{ij} \quad (4.79)$$

- n total de lugares del mapa,
- δ_{ij} elementos de la matriz de adyacencia de las teselas paisajísticas (ortogonal, diagonal o reina),
- z_{ij} distancia de los valores i y j en el espacio euclídeo.

En 5.2 sobre Autocorrelación espacial se calcula el Índice de Moran

$$I_i = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \quad (4.80)$$

Fig. 4.51 Conexión espacial

https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/LuisFrancisco_Madrinan.pdf

$$\delta_{i,j} = \begin{cases} 1, & \text{si } \delta_{i,j} \geq \psi \text{ adyacente } i \neq j \\ 0, & \text{otro caso} \end{cases}$$

Donde

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2 \quad \text{varianza}$$

z_i, z_j valor de la variable Z de las áreas i y j media

$\bar{z}$ media aritmética de todos los valores de las áreas

$z_i = (x_i - \bar{x})$ media aritmética de todos los valores de las áreas donde x_i es el valor de la variable en diferentes localizaciones.

Ya se señaló también que para evaluar si la Autocorrelación Espacial es significativa o se produce aleatoriamente se realiza una comprobación de hipótesis nula

$$E[I] = -1/(n-1)$$

Los valores oscilan entre -1 (dispersión perfecta) a 1 (correlación perfecta), siendo el valor igual a cero cuando el patrón espacial es aleatorio.

Por tanto, la medida de la accesibilidad paisajística caracterizada por la distancia entre el punto de vista y los valores naturales y patrimoniales, históricos y naturales, así como la identificación de patrones a través de la autocorrelación espacial mediante el cálculo de la I de Moran permite identificar el paisaje desde un enfoque especializado, propuesto por el CEP,

como uno de las fuentes del proceso que debe completarse mediante diversas formas de participación pública.

Continuidad del paisaje

Si el derecho al lugar se ha definido en 4.4.2.11 como la suma de los derechos civiles evaluados por su potencial de derecho que depende de aspectos endógenos y exógenos, ahora los derechos civiles son completados por los derechos ambientales relacionados con los aspectos sintácticos espaciales y los aspectos endógenos están relacionados con aspectos cualitativos o semánticos. Estos aspectos semánticos se han analizado en el apartado 4.4.1.3 al construir la matriz γ . Ahora se analizan los aspectos sintácticos relacionados con las distancias y otras dimensiones. Estos análisis coinciden con los desarrollados en anteriores apartados relativos a movilidad, conectividad, accesibilidad, isocronía así como con la identificación de los patrones de localización. Pero es necesario realizar previamente una revisión de la continuidad o fragmentación de los elementos analizados ya que al analizar las distancias a un espacio libre, lo que es equivalente al valor de un espacio libre que tiene continuidad en el territorio, adquiere aún mayor valor desde el punto de vista cualitativo que un espacio libre fragmentado

Aspectos endógenos. Evaluación de la calidad espacial a través de la Conexión de los Espacios.

La infraestructura ambiental está formada por un sistema complejo de zonas naturales, seminaturales y de otros elementos ambientales para la

prestación de servicios ecosistémicos con el objeto de garantizar la conectividad de las colonias bióticas. Existen escasos espacios naturales, que deben ser especialmente protegidos (utilizando la terminología urbanística), y los espacios seminaturales son el resultado de la antropización o de la producción artificial.

La conexión espacial representada en la figura 4.55 tiene por objetivo evaluar el grado de magnitud del ámbito analizado.

1. Área conexas equivalente. Superficie equivalente que proporciona la misma probabilidad de conectividad que el patrón real de hábitats en el paisaje (10).

$$ACE = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j p_{ij} \right)^{1/2} \quad (4.80)$$

Donde

- a_i, a_j teselas del espacio i y j
 p_{ij} ruta de máxima probabilidad entre dos puntos del paisaje i y j en donde
 $p_{ij} = 0$ cuando la conectividad es nula
 p_{ij} es 1 cuando la probabilidad de ruta es máxima (11)

2. Tamaño efectivo de malla. La fragmentación del paisaje debido a barreras (viario, áreas urbanizadas o fracturas naturales) disminuye

la probabilidad de conexión de puntos, por lo que será el tamaño de la malla efectiva medida en km^2 (12).

$$m_{\text{eff}} = A_{\text{total}} p = \sum_{i=1}^n A_i^2 / A \quad (4.81)$$

Para calcular l de la malla es necesario considerar tres geometrías de fragmentación y establecer una densidad de malla adecuada

$$s_{\text{eff}} = 1/m_{\text{eff}} \quad (4.82)$$

(27,7 km^2 /malla=1000 km^2 /36 mallas de 5,27 Km de lado)

La evaluación de la infraestructura verde requiere el análisis de la conservación, pérdida o aumento de su tamaño y calidad a lo largo del tiempo con el objeto de predecir tendencias y subsanar aquellas que supongan una pérdida o lesión de sus características. (13)

El coeficiente p como Área conexas equivalente o como tamaño efectivo de la malla puede aplicarse como coeficiente de ponderación para construir la matriz π

Aspectos exógenos sintácticos ambientales de población atendida.

A continuación se evalúa la accesibilidad de la población a los recursos disponibles en su entorno.

Al igual que en 4.4.2.11, la medida de la accesibilidad se representa adaptada ahora al Derecho ambiental es la siguiente

$$\pi = \text{POTA}_i \sum_{j=1}^n \frac{\text{PAL}_j(t)}{d_{ij}} \quad (4.83)$$

para $i \neq j$

Siendo

PAL_j número de servicios ambientales disponibles en cada unidad censal
 d_{ij} distancia entre las secciones censales y el servicio ambiental.

De forma complementaria se aplica el coeficiente p_j que representa el tamaño efectivo de la malla o el Área conexas equivalente calculada anteriormente

$$\pi = \text{POTA}_i \sum_{j=1}^n \frac{\text{PAL}_j(t)p_j}{d_{ij}} \quad (4.84)$$

para $i \neq j$

Se considera que es relativamente accesible la información geográfica de los recursos ambientales relativos a litosfera (Espacios libres, espacios naturales,...) así como los recursos hídricos que caracterizan la hidrosfera.

Por el contrario la construcción de la matriz con recursos atmosféricos en términos de accesibilidad resulta discutible.

Para representar la distribución de la contaminación ambiental a través de mapas de calor es necesario disponer de una red de estaciones de contaminación atmosférica que aporten suficientes datos en tiempo real. Este reparto es heterogéneo y depende del ámbito territorial. (14)

Representación gráfica

La representación gráfica geolocalizada de los recursos del Paisaje es una herramienta de análisis que permite identificar la densidad y la conectividad, así como patrones y la accesibilidad, de cada una de las áreas, tipos y unidades de paisaje, que configuran la estructura espacial ambiental del sistema urbano.

En la pirámide taxonómica se han descrito las diferentes escalas territoriales que se corresponden con diferentes escalas gráficas para la determinación de los recursos del Paisaje identificables. (Dominio de Paisaje, Unidad de Paisaje, Tipo de Paisaje)

Se pueden señalar los siguientes procedimientos para la delimitación de las unidades de paisaje.



Fig. 4.52 Atlas de Paisaje. <https://sig.mapama.gob.es/geoportal/>

Código Corine	Nombre	Cod_recla
111-142	Superficies artificiales	1
211, 212, 213	Zonas agrícolas	2
221, 222, 223	Zonas agrícolas de secano	3
241, 242, 243, 244	Zonas agrícolas de arbolado	4
311, 312, 313	Bosques	5
321, 322, 323, 324	Espacios con vegetación arbustiva	6
331, 332, 333, 334, 335	Espacios abiertos con poca o sin vegetación	7
411-523	Zonas húmedas	8

Fig.4.53 Código de reclasificación vectorial. <https://tv.um.es/video?id=119411&cod=a1b1c1d2&idioma=es>

1 Los procedimientos tradicionales empíricos y de superposición cartográfica, realizados manualmente.

El procedimiento empírico consiste en delimitar sectores de un territorio a una escala específica que presentan características comunes relativas en primer lugar al carácter fisionómico del fenopaisaje (carácter natural, forma del terreno, vegetación y tipos de suelos, o carácter antrópico) o en segundo lugar a la Estructura y Dinámica, esto es la interacción entre los elementos y su función.

El procedimiento de superposición cartográfica consiste en representar mapas temáticos de unidades homogéneas en función de cada elemento del paisaje por separado (clima, geología, geomorfología, entre otros) sobre soporte isótropo para encontrar las coincidencias por la superposición de los mismos.

2 El procedimiento de combinación cartográfica consiste en delimitar Unidades de Paisaje mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) identificando la concurrencia en un fragmento del territorio mediante la combinación de información relativa al uso del suelo y a la cuenca visual, alcanzando así la combinación formal y funcional señalada en la pirámide taxonómica del Paisaje en el nivel Local A4



Fig.4.54 Cuenca visual elevada. Avance PGOM El Puerto de Santa María. Elaboración propia con Google EarthPro

Es necesario disponer de alguna de las aplicaciones de geoprocésamiento (Arcgis, Qgis, entre otras) con el objeto de seguir la siguiente metodología (15)

Identificar Coropletas de usos del suelo de la matriz del paisaje v.
Reclasificar las subvariedades con características similares
Reagrupar de acuerdo con los criterios que se consideren pasando el código Corine a Código de reclasificación vectorial o raster en su caso

Reconocida la componente natural del Paisaje Ecosistémico a través de la delimitación de Unidades de paisaje e se someten ahora al cálculo de los mapas de cuenca de visibilidad e identificación de hitos (16) para incorporar la componente cultural del Paisaje.

La cuenca de visibilidad permite delimitar Paisaje Holístico (Áreas de Escala A4 y Tipo), cuya extensión depende de la combinación de Uso, Patrimonio Natural (que incluye flora y fauna), Patrimonio Cultural, y Topografía.

La superposición del mapa funcional de unidades ambientales y el mapa de cuenca visual permite obtener el Área de Escala de Paisaje Holístico.

- (1) *El paisaje adquiere la condición de un derecho ciudadano que impone unas prioridades de acción (Priore, 2002; Pedroli et al., 2006; Sgard, 2008), un derecho moldeable mediante un ejercicio de inteligencia colectiva para dignificar y expandir el bienestar de la población. Texto de Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles. Aplicación a tres escalas espaciales José Gómez Zotano y Pascual Riesco Chueca*
- (2) *Con el objeto de garantizar la continuidad ecológica es necesario considerar la Fragmentación de habitats por trazado de carreteras*
https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/sec_copiadelibro_parques_nacionales_tcm7-165477_tcm30-195795.pdf
- (3) <https://www.youtube.com/watch?v=VK40SIS17IO>
<https://www.youtube.com/watch?v=ltHiqPiUALk>
- (4) Así se señala en el documento de Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Pag 25
https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/basescientifico-tecnicasseeivcre_tcm30-479558.pdf
- (5) El análisis de Isotermas de un ámbito urbano revela diferencias de temperatura de hasta 12º C entre un centro urbano y su periferia debido a numerosos factores relacionados con las características urbanas, de la edificación, de la urbanización, pero también de la emisión de gases contaminantes, aire caliente o frío, etc.
- (6) Recomendación CM/Rec(2008)3 del Comité de Ministros a los Estados miembro sobre las orientaciones para la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje* (adoptada por el Comité de Ministros el 6 de febrero de 2008, durante la 1017ª reunión de los representantes de los Ministros) Pag 12
https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/planes-y-estrategias/desarrollo-territorial/09047122800d2b4d_tcm30-421588.pdf
- (7) Zoido Naranjo.
 Para el desarrollo de dicho análisis y diagnóstico, Gómez Zotano y Riesco formulan un modelo que refleja la dinámica del paisaje en el marco de la Dinámica Urbana
Texto de Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles. Aplicación a tres escalas espaciales José Gómez Zotano y Pascual Riesco Chueca (pag 127 a 131)
 Para ello, establecen los siguientes elementos de análisis:
 - A. Ámbitos y áreas paisajísticos
 1. Tejido urbano y enclaves o conjuntos patrimoniales destacados
 - 1.1 Recinto histórico de ciudades y pueblos
 - 1.2 Hitos monumentales aislados
 - 1.3 Espacios urbanos consolidados fuera de los centros urbanos
 2. Espacios peri-urbanos
 3. Ámbitos rurales de dominante agraria
 4. Ámbitos rurales de dominante natural
 - 4.1 Áreas de montaña
 - 4.2 Áreas litorales
 - B. Factores de transformación paisajística
 1. Cambio Climático
 2. Competitividad e Innovación
 3. Crecimiento de Población, Empleo y Vivienda
 4. Consumo y estilo de vida
 5. Movilidad
 - C. Componentes socioculturales de dinámica del paisaje
 1. Presiones
 - Intereses
 - Coaliciones
 - Prácticas
 - Tecnologías
 2. Riesgos
 - Culturales
 - Tecnológicos
 - Climáticos
 - Ambientales
 3. Potenciales
 - Plasticidad
 - Regeneración
 - Influencia
 - Tecnología y mercado
 4. Instrumentos sociales
 - Fiscalidad
 - Subsidios
 - Legislación
 - Planificación
 - Proyectos
 5. Dinámicas del Paisaje
 - Disfunción
 - Obsolescencia
 - Consolidación
 6. Aprendizaje social
 - Cualificación
 - Objetivos
 - D. Procesos Territoriales Paisajísticos
 - Desertización
 - Expansión y regresión forestal
 - Intensificación y abandono agrario
 - Crecimiento urbano

- Densificación litoral
Proliferación de infraestructura energética, transporte, y telecomunicación
Privatización de espacios públicos
Obsolescencia y renovación industrial
Proliferación de torres y otros edificios emblemáticos
- E. Amenazas e Impactos
Instalaciones agrícolas e industriales
Construcción residencial
Instalaciones turísticas / centros de ocio y comercio
Infraestructura de transporte, energía, y telecomunicación
- F. Tendencias generales en el paisaje
1. Fragmentación
2. Artificialización
3. Banalización
4. Cambios en la agricultura
5. Cambios en el área forestada
- Los atributos principales de los territorios invertebrados o distales:
Negligencia.
Permisividad e impunidad.
Experimentación e intermitencia.
Incrementalismo y acumulación.
Flujos de información débiles.
Extensividad agresiva.
- (8) Riesco, Gómez, Álvarez
En relación con esta última consideración, conviene señalar a efectos metodológicos que debido a la elección del emplazamiento de las ciudades en encrucijadas de las formaciones naturales del relieve y la hidrografía, el paisaje metropolitano participa en la mayor parte de los casos de una pluralidad de paisajes de ámbito comarcal concurrentes. Aquí lo construido y lo instalado prevalece de forma muy marcada sobre los fundamentos naturales e históricos. Ello es aún más acusado dado el carácter agresivo de la evolución reciente, que parece ignorar las variables topográficas, hidrográficas, microclimáticas o ambientales en general del territorio. Por ello, un estudio paisajístico aquí debe olvidar la capacidad transformadora de lo artificial, intentando recuperaren la medida de lo posible las bases ecológicas e históricas como fundamento de la ordenación del territorio (GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, 1976). Cuadernos Geográficos, 43 (2008-2), 227-255 pag 246
- (9) Los métodos utilizados por aplicaciones digitales como arcgis facilitan la identificación de las cuencas visuales
https://www.youtube.com/watch?v=Z13vOh_Ca3Y&list=PLEubjaVioWoARFTMMIsZCH7p_OWZWwR30&index
- (10) Saura et al. 2011
- (11) http://www.conefor.org/files/usuarios/Saura_et_al_2011_Montes_long_online_version.pdf
- (12) Jaeger et al. 2008
- (13) Hacer un tests de correlación especial utilizando Global Moran's I y Gi - Hot-Spot análisis n Modelos generalizados lineares (GLMs) utilizando una distribución Gaussiana con máxima probabilidad para evitar autocorrelación espacial (Cullis and Gleeson 1991; Grondona and Cressie 1991) n AIC (Akaike Information Criterion) para ranquear los modelos
<http://www.conefor.org/empirical.html>
- (14) <https://entredatos.es/trafico-y-contaminacion-en-valencia-espana-en-tiempo-real/>
<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/redes/default.aspx>
- (15) <https://tv.um.es/video?id=119411&cod=a1b1c1d2&idioma=es>
- (16) LA CUENCA VISUAL EN EL ANÁLISIS DEL PAISAJE Gk>nzalo Tévar Sanz. Serie Geográfica, 1996, vol. 6, pp. 99-113
<https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/1052/La%20Cuenca%20Visual%20en%20el%20An%C3%A1lisis%20del%20Paisaje.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

4.4.2.10 FLUJO_ ESPACIAL_ ECONÓMICO ξ

La distribución espacial de la renta está relacionada con patrones de comportamiento que influyen en la evolución de la misma renta y por tanto en el Desarrollo Generacional de la población residente, salvo que existan incidencias exógenas (gentrificación, turistificación) que alteren la tendencia natural, lo que supone una transformación del tejido residencial y social del municipio.

Las evidencias sobre la relación entre la forma urbana y el mercado de trabajo es analizado desde diferentes especialidades. Los factores económicos, como la accesibilidad al empleo, la segregación laboral o el paro, cartografían el mapa de la ciudad que de forma recíproca influye en la población, como factor de reproducción del sistema.

Harvey señala que el sistema se reproduce a través de los propios mecanismos del sistema, a través del mecanismo de poder. Está comprobado que la estructura urbana y las pautas de movilidad obligada o restringida condicionan los patrones de distribución geográfica del desempleo así como las probabilidades individuales de paro de colectivos con distintos perfiles de cualificación y formación.

El desarrollo de las ciudades es desequilibrado porque provoca una polarización de la población. El acceso a la vivienda se ha convertido en un elemento diferencial que tiene su reflejo en el mapa de la ciudad. Desde la simple imposibilidad de acceder a una vivienda en compra o alquiler por la población, hasta la insuficiencia básica que suele reflejarse en infravivienda

por motivos de habitabilidad, así como la tipología de vivienda, que está vinculada a los recursos económicos disponibles por el individuo o la familia y por consiguiente al acceso al mercado laboral u otros ingresos económicos.

Las diferencias territoriales persistentes en materia de distribución espacial del empleo provocan impactos sociales que se han analizado en el apartado η, en donde se ha evaluado la relación entre economía y espacio como un sistema abierto, calculando el impacto de los sectores económicos y el estado de la economía sobre el municipio y el territorio.

Ahora se analiza la relación entre la economía y el espacio entre las diferentes áreas de la ciudad, como un sistema cerrado (aunque con enlaces externos relativos a la movilidad).

Santana muestra que el beneficio marginal de mejoras en la accesibilidad zonal al empleo es más elevado en un sistema urbano policéntrico que en un sistema monocéntrico más aún cuando se consideran los diferenciales zonales de desempleo de aquellos colectivos que presentan mayores restricciones a la movilidad. Asimismo comprueba que el impacto de subsanación de restricciones a la movilidad tiene una mayor relevancia sobre el acceso al empleo en los sistemas policéntricos, como es lógico, siendo más acentuados en el paro femenino.(1)

Su investigación confirma los siguientes resultados



Fig. 4.55 Tasa de paro por secciones censales. El Puerto de Santa María. Fuente Junta de Andalucía https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/poblacion_registros/mapas/visor.htm
<https://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdeempleo/web/mapaEmpleabilidad/>

La distribución del paro urbano se encuentra significativamente correlacionada con la evolución diferencial del crecimiento del empleo, que es un componente exógeno, como se ha analizado en el apartado 4.4.2.3, *pero también, de forma especialmente relevante, con la desigual distribución geográfica de la localización residencial de los colectivos de la población con mayores desventajas competitivas en los mercados de trabajo y de vivienda. Patrones territoriales de segregación residencial más acusados y menores accesibilidades relativas o potenciales zonales de empleo inhiben la capacidad de ajuste en el mercado de trabajo.*

El efecto de reproducción del sistema provoca que *los colectivos cuyos perfiles se encuentran asociados con mayor probabilidad de riesgo de paro compartan localización residencial en los espacios más deprimidos de las áreas metropolitanas.*

Su investigación confirma la evidencia empírica de las siguientes hipótesis

Hipótesis 1. Diferentes formas o estructuras urbanas, interpretadas como las distribuciones geográficas específicas de los patrones residenciales y del empleo, son susceptibles de generar distintos grados de concentración o de segregación en la distribución territorial del paro en el entorno metropolitano. En áreas de carácter no monocéntrico, la distribución de los centros, y en consecuencia, de las vacantes de empleo, es más homogénea o uniforme que en entornos con una estructura monocéntrica. Cuando existen restricciones a la movilidad obligada y residencial, la menor dispersión de las vacantes de empleo puede limitar la accesibilidad efectiva a la ocupación, especialmente en el caso de los colectivos con mayor riesgo de paro. Si es así, la distribución geográfica del desempleo urbano debería

ser a priori más segregada en áreas monocéntricas que en aquellas que presentan un carácter más multicéntrico. Análisis paramétrico

Hipótesis 2. Si tal y como se deriva de la hipótesis 1, la estructura urbana condiciona en mayor medida la distribución del desempleo de áreas monocéntricas, el impacto en términos de atenuación de las pautas de segregación o de no uniformidad implícitas a las distribuciones geográficas de paro, consecuencia de la eventual eliminación de los diferenciales interzonales de potenciales de empleo y de segregación residencial, también debería ser superior en el área metropolitana de naturaleza monocéntrica.

Hipótesis 3. Una misma estructura urbana, definida como la distribución espacial de los patrones residenciales y de empleo, puede imponer distintas limitaciones de accesibilidad a la ocupación a individuos que, por sus características, presentan diferentes restricciones de movilidad y/o de ajuste en el mercado de la vivienda. En consecuencia, una misma forma urbana puede afectar de forma distinta a la probabilidad de desempleo de individuos con características diferentes.

Estas hipótesis permiten respaldar los siguientes resultados:

- a. La distancia de viaje al trabajo de la localización residencial están altamente relacionados dado que ésta se advierte como una forma relevante de ajuste del individuo en el mercado de trabajo, en relación con la localización del empleo*
- b. Las restricciones a que están sujetos distintos grupos, sea vía género o cualificación son diferentes.*

- c. La localización incide mediante dos vías esenciales en el desempleo de los individuos:*

Aquellas zonas en que la accesibilidad o el potencial relativo de empleo es mayor, el coste por unidad de distancia asociado a la búsqueda de ocupación o de viaje al trabajo es menor, aumentando con ello la probabilidad de que el individuo considere como relevantes áreas de viaje al trabajo con un radio mayor y, en consecuencia, de observar distancias de commuting más elevada. La concentración espacial de grupos de población desaventajados en los mercados de trabajo y de vivienda, tiene efectos negativos sobre los resultados individuales de paro en esas zonas.

- d. Estas dos vías son más significativas en el caso de los individuos menos cualificados y que se encuentran en peor posición relativa en los mercados de trabajo y de vivienda.*
- e. A mayor distancia implícita entre la localización residencial y las vacantes de empleo relevantes para los desempleados, mayor la probabilidad de que el salario neto sea inferior al salario de reserva del individuo y, en consecuencia, mayor la probabilidad de paro. Este efecto es considerablemente más elevado entre la población con menor formación educativa*

A pesar de no haber podido encontrar evidencias que confirmen una causalidad directa entre las características o la composición socioeconómica del entorno zonal de residencia de los individuos y sus respectivas probabilidades de desempleo, encuentra resultados que confirman que el sorting residencial (clasificación residencial) condiciona las probabilidades de paro individuales de forma relevante.



Fig. 4.56 Visor del Catálogo de Barrios Vulnerables. Fuente Ministerio Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
<https://portalweb.mitma.es/aplicaciones/portalweb/BarriosVulnerables>

Así, la influencia de las características socioeconómicas del territorio sobre las probabilidades individuales de desempleo se produce por la existencia de patrones geográficos de segregación residencial y de espacios urbanos vulnerables. Por ello, propone políticas de vivienda y de movilidad residencial, de infraestructuras y de accesibilidad al para atenuar las restricciones que impone la estructura urbana en materia de accesibilidad al empleo, completando las políticas de oferta en el mercado de trabajo, debido a la importancia de la cualificación en términos de reducción de la probabilidad de paro. Sus resultados ponen de manifiesto que para individuos con características análogas, las tasas de paro difieren ostensiblemente entre ámbitos territoriales caracterizados por distintos grados de segregación residencial y de potencial de empleo. No obstante, ha mostrado que esta circunstancia es menos significativa en individuos con estudios superiores.

Todos estos resultados ponen de manifiesto por tanto,

- a. *La importancia estratégica de diseñar e instrumentar políticas de corte territorial dirigidas al desarrollo local y a la mejora del entorno socioeconómico del espacio urbano.*
- b. *Eludir el diseño de políticas, tanto de oferta como de demanda, ad hoc o estandarizadas territorialmente, puesto que a tenor de la validación empírica de la hipótesis anterior, aún en el caso de que tales políticas estuvieran dirigida ex profeso a colectivos con perfiles de desventaja idénticos en los mercados de trabajo y de vivienda, podrían tener una incidencia diferenciada y derivar en la obtención de resultados dispares en términos de reducción de la probabilidad*

de paro en función de las características socioeconómicas y territoriales del entorno geográfico en las que se aplicaran.

Análisis paramétrico

A partir de la comprobación de las hipótesis y conclusiones anteriores, el presente análisis tiene por objeto identificar los patrones geográficos de potenciales de empleo que están vinculados con la distribución espacial de la población según el nivel educativo y con los diferenciales de desempleo de las diferentes zonas urbanas. La incidencia de la forma urbana sobre la distribución del desempleo está relacionada con la accesibilidad física a la ocupación (2)

La medida de accesibilidad al empleo en relación con la situación espacial tiene la siguiente forma

$$POT_i = \sum_{j=1}^n \frac{PTL(t)}{d_{ij}} \quad (4.85)$$

Para $i \neq j$

Donde

PTL_i número de puestos de trabajo de la zona j (empleo zonal j)
 d_{ij} distancia entre n unidades territoriales i, j (secciones censales y/o zonas comunicadas por medios de transporte)

La Variable Potencial de Empleo POTEMP se define como el diferencial de POT de cada una de las zonas y la media correspondiente a la zona metropolitana o municipio

$$POTEMP_i = POT_i - \sum_{j=1}^n \frac{POT_j}{n} \quad (4.86)$$

Por otro lado el POTPAR se define como el diferencial de POTP de cada una de las zonas i y la media correspondiente a la zona metropolitana o municipio, siendo PP el número de desempleados de la zona j

$$POTPAR_i = POTP_i - \sum_{j=1}^n \frac{POTP_j}{n} \quad (4.87)$$

siendo

$$POTP_i = \sum_{j=1}^n \frac{PP_j(t)}{d_{ij}} \quad (4.88)$$

De forma complementaria y análoga se calculan los valores por género, POTPARH y POTPARM, de forma desagregada ya que existen impactos diferenciales por las condiciones particulares de cada perfil, relacionadas con el acceso a la movilidad por ejemplo

Con estos valores se calcula POTEMPARGO como el diferencial entre el empleo ofertado y el paro existente.

Por otro lado POTEMPARGO es la diferencia entre el potencial de empleo y el potencial de paro

$$\xi_i = \text{POTEMPARGO}_i = \text{POTEMP}_i - \text{POTPAR}_i \quad (4.89)$$

Todos estos valores permiten elaborar la matriz de ξ , donde cada una de las unidades territoriales o secciones censales se caracterizan por los atributos del entorno, del medio residencial y del colectivo socioeconómico con referencia a individuos. Una caracterización vinculada al empleo de forma generalizada es el nivel educativo, más aún cuando se trata de analizar los potenciales de empleo de la zona.

Se obtiene así una matriz bipartita entre las unidades censales y los diferentes atributos socioeconómicos. En esta matriz de sectores económicos_unidades censales

$$\xi = \begin{vmatrix} \xi_{11} & \xi_{12} & \xi_{13} & \dots & \xi_{1n} \\ \xi_{21} & \xi_{22} & \xi_{23} & \dots & \xi_{2n} \\ \xi_{31} & \xi_{32} & \xi_{33} & \dots & \xi_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \xi_{s1} & \xi_{s2} & \xi_{s3} & \dots & \xi_{sn} \end{vmatrix}$$

Se observa que las columnas indican los n sectores económicos y las filas las s secciones censales. Por lo tanto la matriz ξ indica la diferencia entre el

potencial de empleo desagregado de cada sector económico por secciones censales.

Es importante señalar que este análisis debe realizarse de forma discriminada en función del género ya que se ha comprobado que los resultados muestran una mayor incidencia de la accesibilidad o del potencial de empleo en la determinación de los diferenciales zonales de paro de las mujeres con respecto a los de los hombres, debido a las restricciones de movilidad, en tanto que los diferenciales masculinos dependen en mayor medida de los niveles de segregación residencial (3).

Así,

$$\xi = \xi_h + \xi_m \quad (4.90)$$

Se comprueba que existe una relación implícita entre la estructura urbana y la accesibilidad a la ocupación (empleo) que indica que la probabilidad de paro no es uniforme en el territorio urbano y metropolitano. La existencia de restricciones a la movilidad diaria, más acusadas en los colectivos más desaventajados en el mercado de trabajo, la dificultad en el acceso al mercado de la vivienda, el número de centros de empleo y la distribución geográfica de los mismos (grado de policentrismo de las ciudades), así como el grado de conectividad de éstos con los diferentes enclaves del territorio metropolitano a través de la dotación de servicios e infraestructuras de transporte existente, tanto públicos como privados, son elementos que pueden incidir en la determinación del grado de

segregación y de no aleatoriedad implícito a las pautas de distribución del desempleo urbano. (4)

Análisis no paramétrico

Santana señala no obstante que adoptar una formulación apriorística en el estudio paramétrico de distribución sistemática normal, que depende de la validez de la familia de densidades que se formula, impide el contraste de la hipótesis, ya que daría resultados inconsistentes. Por ello aborda el análisis no paramétrico. (5)

Los factores espaciales más determinantes en la distribución del desempleo están relacionados con la segregación residencial y la accesibilidad.

Es necesario tener en cuenta que el grado de apertura a los movimientos diarios residencia-trabajo en las áreas de análisis de tamaño reducido es muy elevado. Por ello, cualquier crecimiento diferencial del empleo respecto a su entorno, será rápidamente absorbido por el commuting, (tiempo de traslado hogar_trabajo_hogar) resultando un efecto prácticamente nulo sobre la tasa de paro local.

Por lo tanto, en el caso de tener una composición socioeconómica idéntica de las diferentes zonas de la ciudad, el efecto de la movilidad diaria provocaría la eliminación de los diferenciales de tasa de paro. Sin embargo, los procesos de segregación residencial, genera concentraciones diferenciales a lo largo del área metropolitana de grupos de población con

características asociadas a elevadas probabilidades de desempleo. Así, al disminuir las restricciones de la población a la movilidad diaria, la distribución del desempleo será reflejo más relacionado con la distribución residencial de los grupos de población más vulnerables en el mercado de trabajo.

Por el contrario, si las mujeres, en términos medios, están sujetas a mayores restricciones a la movilidad que los hombres, las diferencias de accesibilidad, y en consecuencia la localización residencial, han de resultar más determinantes al explicar la distribución territorial del desempleo femenino. (6) Esta hipótesis de comportamiento se comprueba evaluando el diferencial de paro definido como la diferencia entre el paro registrado en la zona y la media de paro de la ciudad de forma desagregada por género (DIFPAROH Y DIFPAROM).

$$DIFPAROi = PARi - \sum_{j=1}^n \frac{PARj}{n} \quad (4.91)$$

La localización de una zona determina su accesibilidad relativa respecto a la demanda de trabajo y respecto a la oferta de trabajo, por lo que cada zona tiene un determinado nivel de accesibilidad al empleo, pero también a la potencial competencia en el mercado en la ocupación de los puestos de trabajo. Por ello, el potencial de empleo POTEMP se ha de matizar con el efecto de la oferta de trabajo que compite por esos empleos. De ahí que se utilice la variable POTEMPPARO que tiene en cuenta este efecto.

Cuadro 2.13. Resultados de la estimación de las ecuaciones (1) y (2) en cada área metropolitana
Variable dependiente: diferencial de tasa de paro total (en miles unidades relativas)

	Barcelona		Madrid	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
POTEMPPARO	-0.1167	-0.190	-0.0195	-0.1204
t-st	-4.8	-13.8	-2.3	-14.9
DIFPRIMARIA	0.0198	0.0344	0.0217	0.0254
t-st	7.2	8.1	9.7	6.7
Constante	-0.2283	-0.4389	-0.0889	-0.0129
t-st	-2.07	-2.8	-0.64	-0.066
R ² aj	0.177	0.322	0.1989	0.4119
F	73.82	174.81	76.91	101.44
N	978	578	604	634

Fuente Santana i García, pag 129)

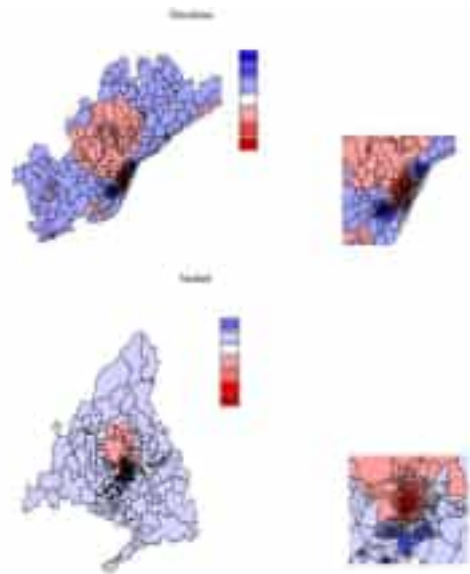


Fig. 4.57 segregación residencial y distribución geográfica del desempleo urbano: una comparación de Barcelona y Madrid. Fuente Santa i García(a pag. 129 arriba)

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3997/jasg2de3.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

$$DTPHi = \alpha h + \beta h * POTEMPPARO_i + \gamma h * DIFPRIMARIA_i + \epsilon_i \quad (4.92)$$

$$DTPDi = \alpha f + \beta f * POTEMPPARO_i + \gamma f * DIFPRIMARIA_i + \upsilon_i \quad (4.93)$$

Siendo

POTEMPPARO_i variable de potencial

$$POTEMPPARO_i = POTEM_i - POTPAR_i \quad (4.94)$$

y DIFPRIMARIA, la variable diferencial de estudios primarios de zona respecto a la media de la ciudad

$$DIFPRIMARIA_i = PRIMAi - \sum_{j=1}^n \frac{PRIMAJ}{n} \quad (4.95)$$

La tabla de Fig. 4.57.a representa el resultado de las ecuaciones 1y 2 (4.92) y (4.93) aplicadas a las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona. Se observa que (R²-aj) es considerablemente superior en el paro femenino sobre el masculino en ambas áreas de estudio, lo que significa que son capaces de explicar el 32% en Barcelona y el 43% en Madrid de la variación de las tasas de paro femenino, superior al masculino que no alcanza el 20% en ninguna de las dos áreas. Esto significa que el paro de la población activa femenina está condicionado en mayor medida que el de los hombres por las características de la localización de la residencia, tanto por lo que se

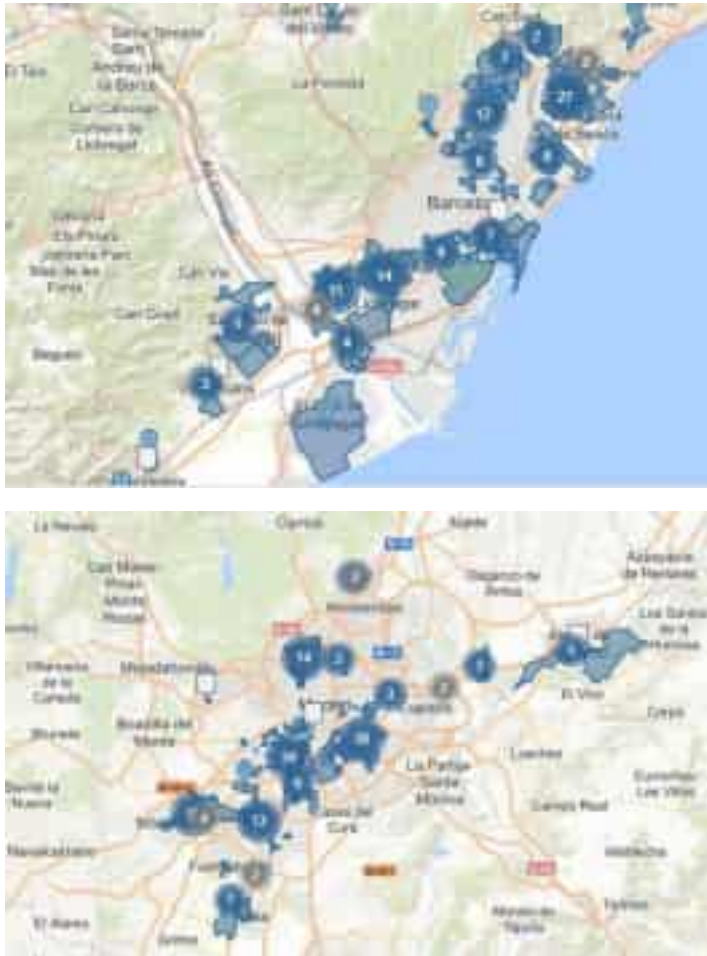


Fig. 4.58 Área metropolitana de Barcelona (arriba y Madrid (Abajo). Barrios vulnerables.
<https://portalweb.mitma.es/aplicaciones/portalweb/BarriosVulnerables>

refiere a la accesibilidad al empleo como a la composición socioeconómica de la población zonal.

La capacidad explicativa del modelo es superior en el área de Madrid, debido a su carácter monocéntrico, que provoca mayores desigualdades en la accesibilidad al empleo, a diferencia del carácter polinuclear de Barcelona.

Se puede comparar el grado de coincidencia de estos resultados con las concentraciones de desigualdad de la Áreas de vulnerabilidad Urbana de Madrid y Barcelona.(Fig. 4.57.b y Fig. 4.58)

Análisis temporal

En este apartado se ha considerado analizar la vulnerabilidad del vector económico espacial desde un enfoque del potencial de empleo de la población en función de la accesibilidad residencial.

Complementariamente el INE ofrece en su apartado experimental una interesante información desagregada por unidades censales que merece el análisis general señalado al introducir el apartado 4.4.1.4 vector espacial. Flujo social sostenible δ y señalado en el apartado 4.4.2.4 flujo derecho_económico sostenible θ sobre renta e Índice Gini.relativo a Densidad y patrones. Por lo tanto, de forma complementaria a la matriz ξ sobre potencial de empleo, se pueden analizar la matrices ξ' sobre renta media de unidades censales y ξ'' sobre Índice Gini en unidades censales.

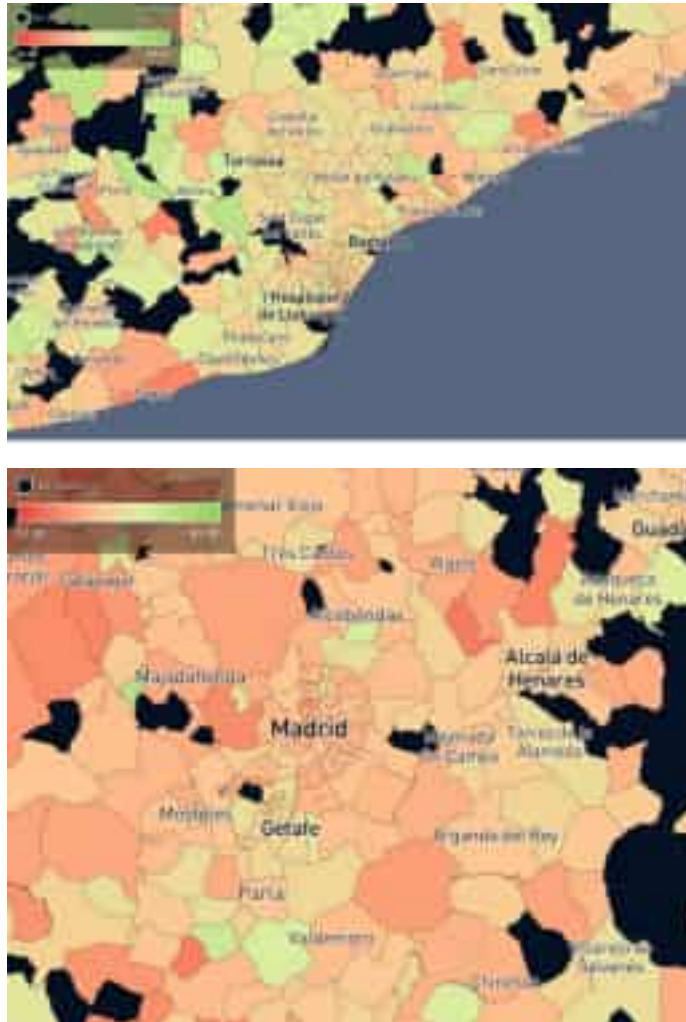


Fig. 4.59 Áreas metropolitanas de Barcelona (arriba) y Madrid (debajo). Posición de la renta de los hijos respecto de los padres referidas el cetil 20 en el año 1998
<https://atlasoportunidades.fundacionfelipegonzalez.cotec.es/mapa/>

Por otra parte, ya se ha reiterado la capacidad de reproducción del sistema que, aplicado a la ciudad, invocadas desde Henry Lefebvre hasta David Harvey. La tendencia de la ciudad a la segregación residencial que se ha visto anteriormente, vinculada de forma recíproca a las condiciones socioeconómicas y de empleo así como a las de accesibilidad y movilidad, con aspectos diferenciales relativos a género o a grupos vulnerables, que provocan la retroalimentación, terminan por reflejarse como una constante temporal de carácter generacional.

El Mapa de oportunidades de la Fig. 4.52 representa la distribución por distritos (esta división no se representa en todos los municipios) de la posición de los hijos respecto a la renta mediana nacional en relación a la de sus padres por centiles de renta (baja 20, media 50 y alta 80), según el sexo del hijo y su tipo de renta (hogar o individual). La escala de colores establece un rango de máximos y mínimos para cada mapa, indica el ascenso o descenso de los jóvenes respecto a sus hogares en la escala de movilidad social.

Los mapas representan la posición de los hijos respecto a los padres situados en el centil 20 de renta baja. Se observa como el área metropolitana de Barcelona presenta una tendencia de ascenso en el centil respecto a los padres mejor que en el Área Metropolitana de Barcelona. En este sentido, se puede señalar que ya se advertía que la polinuclearidad del empleo en el área de Barcelona representaba una oportunidad mayor de acceso al empleo que el modelo nuclear de Madrid.

Es oportuno contrastar la evolución de los resultados generacionales con el objeto de encontrar patrones de comportamiento de las tendencias de

la transmisión de la renta con el objeto de identificar los elementos que caracterizan el fenómeno. De acuerdo con lo expuesto, es posible formular la hipótesis por la que la segregación residencial y la accesibilidad y movilidad están vinculadas con los efectos exógenos, relacionados con factores espaciales y los efectos endógenos, relacionados con la competencia individual, en donde también es necesario incluir los aspectos diferenciales por género o vulnerabilidad social.

Representación gráfica

Ya se ha señalado que la representación gráfica de la geolocalización de las matrices ξ , ξ' y ξ'' permite aplicar las herramientas de análisis descritas en el apartado 4.4.1 δ . sobre densidad, conectividad y accesibilidad.(7)

- (1) Forma urbana y mercado del trabajo. Joan Antoni Santana i García
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/3997/jasg1de3.pdf?sequence=1>
- (2) Santana i García, pag 98
- (3) Santana i García, pag 417
- (4) Santana i García, pag 115
Los análisis que Santana aplica a Madrid y Barcelona revelan una distribución de diferenciales zonales de tasas de paro vinculadas a las respectivas distribuciones de potenciales de empleo. (Santana i García, pag 115)
La mayor concentración de empleo en las zonas centrales del municipio de Madrid permite que estas áreas presenten tasas de paro inferiores a la media de la región, circunstancia que no se produce en el paro masculino del municipio de Barcelona, aunque sí en el femenino. En el municipio de Madrid, tanto en el desempleo masculino como en el femenino, se observa un incremento gradual y exponencial de las tasas de paro, con respecto a la media, en las periferias sur y este, es decir, a medida que nos alejamos de las zonas de amplia concentración del empleo.
- (5) Asumir ex-ante como válido el supuesto de normalidad implicaría que independientemente de la forma urbana y, por tanto, de la distribución residencial de la población, del número de centros de empleo y de su grado de conexión con el resto del territorio metropolitano a través de la infraestructura de transporte existente, las restricciones a la movilidad diaria y, en consecuencia, la accesibilidad física al empleo y la localización del paro urbano se deberían distribuir sistemáticamente de manera normal y uniforme en torno a la tasa de desempleo media de los mercados de trabajo locales del área urbana de referencia, hipótesis que, en base a la evidencia empírica analizada previamente, tanto en el presente capítulo como en el anterior, no puede ser aceptada a priori.
Además, si estas relaciones son correctas, cualquier aproximación de naturaleza paramétrica a la estimación de la forma que sigue la distribución territorial del desempleo urbano con el objetivo de inferir el grado de uniformidad o de segregación asociado a la misma derivará en la obtención de resultados inconsistentes, dado que tales métodos suponen a priori que la población objeto de estudio sigue una distribución predeterminada, frecuentemente de naturaleza normal, en torno a un valor determinado, normalmente la media, lo que anula la fiabilidad de todo contraste de hipótesis con relación a la inferencia del nivel de significatividad de las variables explicativas de la forma estimada de la distribución, en nuestro caso, la estructura urbana y, por tanto, el grado accesibilidad física al empleo.
- (6) Santana i García, pag 128
- (7) Arqgis I de Moran Descargar o solicitar datos xls
Se considera oportuno valorar
Trabajo del tercer sector
Trabajo doméstico y de cuidados no remunerados, que equivale a un 40% del PIB en España
https://bibliotecavirtual.aragon.es/repos/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=3720465

De ahí que los espacios reciban su esencia desde lugares y no desde “el” espacio

Heidegger. Construir, Habitar, Pensar 1951

Si un lugar puede definirse como lugar de identidad, relacional e histórico, un espacio que no puede definirse ni como espacio de identidad ni como relacional ni como histórico, definirá un no lugar.

Los No Lugares. Marc Augé 1993

4.4.2.11 FLUJO_ ESPACIAL DERECHO O

La desigualdad de una sociedad tiene su reflejo en el mapa que representa el lugar que habita. Aquí se encuentran algunos de los aspectos que caracterizan de forma transversal todo este trabajo, pero en concreto los conceptos de lugar y de habitar, que están en el núcleo de la existencia humana. El lugar ya no es un concepto abstracto que hace referencia a un espacio tridimensional de forma alienada.

Este concepto de lugar invocado por Augé, que lo distancia del lugar de los etnólogos, más cercanos al lugar como espacio al *descifrar a través de la organización del lugar (la frontera siempre postulada y balizada entre naturaleza salvaje y naturaleza cultivada, la repartición permanente o provisional de las tierras de cultivo o de las aguas para la pesca, el plano de los pueblos, la disposición del habitat y las reglas de residencia, en suma, la geografía económica, social, política y religiosa del grupo) un orden tanto más coercitivo, y en todo caso evidente, en la medida en que su transcripción en el espacio le da la apariencia de una segunda naturaleza.*

Es decir, el lugar es al indígena lo que el espacio es al colono.

Por otra parte, habitar está unido a la propia existencia humana, la expresión de la presencia humana en el lugar.

Heidegger formula que el rasgo fundamental del habitar es el de cuidar (custodiar, velar por), de manera que el *ser del hombre descansa en el habitar, y descansa en el sentido del residir de los mortales en la tierra....*

Los espacios y con ellos “el” espacio están dispuestos para la residencia de los mortales: Los espacios se abren por el hecho de que se los deja entrar en el habitar de los hombres. (Construir, Habitar, Pensar (1951)

Para atravesar el concepto de espacio y transformarlo en lugar es necesario por tanto introducir el cuidado, la custodia y el velar por. Este ejercicio colectivo ha permitido a lo largo de la historia, y permite también ahora, el relevo generacional de las sociedades, la preservación de las identidades que simultáneamente se someten a permanentes transformaciones.

El derecho a la ciudad se transfigura en derecho al lugar y el espacio (y la residencia) adquiere la categoría de lugar a través del cuidado. Solo así el ser humano habita.

La Carta Mundial del Derecho a la Ciudad despliega un conjunto de derechos civiles y ambientales (asociados a este momento y a este lugar) probablemente insuficientes, pero como resultado de un acuerdo que los convierte en referencia de una calidad de vida digna. A continuación se desarrolla la metodología que permite recorrer el camino de la semántica a la sintaxis del Derecho a la Ciudad, que se expresa mediante la matriz

$$O = \begin{vmatrix} O_{11} & O_{12} & O_{13} & . & O_{1m} \\ O_{21} & O_{22} & O_{23} & . & O_{2m} \\ O_{31} & O_{32} & O_{33} & . & O_{3m} \\ . & . & . & . & . \\ O_{s1} & O_{s2} & O_{s3} & . & O_{sm} \end{vmatrix}$$

Donde O_{ij} representan los valores de vulnerabilidad del derecho j de cada una de las s secciones censales y las columnas el conjunto de m derechos civiles, teniendo en cuenta que la sintaxis espacial del derecho al trabajo ya se ha analizado en el apartado anterior. y las relativas a transporte por un lado y medioambiente por otro se analizan de forma pormenorizada. en su correspondientes apartados.

Sintaxis espacial de los derechos.

El apartado 4.4.1.2 describe el conjunto de 20 derechos incluidos en la Carta Mundial del Derecho a la Ciudad que configuran el derecho sintético de exigibilidad del derecho a la ciudad invocado en el artículo 20

Un análisis inicial del listado permite establecer una primera clasificación entre aquellos derechos que pueden tener una expresión espacial y movilidad urbana y aquellos otros que requieren otras condiciones para su cumplimiento, aunque cabe interpretar que pueden tener una conexión con el tratamiento espacial.

Producción social del hábitat (3.3.3.2)

Derecho a la salud

Derecho a la educación

Derecho a recreación_cultural

Derecho a recreación_deporte

Derecho al esparcimiento

Derecho a justicia (3.3.3.4)

Derecho a seguridad (3.3.3.5)

Derecho a la vivienda (3.3.3.9)

Derecho a suministros domiciliarios (3.3.3.10)

Agua

Saneamiento

Basura

Energía

Telecomunicación

Derecho al abastecimiento

En este sentido es oportuno aclarar que la metodología es lo suficientemente versátil para su aplicación a cualquier requerimiento, sin embargo será necesario contrastar científicamente la validez de las hipótesis. (1)

El derecho al lugar será la suma de los derechos civiles evaluados por su potencial de derecho que depende de aspectos endógenos y exógenos. Los aspectos exógenos en este caso están relacionados con los aspectos sintácticos espaciales de población atendida y los aspectos endógenos están relacionados con aspectos cualitativos del servicio o semánticos, es decir relacionados con la interpretación que se hace sobre la calidad del servicio. Estos aspectos semánticos se han analizado en el apartado 4.4.1.2 al construir la matriz β , y están relacionados con el retraso en los expedientes judiciales o las listas de espera de salud.

Aspectos exógenos sintácticos espaciales de población atendida.

Como se ha descrito en el apartado anterior, la medida de la accesibilidad adaptada ahora al Derecho es la siguiente

$$POTDi = \sum_{j=1}^n \frac{PDL_j}{d_{ij}} \quad (4.96)$$

Siendo

PDL_j Número de Servicios disponible j en la unidad censal i
 d_{ij} distancia entre la unidad censal i y el servicio j .

Alternativamente a la distancia es posible realizar la medición de tiempo que está relacionado con el tipo de transporte

$$t_{ij} = d_{ij} / v_t$$

siendo

t_{ij} tiempo transcurrido en recorrer la distancia entre i y j

v_t velocidad según modo de desplazamiento (peatonal 4 Km/h, bicicleta 15 Km/h, patín eléctrico 20 Km/h, moto_auto 30 Km/h en vía urbana único carril, 50 Km/h doble carril)

Para valorar adecuadamente el número de servicios disponibles se deben desglosar las categorías o especialidades que ofrece cada servicio. (2)

Cada elemento o_{ij} de la matriz o representa el potencial de derechos de la unidad censal i , que será el resultado de la diferencia entre el número de servicios correspondientes al derecho j distribuidos por las secciones censales i de la ciudad

$$O_{ij} = \text{POTD}_j / (k_j / D_j)$$

$$O_{ij} = \frac{D_j}{k_j} \sum_{j=1}^n \frac{PDL_j}{d_{ij}} \quad (4.97)$$

Para $i \neq j$

Siendo

- K_j número de servicios óptimo del derecho (especialidades sanitarias, unidades nivel educativo, unidades de tipo de centro cultural, deportivo...) por cada unidad censal
- D_j distancia óptima de cada derecho j desde la unidad censal hasta cada centro de servicio

En el apartado de Análisis de Derechos 4.4.1.2 β se incluye tablas de los valores espaciales de superficie y distancia que sirven de referencia para indicar la vulnerabilidad en el caso de encontrarse por debajo de dichos valores.

Entonces, si

- $O_{ij} = 0$ $\equiv$ servicio suficiente del derecho j en la unidad censal i
- $O_{ij} < 0$ $\equiv$ servicio insuficiente del derecho j en la unidad censal i
- $O_{ij} > 0$ $\equiv$ servicio saturado del derecho j en la unidad censal i

Calidad del servicio

Como ya se ha señalado en 4.4.2.10, los diferentes grupos presentan diferentes características socioculturales que provocan una desigualdad en las oportunidades de derecho al servicio. (4)

Esta circunstancia se incorpora a la función

$$O_{ijh_m} = \frac{D_j}{k_{h_m} k_j} \text{POTD}_j \quad (4.98)$$

Siendo

- K_{h_m} coeficiente de ponderación correspondiente a condicionantes socioculturales.

Pero en 4.4.1.2 β se ha señalado que la calidad del servicio se evalúa respecto a la lista de espera en los caso de salud y justicia. En estos casos el valor de POTD_j debe ponderarse con el objeto de reducir la lista de espera en relación a la población servida o respecto a algún dato especializado ofrecido por el sector.

Así

$$POTD_j' = k_j' POTD_j \quad (4.99)$$

Siendo k_j' el factor corrector de calidad del servicio j afectado

Segregación residencial

Se ha señalado que el mapa de la ciudad representa claramente las diferencias tipomorfológicas que informan sobre ciertas condiciones socioeconómicas. Sin embargo, resulta necesario profundizar en las características de las relaciones de los diferentes grupos sociales que residen en la ciudad a través del análisis de igualdad, exposición, concentración y centralización. (Fig. 1.6) La segregación hace referencia a la ausencia de homogeneidad en la distribución espacial urbana de los grupos o categorías sociales y a la concentración en grupos sociales por atributos diferenciados con tendencia a la ausencia de relaciones con el resto de los grupos. Las tres clases para la evaluación de atributos sociales, no excluyentes entre sí, sobre segregación socioespacial se establecen sobre aspectos, raciales.

Étnicos y Socioeconómicos. Por ello se considera necesario profundizar sobre las condiciones de igualdad, exposición, concentración y centralización.urbana.de los diferentes grupos sociales que residen en la ciudad.

Índices de igualdad

La segregación residencial en una ciudad indica el nivel de desigualdad de la distribución de la población entre las diferentes zonas.urbanas (5)

$$IS = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{X} - \frac{t_i - x_i}{T - X} \right|$$

$$0 \leq IS \leq 1 \quad (4.100)$$

Siendo

x_i	Población del grupo minoritario en la unidad censal i .
X	Población total del grupo minoritario en el municipio.
t_i	Población total en la unidad censal i .
T	Población total del municipio.
N	Secciones del municipio

El índice de disimilitud se basa en comparar la distribución del grupo minoritario con respecto del mayoritario (5)

$$D = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{X} - \frac{y_i}{Y} \right|$$

$$0 \leq D \leq 1 \quad (4.101)$$

Siendo

x_i	población del grupo minoritario en la unidad espacial i ,
X	población total del grupo minoritario en la ciudad,

Y_i número de individuos del grupo mayoritario en cada unidad censal,
 Y total de población de este grupo en la ciudad

$$0 \leq \text{DEL} \leq 1 \quad (4.104)$$

Índices de interacción

El aislamiento indica la probabilidad que un individuo comparta la unidad espacial con un individuo de su mismo grupo (6)

$$xPx = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{X} \right| \left| \frac{x_i}{t_i} \right|$$

$$0 \leq xPx \leq 1 \quad (4.102)$$

La exposición indica grado de contacto potencial o la posibilidad de interacción entre miembros de dos grupos diferentes (7)

$$xPy = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{X} \right| \left| \frac{y_i}{X_{ti}} \right|$$

$$0 \leq xPy \leq 1 \quad (4.103)$$

La concentración indica el grado de ocupación superficial del espacio urbano por un grupo de población. (8)

$$\text{DEL} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x_i}{X} - \frac{a_i}{A} \right|$$

Donde

a_i superficie de unidad censal

A Superficie de la ciudad

La centralización indica el grado de proximidad de un grupo de población al centro urbano (9)

$$\text{PCC} = X_{cc}/X$$

$$0 \leq \text{PCC} \leq 1 \quad (4.105)$$

Siendo

X_{cc} Población del grupo X

Es necesario señalar que la evaluación social con referencia a las unidades censales genera resultados poco confiables, conocido como el problema del tablero de ajedrez y/o el problema de la unidad espacial modificable. No obstante se puede añadir que en una primera aproximación con datos generales aporta una información que puede resultar preparatoria de un análisis pormenorizado. (10)

Representación gráfica

La representación gráfica de la geolocalización de la vulnerabilidad en el derecho representada por la matriz o por unidades censales consiste en

trasladar la ubicación de los equipamientos para aplicar las herramientas de análisis señalados en el apartado 4.4.1 δ . sobre densidad, conectividad y accesibilidad, además de los diferentes algoritmos derivados de la teoría de grafos.

A los conceptos de Densidad general, Densidad de población, Densidad de la red vial y Conectividad, Accesibilidad, añade el análisis de los conceptos de interacción espacial, o áreas de influencia, aplicable al servicio espacial de equipamientos, ahora desde el enfoque de la vulnerabilidad.

Complementariamente se analiza la visibilidad espacial con el objeto de atender al derecho a la seguridad. Ya se ha señalado la existencia de las herramientas para el cálculo de la visibilidad en las áreas urbanas que permiten abordar el derecho a la seguridad. (11)

- (1) El Derecho a la Información Pública no está relacionado con el espacio tridimensional, sin embargo se puede considerar que la disposición de puntos de información al ciudadano permiten garantizar dicho derecho. Esta hipótesis debe ser contrastada científicamente para asegurar la validez de las evidencias.
- (2) En el caso de la salud debe evaluarse la categoría de centro sanitario, y en el caso de educación debe identificarse el nivel de la enseñanza.
- (3) Las referencias señaladas se encuentran en el Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas elaborados por AL21 y BCN
https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/3093A86A-128B-4F4D-8800-BE9A76D1D264/111504/INDI_CIU_G_Y_M_tcm7177731.pdf
- (4) Ya se comprobó que las mujeres adquieren un menor potencial que los hombres en el acceso al empleo por razón de localización residencial. Aquí sucede de la misma forma. Aunque no se dispone de la comprobación científica, los condicionantes son similares a los del acceso al empleo, aunque aparezcan circunstancias específicas que los diferencien.
 El condicionante de ocupación temporal al trabajo es diferente en el acceso al servicio ya que éste no requiere una dedicación permanente y diaria, como es obligado en el trabajo.
- (5) INDICADORES CUANTITATIVOS DE SEGREGACIÓN RESIDENCIAL. EL CASO DE LA POBLACIÓN INMIGRANTE EN BARCELONA. Joan Carles Martori i Cañas. Karen Hoberg. Universitat de Vic, sobre Duncan, Duncan 1956
<https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-169.htm>
- (6) Id anterior sobre Bell, 1954; White, 1986
- (7) Id anterior sobre Bell, 1954
- (8) Id anterior sobre Duncan 1981
- (9) Id anterior sobre Duncan, Duncan 1955
- (10) https://www.researchgate.net/publication/259177190_Medidas_de_Segregacion_Socioespacial_Discusion_metodologica_y_aplicacion_empirica_sobre_ciudades_medias_Argentinas_2001
 Medidas_de_Segregacion_Socioespacial_Discusion_metodologica_y_aplicacion_empirica_sobre_ciudades_medias_Argentinas_2001 sobre Stearns y Logan, 1986
<https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-169.htm>
 Método de cálculo de segregación urbana
 Medidas_de_Segregacion_Socioespacial_Discusion_metodologica_y_aplicacion_empirica_sobre_ciudades_medias_Argentinas
 Se parte de la escala de la manzana censal para interpolar posteriormente con el objeto de establecer la distribución de los grupos sociales e identificar la segregación residencial en su caso, y las relaciones de vecindad y contigüidad espacial entre diferentes grupos sociales, así como la tendencia de distribución en el entorno urbano (Garroncho & Campos, 2013).
 Se clasifican los grupos sociales para estimar los indicadores de segregación, y calcular Índice de Calidad de Vida Básico (icvb) que permite comparar el nivel socioeconómico de la población para clasificar a los grupos sociales. Las variables que caracterizan el icvb están relacionadas con el tipo y servicio de vivienda, las condiciones de la misma, la composición del hogar, el hacinamiento en la

vivienda, la actividad desarrollada por el integrante que aporta el ingreso familiar y el nivel educativo de los integrantes del hogar.

El icvb se construye con los siguientes indicadores:

1. Cantidad de Hogares por unidad de vivienda
2. Porcentaje de hogares en viviendas según tipo cuarto
3. Porcentaje de hogares que no cuentan con servicio de alcantarillado en la vivienda
4. Porcentaje de hogares que no cuentan con servicio de acueducto en la vivienda
5. Porcentaje de hogares que no cuentan con servicio de energía en la vivienda
6. Cantidad de personas por hogar
7. Porcentaje de población con dependencia económica (menores de 15 y mayores de 65)
8. Porcentaje de población mayor de 17 años que está buscando empleo
9. Promedio de años de estudio alcanzado
10. Porcentaje de población mayor de 17 años sin ningún grado de educación

Estandarizado de indicadores en una escala de 0 a 100 para su comparación y síntesis.

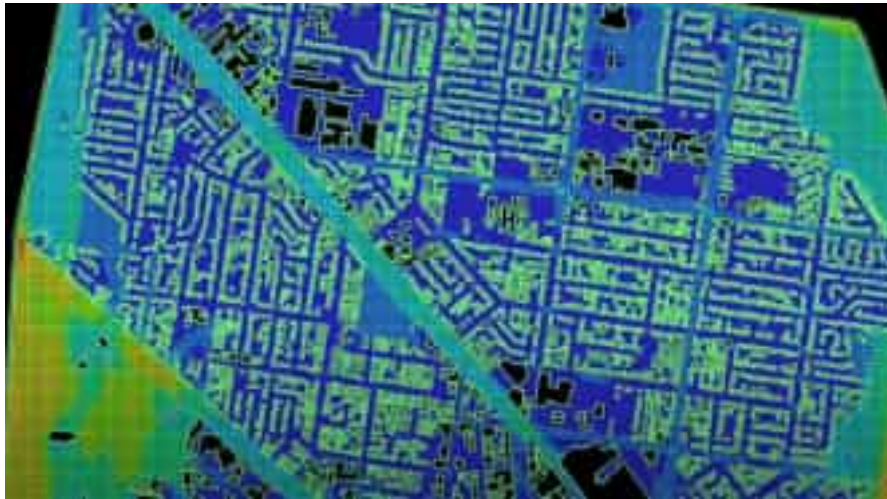
Análisis factorial por componentes principales para sintetizar los ocho indicadores en un índice. Se tuvieron en cuenta los siguientes elementos (Montoya, 2007; Vallejo, 2013; Yong & Pierce, 2013):

- 1 Correlación: establece el grado de asociación entre las variables. Se espera que el valor p sea inferior a 0.05 para validar que hay una relación estadísticamente significativa y que por lo menos una variable se relacione con el 70 % de las demás. En caso contrario debe ser extraída del modelo.
- 2 Prueba Káiser-Meyer-Olkin (kmo). Primer estadístico para probar la validez del modelo. La prueba relaciona los coeficientes de correlación. Cuanto más cerca de 1 tenga el valor obtenido del test kmo, implica que la relación entre las variables es alta, por lo cual se espera que esté por encima de 0.7 para validar el modelo.
- 3 Prueba de esfericidad de Bartlett. Evalúa si es posible aplicar la técnica de análisis factorial con las variables incluidas. Se evalúa a partir de una prueba de hipótesis, en la que se espera rechazar la hipótesis nula con un P valor inferior a 0.005.
4. Factor. Resultado de la reducción de las variables.
- 5 Explicación de la varianza. Porcentaje de las variables en los factores generados. Más cercano al 100 %, el modelo expresa mejor las variables. Se espera que explique por lo menos el 70 % de la varianza inicial de las variables incluidas.
- 6 Rotación Varimax Minimiza el número de variables relacionadas con cada factor, para facilitar su denominación.
- 7 Comunalidad. Porcentaje de la variable inicial incluido en el modelo. Más cercano al 100 %, el modelo tiene mejor estimación en cada variable, se espera que sea mayor al 60 % para validar el modelo. Es menor a la varianza porque hay variables que pueden lograr una mayor explicación que otras.
- 8 Interpolación de resultados del icvb a escala de manzana para mejor lectura espacial de la tendencia.

9 Identificación de conglomerados o dispersión de los datos. Con el índice global de Morán, para establecer si existe evidencia significativa de conformación de áreas en las que se aglomera población con icvb Alto, Medio o Bajo.

10 Indicador de interacción Con base en la clasificación por icvb, para evaluar la segregación residencial a escala de barrio con los entornos más próximos a la vivienda de los hogares. Los barrios se obtienen por la clasificación catastral de cada aglomeración, (estimación de indicadores de segregación en unidades microespaciales)

- (11) <https://www.youtube.com/watch?v=yvUfFAkcbrC&list=PLOHwX-aubVnTMkI8fgvsbmDzOxRM-V1Lk&index=2>



4.4.2.12 FLUJO_ ESPACIAL AMBIENTAL π

Este apartado analiza la distribución espacial de la eficiencia ambiental litosfera (Tierra), hidrosfera (Agua) y atmosfera (Aire) de las unidades censales del municipio.

La matriz π representa los elementos sintácticos espaciales del derecho ambiental de las secciones censales

$$\pi = \begin{vmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & \pi_{13} \\ \pi_{21} & \pi_{22} & \pi_{23} \\ \pi_{31} & \pi_{32} & \pi_{33} \\ . & . & . \\ \pi_{s1} & \pi_{s2} & \pi_{s3} \end{vmatrix}$$

Siendo π_{ij} la eficiencia ambiental en cada una de las secciones censales i de espacio j , Litosfera, Hidrosfera y Atmosfera.

La eficiencia ambiental se obtiene de evaluar la complejidad urbana en relación con la generación de residuos, vertidos y emisiones. De esta manera se obtiene el efecto ambiental que provoca la actividad y el servicio que ofrece la ciudad cada unidad espacial. En el análisis de ζ se realiza una evaluación de la eficiencia ambiental de cada sector económico y ahora se aborda la eficiencia espacial de las unidades censales del municipio.

La complejidad espacial se obtiene por la información catastral de la unidad censal en forma de usos (Residencial, Comercial, Oficinas, Sanidad,

Religioso, Cultural, Ocio y Hostelería, Deportivo, Industrial, Deportivo). La inclusión del uso agrario permitirá realizar algunos análisis específicos, como los análisis comparativos con otros municipios, debido a la repercusión que tiene sobre la metodología de trabajo basada en el cálculo de la entropía, como se describe más adelante.

La metodología propone el cálculo del consumo energético y su huella ecológica equivalente en CO₂e en relación con la complejidad urbana del servicio que ofrece la unidad censal.

El concepto de huella ecológica desarrollado por Rees y Wackernagel (1995), es “*el área de territorio productivo o ecosistema acuático necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico, donde sea que se encuentre esta área*”, es decir el territorio equivalente para la absorción del CO₂ producido.

Las bases de datos ofrecen la producción municipal de CO₂e por cada uso por lo que se puede asignar la generación de CO₂e de cada unidad censal multiplicando el coeficiente de cada uso CO₂e_{ui} por la superficie catastral. No obstante la energía consumida por el sector servicios, y por tanto el CO₂e del sector servicios no se encuentra desagregada por usos. (1)

Para obtener la eficiencia ambiental de la actividad económica ζ (directa o inversa) se ha aplicado la unidad de referencia monetaria. Ahora es necesario aplicar la eficiencia ambiental a la complejidad de la unidad censal, combinada de población, densidad y tipología actividad y servicios.

Esto es, la superficie total del sistema urbano A_t es la suma de las unidades censales

Se puede calcular la repercusión ambiental de la actividad n de cada unidad censal i como el producto de ζ_{nj} por la densidad de la misma en la unidad censal (unidades n_{ik} o superficie a_{ik})

$$\pi_{11} = \zeta_{11} x_{1,1} + \zeta_{21} x_{2,1} + \zeta_{31} x_{3,1} \dots + \zeta_{n1} x_{n,1}$$

$$\pi_{21} = \zeta_{11} x_{1,2} + \zeta_{21} x_{2,2} + \zeta_{31} x_{3,2} \dots + \zeta_{n1} x_{n,2}$$

generalizando para la unidad censal i

$$\pi_{i1} = \zeta_{11} x_{1,i} + \zeta_{21} x_{2,i} + \zeta_{31} x_{3,i} \dots + \zeta_{n1} x_{n,i}$$

generalizando para ij

$$\pi_{ij} = \zeta_{1j} x_{1,i} + \zeta_{2j} x_{2,i} + \zeta_{3j} x_{3,i} \dots + \zeta_{nj} x_{n,i}$$

$$\pi_{ij} = \sum_{x=1}^n \zeta_{nj} x_{n,i} \quad (4.106)$$

siendo

π_{ij} Eficiencia ambiental j de la actividad económica y doméstica en la unidad censal j (CO₂e/moneda)
 ζ_{nj} eficiencia ambiental j (litosfera, hidrosfera, atmosfera CO₂e/moneda) de la actividad n

x_{ni} número unidades que se repite la actividad económica en la unidad censal i Ud

y

$$\pi_i = \sum_{j=1}^3 \pi_{ij} = \sum_{j=1}^3 \sum_{x=1}^n \zeta_{nj} x_{n,i} \quad (4.107)$$

Es necesario recordar que la eficiencia ambiental está referida a unidad monetaria ya que π_{ij} proviene de ζ_{ij} . Se puede obtener así la distribución espacial y el patrón de distribución de la eficiencia ambiental (I de Morán). Por otro lado, se puede obtener la eficiencia ambiental π'_{ij} relativa a la complejidad dividiendo π_{ij} entre el número de actividades existentes en la unidad censal

$$\pi'_{ij} = \pi_{ij} / n$$

y sustituyendo

$$\pi'_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=1}^3 \sum_{x=1}^n \zeta_{nj} x_{n,i} \quad (4.108)$$

Siendo N_i el número de actividades diferentes de la unidad censal i

Representación gráfica



Fig. 4.60 Datos ambientales de Barcelona

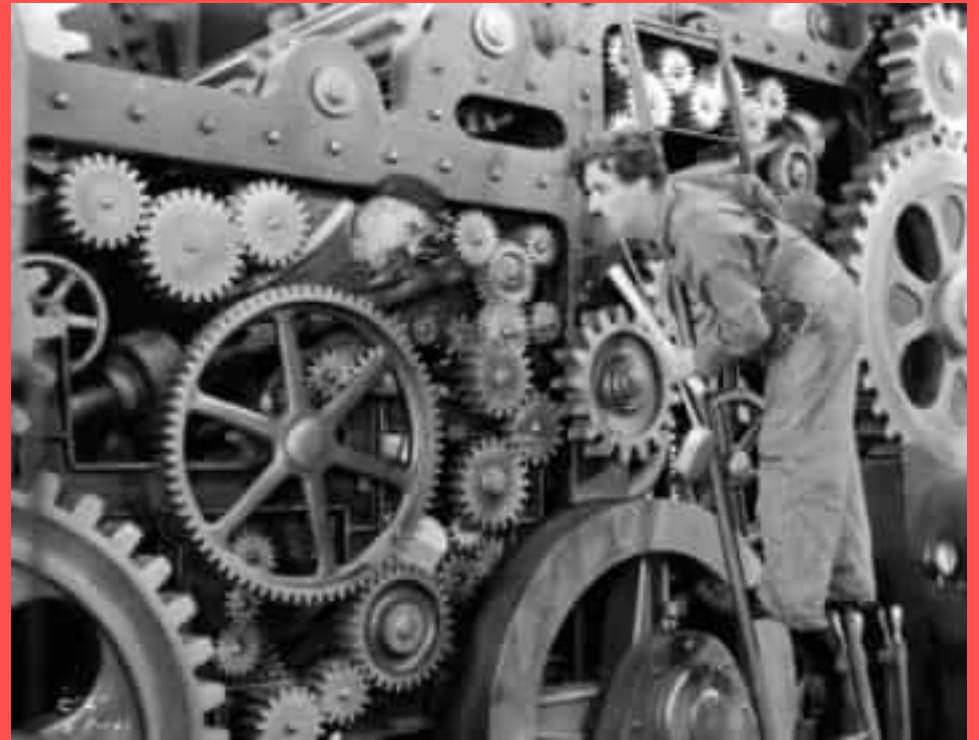
<https://ajuntament.barcelona.cat/mapes-dades-ambientals/qualitativa/ca/>

La representación gráfica de la matriz π sobre la vulnerabilidad ambiental permite aplicar las herramientas de análisis básicas sobre densidad y patrones espaciales (Fig. 4.60). La identificación de patrones de vulnerabilidad sobre eficiencia ambiental informa sobre la desigualdad de las diferentes áreas del sistema urbano para adoptar medidas de subsanación que estarán relacionadas con la fiscalidad señalada al abordar el análisis de las matrices μ y λ

- (1) Se debe comprobar el grado de relación entre el consumo (o producción CO₂e) y la edificabilidad comercial se realiza mediante el cálculo de correlación de Pearson. En su caso se obtiene la regresión lineal entre consumo per cápita y superficie comercial per cápita Sepúlveda, L y Roca, J. et al. (2019). Estudio comparativo de la ecoeficiencia urbana. Caso de estudio: distrito Sarrià - Sant Gervasi. En XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual City and Territory: "Challenges and paradigms of the contemporary city": UPC, Barcelona, October 2-4, 2019. Barcelona: CPSV, 2019, p. 8662. E-ISSN 2604-6512. DOI <http://dx.doi.org/10.5821/ctv.8662>

E1	Desarrollo Generacional Renta
E2	Desigualdad Económica
E3	Actividad Económica_Renta_Paro
E4	Impacto Ambiental Actividad Económica
E5	Producción_Residuos_Reciclado
S1	I+D+I_Ciudad Creativa y Cultural
S2	Calidad de Vida_IDH
S3	Vulnerabilidad Social Educación
S4	Vulnerabilidad Social Salud
S5	Vulnerabilidad Grupos Sociales
S6	Vulnerabilidad judicial
S7	Vulnerabilidad Seguridad
S8	Impacto Ambiental Hogares
S9	Autosuficiencia energética_hidrológica
P1	Red Fondos Sociales Europeos
P2	Gasto Social Municipio
P3	Índice Transparencia
P4	Indice Participación
P5	Actividad política_Manifestación
P6	Gasto Ambiental Municipio
P7	Red Fondos Ambientales Europeos
ES1	Desempeño Logístico
ES2	Desigualdad Espacial
ES3	Vulnerabilidad Social Vivienda
ES4	Vulnerabilidad Social Infravivienda
ES5	Balance Uso del Suelo
ES6	Patrimonio Urbano
ES7	Accesibilidad Movilidad a Servicios y Centralidades_Educativos_Sanitarios_Alimentación_Deportivos_Culturales_Ocio_Administrativos_Laborales
ES8	Capital natural
ES9	Huella Ecológica_Hídrológica

5



Tiempos modernos (1936)



Fig. 5.1 Metodología Mecánica Urbana

5.1 CRITERIOS METODOLÓGICOS

Hasta aquí se ha analizado de forma independiente la Estática Urbana y la Dinámica Urbana. La Estática Urbana ha permitido profundizar en los elementos que caracterizan la morfología urbana a través de los parámetros relativos al espacio urbano, como resultado de su relación con los vectores económicos y sociales. Se ha descrito asimismo el papel relevante que el ámbito político, el cuarto vector, tiene en el marco de la estructura urbana compleja. El núcleo fundamental del sistema descansa sobre el nivel que se establece por el conjunto de la sociedad respecto al Derecho a la Ciudad. El grado de cumplimiento del Derecho a la Ciudad descansa sobre la voluntad política colectiva. Así, el grado de exigencia sobre el derecho a la vivienda, por ejemplo, afecta directamente sobre las inversiones a realizar por parte de la administración en su conjunto, local, autonómica y/o estatal, para alcanzar el objetivo de demanda deseado. Pero este grado de cumplimiento requiere inversiones que provienen del ámbito público y del ámbito privado, teniendo en cuenta que desde el primero va a ser necesario atender a aquellos grupos sociales más vulnerables que no tienen acceso al mercado de la vivienda. Por el contrario, el ámbito privado atiende al mercado de la vivienda, de forma suficiente o insuficiente, dependiendo del ciclo económico o de la disposición de suelo, entre otros factores. De la misma manera, el derecho a la salud o a la educación, entre otros, presentan una estructura similar a la descrita para la vivienda, con la diferencia que en ambos casos se trata de derechos muy consolidados y reconocidos por el conjunto de la sociedad como un logro del estado del bienestar. Sin embargo, en escenarios de incertidumbre como el que se está implantando de forma

paulatina, este estado del bienestar se aleja de la estabilidad, para instalarse en el desequilibrio.

Los capítulos anteriores han descrito el conjunto complejo de elementos y flujos que se desarrollan en la ciudad de forma independiente, formando un sistema coherente, que permite analizar el funcionamiento de la ciudad, hasta donde permite la simplificación a través del modelo del sistema complejo. El análisis de componentes principales permite reducir el número de variables a analizar garantizando la validez del resultado. La actitud respecto al análisis de la ciudad puede ser pasiva, es decir, se analiza el estado de la ciudad y se registra para conocer la evolución de cada uno de los elementos. Sin embargo se considera que el conocimiento de la ciudad, más aún cuando el enfoque se realiza a través del conocimiento del cumplimiento de los derechos ciudadanos se puede realizar un esfuerzo de pronosticar resultados, si se dispone de la información necesaria y suficiente sobre el funcionamiento del sistema. Por ello, se considera necesario abordar el conocimiento de la ciudad orientado a la subsanación de los desajustes basados en la vulnerabilidad de los derechos. Sin embargo, se reconoce que los ajustes en la ciudad tienen efectos que se desarrollan de forma paulatina, dependiendo de aspectos que provienen no solo de soluciones, técnicas y económicas sino de actuaciones resultantes de un sistema complejo en el que también intervienen factores sociales. En este sentido, los indicadores característicos de cada vector de Derecho, Económico, Social, Político y Espacial configuran el sistema Estático Urbano.

La Estática Urbana establece por tanto el grado del Derecho a la Ciudad. Este conjunto de datos se traslada al ámbito de la Dinámica Urbana con el

objeto de analizar las implicaciones de las decisiones tomadas y de las perturbaciones que provoca en el sistema la inyección de “recursos exógenos” a través de los diferentes flujos urbanos, materiales e inmateriales, espaciales y virtuales. Las matrices de flujos de los vectores económicos, derechos, ambientales y espaciales configuran el sistema Dinámico Urbano.

La conexión entre la Estática y la Dinámica Urbana se establece a través del Derecho, del conjunto de derechos que constituyen el Derecho a la Ciudad. A partir de los ajustes de la matriz urbana del Derecho se despliega el análisis del conjunto de perturbaciones los flujos existentes entre los elementos de los diferentes vectores.

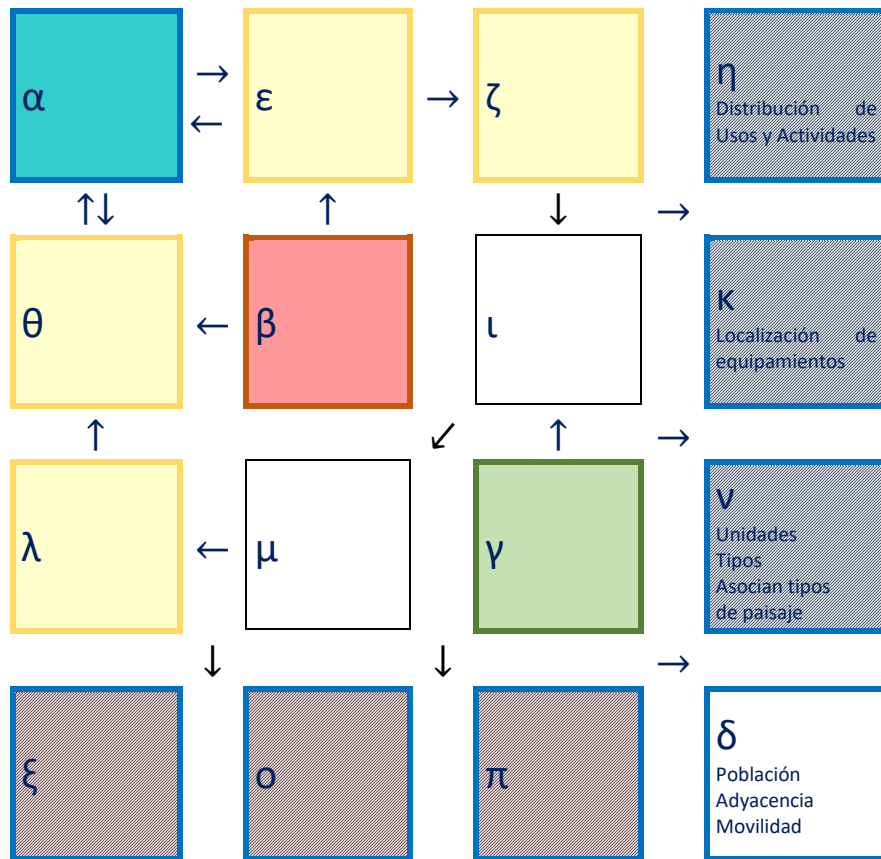


Fig 5.2 Dinámica de la Matriz urbana

5.2 DINÁMICA URBANA LINEAL

Se ha señalado que el núcleo fundamental del sistema descansa sobre el nivel que se establece por el conjunto de la sociedad respecto al Derecho a la Ciudad. Ese grado de exigencia, de autoexigencia caracteriza a la sociedad y al conjunto de ciudadanos a la vez que determina el comportamiento de los mismos en relación a su convivencia y a la convivencia con su entorno. La matriz β representa esa convivencia y es el lugar matricial de las variables independientes. La vulnerabilidad es el resultado de la conformidad o disconformidad del estatus del sistema urbano. La vulnerabilidad evaluada en la estática urbana en materia de derecho a la vivienda, derecho a la salud y resto de derechos reflejada en β arranca el proceso para su subsanación y el efecto derivado en el resto de vectores propios del sistema urbano.

1 Recorrido 1 sobre eficiencia y fiscalidad ambiental

Obtenida la matriz municipal α a partir de los valores de producción ajustada al empleo municipal según el procedimiento descrito

$$X_m = A K X + K Y \quad (5.1)$$

La matriz municipal IO obtenida a partir del empleo permite identificar la producción interna y el resto del mundo. Se obtiene la matriz inversa de Leontief ϵ (4.21)

$$\epsilon = (I - A)^{-1} \quad (5.2)$$

La matriz ζ representa la eficiencia ambiental de la actividad m sobre la dimensión litosfera, hidrosfera y atmosfera.

$$\zeta_{mi} = R_{im}(I - A_{mm})^{-1} \quad (5.3)$$

La escasa eficiencia ambiental provoca la disminución de los recursos. Esta deficiencia debe compensarse mediante la operación descrita a través de la matriz de derechos ambientales ι obtenida de 4.37, 4.38, 4.39, ι_1 derecho a cobertura vegetal para compensar el consumo ineficiente de suelo ζ_{m1} y la generación GEI ζ_{m3} de actividades económicas, ι_2 derecho al agua y ι_3 derecho a la energía

$$\iota_1 \geq \zeta_{m1} + \zeta_{m3} \quad (5.4)$$

$$\iota_2 \geq \sum_{i=1}^n A_i + \sum_{j=1}^m H_j \quad (5.5)$$

$A_i = \zeta_{m2}$ Consumo de agua en actividades económicas

H_j Consumo de agua en hogares

$$\iota_3 \geq \sum_{i=1}^n E_s + \sum_{j=1}^n E_f \quad (5.6)$$

Se obtiene entonces la matriz μ , formada por los valores μ_{1i} que se corresponden con aquellos ι_{ij} que deben compensarse menos aquellos valores ι_{ij}' que por su naturaleza no requieran su compensación, por

tratarse de energías renovables o se hayan compensado a través de recursos naturales (sumideros de carbono o coberturas vegetales) (4.50)

$$|\mu| = |\iota|^t - |\iota'| \quad (4.50)$$

siendo

$|\mu|$ matriz $3 \times m$ de flujo ambiental de derechos

$|\iota|^t$ matriz transpuesta $3 \times m$ de patrimonio ambiental existente

$|\iota'|$ matriz $3 \times m$ de servicios ecosistémicos naturales o compensados formado por ι'_{ij} del soporte i correspondiente a litosfera, hidrosfera o atmosfera

Ya se ha señalado que la matriz de unidades monetarias está vinculada al objetivo que se pretende del servicio ecosistémico y tipo de actuación, ambos relacionados con la reducción o eliminación de CO₂ producido por cada sector económico e institución.

La gestión del patrimonio natural ι así como los servicios ecosistémicos del territorio configuran la matriz μ , cuyos elementos deben ser debidamente costeados por las diferentes administraciones que obtendrán los recursos a través de la adecuada fiscalidad ambiental, de manera proporcional k a los diferentes sectores e instituciones que obtengan beneficio y bienestar.

Se recorre así el camino desde la matriz μ hasta la evaluación de la matriz λ afectándola de la matriz de monetización y el coeficiente de

proporcionalidad de actividad económica, con el objeto de compensar la disminución de recursos por la ineficiencia ambiental. Pero el coeficiente de proporcionalidad de actividad económica es un factor fundamental ya que si bien, dicha actividad económica es ineficiente ambientalmente puede tener un efecto económico de arrastre que debe evaluarse para adoptar los criterios de fiscalidad ponderada.

2 Recorrido 2 sobre eficiencia social

Se vuelve a la matriz β ya que la subsanación de vulnerabilidad de derechos genera la necesidad de evaluar el efecto de arrastre sobre la economía que supone la inyección económica, que opera como componente exógena, sobre el conjunto de la actividad económica municipal.

Es obvio que el incremento de actividad provocado por la perturbación de la matriz β para subsanar vulnerabilidad de derechos tiene efecto ambiental, al aplicar los resultados a ϵ

Pero también tiene efecto sobre la renta, entendiendo que la inyección económica afecta de forma directa al ciudadano beneficiario de la misma como incremento de renta, pero también de forma indirecta porque el efecto de arrastre sobre la actividad económica tiene consecuencias derivadas en empleo, que se representa en θ . La componente exógena supone incremento de renta e incremento de actividad económica, lo que tiene efecto sobre la desigualdad 80/20 y el Índice Gini.

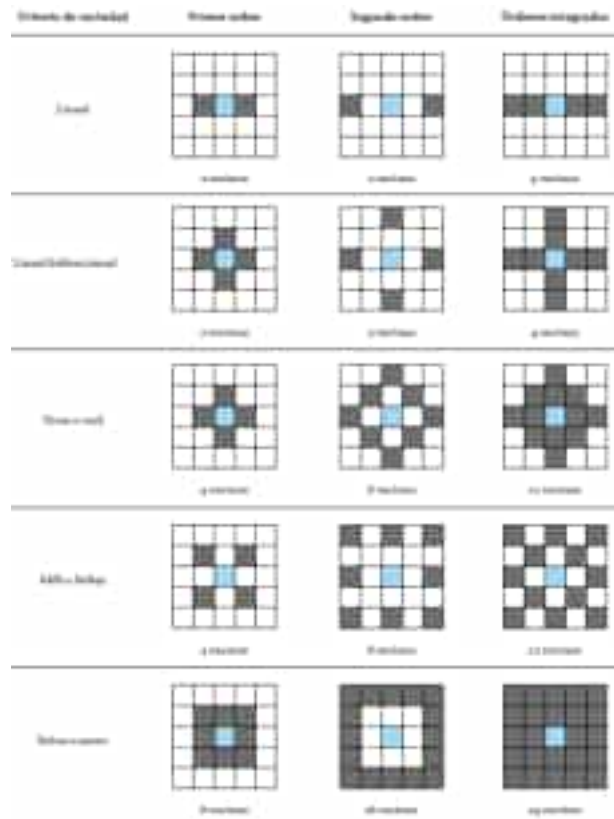
Existe literatura científica que documenta las actividades económicas consideradas sectores principales por su mayor efecto de arrastre sobre el conjunto de la actividad económica general.

3 Recorridos espaciales

Ya se ha señalado en 4.4.1.d que los valores de las matrices μ, κ, ν , permiten trasladar a una representación cartográfica las características del sistema urbano de primer, segundo y tercer nivel con el objeto de someter al análisis las herramientas descritas derivadas de la teoría de grafos y del problema del transporte.

Por otra parte, las matrices ξ, σ, π , revelan la vulnerabilidad de cada uno de los vectores económicos, sociales y ambientales en cada una de las unidades censales para someter también al análisis con las herramientas anteriores.

La representación gráfica geolocalizada de la población permite aplicar las herramientas de análisis espacial señaladas sobre densidad conectividad, accesibilidad, así como los diferentes algoritmos derivados de la teoría de grafos.



Vecindad de primer y segundo orden para la definición de la matriz de contigüidad.

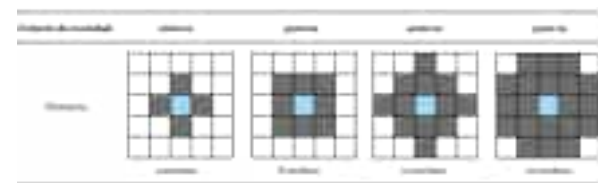


Fig. 5.3 Vecindad basada en distancia

<http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v28n1/2256-5442-rcdg-28-01-1.pdf>

5.3 AUTOCORRELACIÓN ESPACIAL

La autocorrelación espacial permite evaluar el comportamiento espacial de los las variables de estudio

Ya se describió en 4.4.1.4 Vector espacial_ Flujo social sostenible δ , que la matriz de adyacencia, identifica la relación de adyacencia o alejamiento de cada elemento del conjunto

$$\delta = \begin{vmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} & \dots & \delta_{1s} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} & \dots & \delta_{2s} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} & \dots & \delta_{3s} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \delta_{s1} & \delta_{s2} & \delta_{s3} & \dots & \delta_{ss} \end{vmatrix}$$

n es la unidad censal entre las s secciones censales.

representa la adyacencia entre las s unidades censales

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si } \delta_{ij} \geq \psi \text{ adyacente } i \neq j \\ 0, & \text{otro caso} \end{cases}$$

Alternativamente, la matriz de pesos indica el número de vecinos que tiene cada unidad censal, resultando que la suma de valores de cada fila es igual a 1 ya que cada valor será el resultado de dividir 1 por el número de vecinos

$$W_{ij} = 1/n_{ij} \quad (5.8)$$

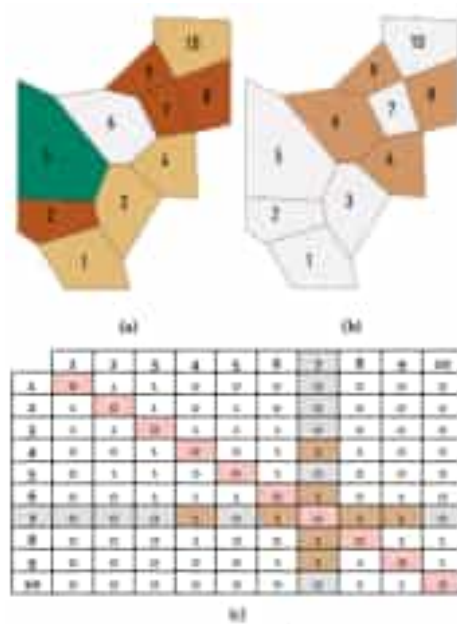


Figura 5.3. Ejemplo de matriz de contigüidad física. Contorno de unidades censales. Fuente: de primera mano.
Nota: la contigüidad física de unidades en las figuras (a) y (b) permite determinar la contigüidad de unidades censales y se representa en la matriz.

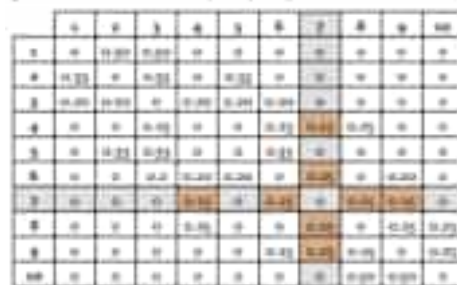


Figura 5.4. Ejemplo de matriz de pesos estandarizada equiponderada.
Nota: la normalización de cada 1 muestra (la debe ser 1, tanto en el caso equiponderado como el ponderado).

Fig. 5.4 Matriz de adyacencia y Matriz de pesos estandarizada equiponderada
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v28n1/2256-5442-rcdg-28-01-1.pdf>

Este criterio provoca que la matriz no sea simétrica.

De forma complementaria se opera con la matriz de distancias entre las s secciones censales. Se trata de una matriz triangular superior con valores de diagonal cero

	1	2	...	s
1	0	d ₁₂	...	d _{1s}
2	0	0	...	d _{2s}
...	...	...	...	...
s	0	0	...	0

También el criterio puede ajustarse en relación a la superficie de la unidad censal en relación con la suma de las adyacentes

$$W_{ij} = S_{ij}/n_{ij}$$

$$W_{ij} = \frac{S_i}{\sum_{j=1}^n S_{ij}} \quad (5.9)$$

Siendo

S_i Superficie unidad censal i

S_{ij} Superficie de unidades adyacentes j a la unidad censal i

Descrito el concepto de autocorrelación espacial, es posible evaluar el comportamiento de las variables de análisis desde un enfoque global y desde un enfoque local. La diferencia principal entre ellos consiste en que

los índices globales evalúan asociaciones de distribución del conjunto de valores de la variable, considerando todas las unidades de análisis como un bloque a través de la media global del fenómeno analizado ($\bar{z}$). Los índices globales no son sensibles a escenarios en los que se presenta heterogeneidad en el comportamiento espacial de la variable. Por el contrario, los indicadores locales (lisa), consideran escenarios específicos identificando subzonas en las que se presenta agrupamiento o dispersión del fenómeno. El cálculo de indicadores locales también se basa en la media global, pero asignan medidas de autocorrelación a cada unidad de análisis por lo que permiten identificar individualmente el nivel de agrupamiento o dispersión de cada unidad con relación a sus vecinos o respecto de aquellas unidades definidas por el criterio de vecindad adoptado.

El Índice de Moran (1950) es un Índice global y el Índice de Geary (1954), es un índice local que permiten medir el grado de dependencia entre observaciones de una misma variable (análisis univariado) en un sitio y en su vecindario a través de la siguiente representación

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij} z_{ij}$$

Donde

δ_{ij} elementos de la matriz de adyacencia (ortogonal, diagonal o reina),
 z_{ij} distancia de los valores i y j en el espacio euclídeo.

Moran calculó el Índice I de Autocorrelación Espacial que se representa

$$I_i = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \quad (4.15)$$

Donde

n Número de unidades de análisis
 $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2$ varianza
 z_i, z_j valor de la variable Z de las áreas i y j media
 $\bar{z}$ media aritmética de todos los valores de las áreas

Para evaluar si la Autocorrelación Espacial es significativa o se produce aleatoriamente se realiza una comprobación de hipótesis nula

$$E[I] = -1/(n-1) \quad (5.10)$$

$I_i = -1$ dispersión perfecta
 $I_i = 1$ correlación perfecta
 $I_i = 0$ patrón espacial aleatorio

Desde el punto de vista estadístico, los valores de Moran I transformados a Z-score entre $1.96 < I_m$ o $I_m < -1.96$ indican una autocorrelación espacial significativa al nivel del 5%. (1)

La aplicación Qgis permite calcular la I de Moran para encontrar patrones de autocorrelación espacial en el análisis de las características espaciales urbanas.

La I de Moran es inversamente proporcional a C de Geary. I es una medida de autocorrelación espacial global, mientras que C de Geary es una medida de autocorrelación espacial local al incluir el valor de la unidad central en el análisis de autocorrelación, con dominio entre 0 y 2

$$c = \frac{n-1}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij} (z_i - z_j)^2}{2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij}} \quad (5.11)$$

$0 \leq c \leq 1$ correlación perfecta
 $2 \geq c > 1$ dispersión perfecta
 $c = 1$ patrón espacial aleatorio.

Siendo la relación entre el dominio de Geary y de Morán de la siguiente forma

Geary	2	1	0
Operación	+1-2	+1-1	+1-0
Morán	-1	0	1

(1) Cálculo de la I de Moran

Ficha AEV (Área Estadística Vulnerable): 11012003



Se calcula la I de Moran aplicada a la población sin estudios de 5 distritos del Centro Histórico de Cádiz. La matriz de contigüidad será

	1	2	3	4	5	Σ
1	0	1	1	1	1	4
2	1	0	1	0	0	2
3	1	1	0	0	0	2
4	1	0	0	0	1	2
5	1	0	0	1	0	2

y la matriz estandarizada con suma unitaria por filas

	1	2	3	4	5	Σ
--	---	---	---	---	---	----------

1	0	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
2	0,5	0,00	0,50	0,00	0,00	1,00
3	0,5	0,50	0,00	0,00	0,00	1,00
4	0,5	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00
5	0,5	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00

Los datos obtenidos del atlas de Vulnerabilidad Urbana de España <http://atlasvulnerabilidadurbana.fomento.es/#c=article&page=P005> permite elaborar la siguiente tabla

Distrito	Población total	Población sin estudio s/e	Valor xi % Población s/e	Media $\bar{x}$	$z_i = x_i - \bar{x}$	Varianza $m_2 = \Sigma z_i^2 / n$	z_i / m_2
1	875	825	94,3	88,9	5,4	5,91	0,077
2	1000	750	75,0	88,9	-13,9	38,37	-0,197
3	1865	1615	86,6	88,9	-2,3	1,02	-0,032
4	1075	950	88,4	88,9	-0,5	0,05	-0,007
5	1080	1080	100,0	88,9	11,1	24,86	0,159
			88,9			70,20	

Se señala que la varianza de la población sin estudio tiene el mismo valor que la varianza de la población con estudio

Para calcular la I de Morán se opera con las matrices

$\delta_{i,j}$	Z_i	$= \delta_{i,j} z_i$	$+ z_i / m_2$	$= I \text{ Morán local}$
0 0,25 0,25 0,25 0,25	5,4351	-1,3588	0,0774	-0,1052
0,5 0 0,5 0 0	-13,8506	1,5898	-0,1973	-0,3137
0,5 0,5 0 0 0	-2,2554	-4,2077	-0,0321	0,1352
0,5 0 0 0 0,5	-0,4785	8,2923	-0,0068	-0,0565
0,5 0 0 0,5 0	11,1494	2,4783	0,1588	0,3936

El valor global de I de Morán será

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0,0534$$

En el caso de acercarse al valor +1 se encontraría tendencia a agrupamiento.

En el caso de acercarse a -1 se encontraría tendencia a la dispersión.

En el caso de acercarse a 0, como es este, no existe ninguna de las tendencias y se puede afirmar que encontramos un patrón aleatorio en el ámbito de estudio.

Por otra parte, el Valor esperado $E[I] = - 0,25$

Por tanto, se puede concluir que la aleatoridad es el patrón esperable debido a la escasa superficie del ámbito de estudio y características urbanas de este sector de la ciudad.

5.4 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES CON DATOS GEORREFERENCIADOS

Ya se describió en el apartado 3.4. Análisis de componentes principales PCA la forma de representar el conjunto de valores de variables sin correlación lineal, llamadas componentes principales, que se emplea en el análisis exploratorio de datos y en la construcción de modelos predictivos. Ahora se considera necesario evaluar el tránsito de los flujos y, por tanto, la influencia de la dimensión espacial Euclídea en el Análisis de los Componentes Principales PCA para abordar el análisis socioeconómico desde un punto de vista urbanístico. (1)

Tras la formulación de la matriz de pesos de adyacencia formulada para análisis univariado descritas en el apartado anterior, Dray propone realizar un análisis multivariado a través del Análisis de Componentes Principales restringido espacialmente ponderando la matriz de observaciones mediante la matriz de pesos de adyacencia. (2)

La incorporación de información geográfica o condición espacial de los datos puede realizarse aplicando a PCA la asignación de los valores de las componentes a cada uno de los sitios georreferenciados o bien ajustando semivariogramas (semivarianza de un grupo de muestras a una distancia) a las CPT (3).

La información de partida está formada por (X, Q, D) , donde la matriz $X_{n \times p}$ con n filas (observaciones) y p columnas (variables) es la matriz de datos multivariados, $Q_{p \times p}$ es la matriz de relaciones y $D_{n \times n}$ es la matriz de distancias.

$$\overline{X_{n,p}} = X_{n,p} W_{p,p} \quad (5.12)$$

Siendo

$\overline{X_{n,p}}$ matriz transformada de promedios ponderados de valores de vecinos obtenidas de la matriz de conexión espacial

$X_{n,p}$ matriz de datos multivariados formada por n filas, correspondiente a las observaciones realizadas sobre un conjunto de p variables colocadas en columnas

$Q_{p,p}$ y $D_{n,n}$ matrices simétricas de relaciones de vecindad y/o distancias δ obtenidas en el apartado 4.4.1.4 (simétricas)

$W_{p,p}$ matriz de pesos espaciales estandarizada del Índice de Moran o de Geary, a partir de la matrices Q y D o tomando como valores el resultado del producto de Hadamard (producto de los elementos de dos matrices $m \times n$) de una matriz de conectividad por una matriz de ponderación. La matriz de conectividad binaria (vecindad espacial_conexión 1,0 ó distancia $1/d_i$) define los pares de muestras conectadas y no conectadas, mientras que la matriz de ponderación permite ponderar las conexiones

	X1	Z1
1	$X_{1,1}$	$X_{1,1} - \overline{x_1}$
2	$X_{2,1}$	$X_{2,1} - \overline{x_1}$
3	$X_{3,1}$	$X_{3,1} - \overline{x_1}$
	.	.
n	$X_{n,1}$	$X_{n,1} - \overline{x_1}$

Aplicando esta operación al resto de variables se obtiene

	X _{ip}	Z _{ip}
1	X _{1,p}	X _{1,p} - $\bar{x}_p$
2	X _{2,p}	X _{2,p} - $\bar{x}_p$
3	X _{3,p}	X _{3,p} - $\bar{x}_p$
	.	.
n	X _{n,p}	X _{n,p} - $\bar{x}_p$

Y la matriz Z

X _{1,1} - $\bar{x}_1$	X _{1,2} - $\bar{x}_2$	.	X _{1,p} - $\bar{x}_p$
X _{2,1} - $\bar{x}_1$	X _{2,2} - $\bar{x}_2$	.	X _{2,p} - $\bar{x}_p$
X _{3,1} - $\bar{x}_1$	X _{3,2} - $\bar{x}_2$	.	X _{3,p} - $\bar{x}_p$
.	.	.	.
X _{n,1} - $\bar{x}_1$	X _{n,3} - $\bar{x}_3$	.	X _{n,p} - $\bar{x}_p$

Por otro lado, la matriz de distancias D

$$W = \begin{vmatrix} 1/d_{1,1} & 1/d_{1,2} & . & 1/d_{1,n} \\ 1/d_{2,1} & 1/d_{2,2} & . & 1/d_{2,n} \\ 1/d_{3,1} & 1/d_{3,2} & . & 1/d_{3,n} \\ . & . & . & . \\ 1/d_{n,1} & 1/d_{n,2} & . & 1/d_{n,n} \end{vmatrix}$$

Operando $Z^T D$ se obtiene el l_{ij} de Morán (4.15)

$$l_{ij} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \quad (5.13)$$

Que se expresa de la siguiente forma matricial forma matricial

$$I = \begin{vmatrix} l_{1,1} & l_{1,2} & . & l_{1,p} \\ l_{2,1} & l_{2,2} & . & l_{2,p} \\ l_{3,1} & l_{3,2} & . & l_{3,p} \\ . & . & . & . \\ l_{n,1} & l_{n,2} & . & l_{n,p} \end{vmatrix}$$

Siendo I la matriz de observaciones ponderadas por la distancia y/o la adyacencia a la que se aplica la metodología para obtener el Análisis de Componentes Principales ACP descrito en el apartado 3.3.5

Este análisis multivariado MULTISPATI-PCA propuesto por Dray contempla las relaciones entre las variables y su estructura espacial (autocorrelación) estableciéndose *una fuerza de la conexión entre dos muestras que disminuye con la distancia geográfica*. (4)

- (1) https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/4485/t44-1-03-crdoba.pdf
- (2) https://www.researchgate.net/publication/227525579_Spatial_Ordination_of_Vegetation_Data_Using_a_Generalization_of_Wartenberg's_Multivariate_Spatial_Correlation
- (3) Schabenberger y Pierce, 2002
- (4) Dray (2008), Dos métodos para analizar datos espaciales multivariados (PCA y MULTISPATI-PCA) en una base de datos derivada del uso de maquinarias de agricultura de precisión, como son monitores de rendimientos acoplados a cosechadoras de granos y sensores de CE, medición de profundidad de tosca y elevación. Estas variables de suelo impactan altamente en los rendimientos de cultivos de granos (7), como la soja en la región pampeana argentina y por lo tanto podrían, junto con el rendimiento constituir indicadores sensibles a las diferencias en terreno para favorecer la delimitación de zonas homogéneas y el posterior manejo de precisión de la producción. Utilizando MULTISPATI-PCA fue posible realizar un PCA que incorpore las coordenadas espaciales de los sitios monitoreados para considerar la posible presencia de autocorrelación espacial y ajustar las estimaciones de varianza del proceso monitoreado. Con estos ajustes espaciales se detectó la covariación entre CE30 y CE90 la cual no fue identificada por PCA. Desde un punto de vista agronómico se supone que es más probable que ambas variables (CE30 y CE90) estén correlacionadas a que no lo estén. Se trata de dos mediciones de una misma variable a dos profundidades diferentes pero en un mismo sitio. Otros autores han mostrado que estas variables pueden estar correlacionadas (7, 19). Aun cuando el nivel de concordancia entre las dos primeras CPs de ambos métodos puede ser significativo y alto, como se ha reportado en otras aplicaciones del PCA con restricción espacial respecto del PCA clásico (1, 11), es de esperar divergencia entre los ordenamientos de los puntos o sitios de muestreos. Los resultados observados en la presente aplicación sostienen la idea de que los mapas de variabilidad espacial logrados por estas técnicas pueden ser diferentes en mayor o menor medida debido a que en MULTISPATI-PCA la varianza es corregida por la autocorrelación espacial. La incorporación de las coordenadas espaciales a priori del análisis hizo que la selección del número de CPs para la interpretación de la variabilidad fuese más clara que en PCA clásico, resultado también publicado por otros autores que trabajaron en escalas espaciales mayores o regionales y no a nivel intralote. El método MULTISPATI-PCA constituye una herramienta estadística promisorio para la delimitación de zonas homogéneas en sentido multivariado, que podría ser utilizado en el mapeo de la variabilidad conjunta de variables de suelo y rendimiento capturadas dentro de lotes monitoreados con maquinarias precisas, tal como se ha realizado con otras técnicas multivariadas en bases de datos de agricultura de precisión. Los resultados mostraron que la incorporación de las coordenadas espaciales de los datos en el PCA permitió estimar la autocorrelación espacial en sentido multivariado y detectar relaciones subyacentes en el ensamblaje de variables originales, que si bien eran esperables agronómicamente, no fueron detectadas por el PCA cuando se ignoró la característica de datos espaciales de los vectores de variables asociados a los distintos sitios monitoreados por maquinarias precisas

“La calidad de vida generalmente se refiere al grado en que la vida de una persona es deseable o indeseable, frecuentemente poniendo énfasis en los componentes externos, como los factores ambientales y los ingresos”

Diener. International Society for Quality-of-Life Studies. 2006

5.5 POTENCIAL DE CRECIMIENTO URBANO

Diferentes estudios científicos (Glaeser et al.1992, 1995, Royuela et al. 2008) analizan el crecimiento de la población relacionándolo con la calidad de vida. El enfoque cuantitativo de calidad de vida es definido por la International Society for Quality-of-Life Studie, como se señala en la cabecera de esta apartado. A pesar de no existir un acuerdo sobre la definición del concepto de calidad de Vida, aquí se considera formular una propuesta que enlaza con los autores mencionados con el objeto de abordar algunas relaciones de causalidad que pueden orientar nuevos trabajos.

Jacobs considera que la mayor parte de transferencia de conocimiento de la industria llega desde el exterior como resultado de la variedad y diversidad geográfica de la industria que promueve la innovación y el crecimiento más que la especialización geográfica de la misma.(1)

En esta dimensión economicista, Glaeser (1992) (1) establece una relación inversa entre calidad de vida y crecimiento poblacional, que Royuela (2008) (2) ratifica, señalando que los incrementos de población hacen disminuir los incrementos de calidad de vida y que las mejoras de la calidad de vida no conllevan incrementos de la población. Coinciden en señalar que el restablecimiento del equilibrio urbano espacial requiere períodos temporales amplios tras los ajustes correspondientes de precios de vivienda y del volumen de migración. No obstante, es necesario señalar que este equilibrio urbano espacial es un concepto que se podría definir como inestable ya que la ciudad está en permanente cambio. Sin embargo, para

seguir el argumento iniciado, se puede identificar el equilibrio respecto al periodo de referencia en el que el derecho a la ciudad alcanza el grado de menor vulnerabilidad o, en sentido positivo, el de mayor satisfacción del derecho a la ciudad.

Glaeser et al en *Economic growth in a cross-section of cities* examinan la relación entre las características urbanas en 1960 y el crecimiento urbano entre 1960 y 1990. Los ingresos y el crecimiento de la población se mueven juntos, y ambos tipos de están positivamente relacionados con la educación inicial, negativamente relacionados con el desempleo, y relacionado negativamente con la participación inicial del empleo en la manufactura. La composición y la segregación racial no están correlacionadas con el crecimiento urbano en todas las ciudades, pero en ciudades con grandes comunidades no blancas, la segregación se correlaciona positivamente con el crecimiento de la población. Los gastos gubernamentales (excepto saneamiento) no están correlacionados con el crecimiento; la deuda pública se correlaciona positivamente con el crecimiento posterior.

La economía separada de 2 ciudades que comparten fondos comunes de mano de obra y capital, muestran diferencias de crecimiento urbano que no provienen de las tasas de ahorro o de dotaciones exógenas de trabajo, en un escenario de movilidad tanto para la mano de obra móvil como del capital. Las ciudades difieren sólo en el 'nivel de productividad' y en la 'calidad de vida'.

Opción A

La producción $A_{i,t}$ de una ciudad i en el momento t se expresa como una función de producción tipo Cobb-Douglas común a todas las ciudades

$$\epsilon_{i,t} f(N_{i,t}) = \epsilon_{i,t} N_{i,t}^{\sigma} \quad (5.14)$$

Siendo

$\epsilon_{i,t}$ Nivel de productividad
 $N_{i,t}$ población de la ciudad (plena población trabajadora)
 $f(.)$ Función de producción Cobb-Douglas
 σ parámetro de país.

El ingreso laboral de un potencial migrante potencial $W_{i,t}$ será el producto marginal de la mano de obra

$$W_{i,t} = \sigma \epsilon_{i,t} N_{i,t}^{\sigma-1} \quad (5.15)$$

La Calidad de Vida CV_i se puede expresar como función de la oferta de amenidades $Q_{i,t}$ y del tamaño de la población, que en sentido restringido se expresa así

$$CV_{i,t} = Q_{i,t} / N_{i,t}^{\delta=K} \quad (5.16)$$

Siendo

$Q_{i,t}$ Oferta de amenidades de la ciudad, concepto que aquí se interpreta como satisfacción de derechos

La calidad de vida K (o $CV_{i,t}$) está condicionada por una amplia gama de factores que incluyen la delincuencia, los precios de la vivienda y la congestión del tráfico. Esta expresión supone que la calidad de vida es decreciente a medida que aumenta el tamaño de la población, siendo $\delta > 0$ otro factor de entorno.

La utilidad final de los individuos, $U_{i,t}$, depende del índice de calidad de vida de la siguiente expresión

$$U_{i,t} = \sigma \varepsilon_{i,t} Q_{i,t} N_{i,t}^{\sigma-\delta-1} \quad (5.17)$$

Siendo

$$\delta > 0$$

y sustituyendo

$$U_{i,t} = W_{i,t} CV_{i,t} \quad (5.18)$$

La utilidad total es igual a los salarios multiplicados por un índice de calidad de vida.

Al asumir el movimiento libre de trabajadores entre ambas ciudades el equilibrio espacial produce una igualación del nivel de utilidad en el territorio en cualquier momento del tiempo, $U_{i,t} = U_{j,t}$. Por ello, los cambios que se produzcan en la utilidad de cada una de las ciudades serán consecuencia de cambios en el nivel de productividad, en el índice de calidad de vida y en el crecimiento de la población. Así, para cada ciudad

$$\log\left(\frac{U_{i,t+1}}{U_{i,t}}\right) = \log\left(\frac{\varepsilon_{i,t+1}}{\varepsilon_{i,t}}\right) + \log\left(\frac{CV_{i,t+1}}{CV_{i,t}}\right) + (\sigma - \delta - 1)\log\left(\frac{N_{i,t+1}}{N_{i,t}}\right)$$

Se asume

$$\log\left(\frac{\varepsilon_{i,t+1}}{\varepsilon_{i,t}}\right) = X'_{i,t} \beta + \xi_{i,t+1}$$

$$\log\left(\frac{CV_{i,t+1}}{CV_{i,t}}\right) = X'_{i,t} \theta + \zeta_{i,t+1}$$

donde

$X_{i,t}$ vector de características de la ciudad en el tiempo t que determina el crecimiento tanto en la calidad de vida en la ciudad como en el crecimiento del nivel de productividad de la ciudad

Combinando ambas expresiones

$$\log\left(\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}}\right) = \frac{1}{1+\delta-\sigma} X'_{i,t} (\beta + \theta) + \chi_{i,t+1} \quad (5.19)$$

$$\log\left(\frac{W_{i,t+1}}{W_{i,t}}\right) = \frac{1}{1+\delta-\sigma} X'_{i,t} (\delta\beta + \sigma\theta - \theta) + \omega_{i,t+1} \quad (5.20)$$

donde

$\chi_{i,t}, \omega_{i,t}$ términos de error no correlacionados con las características urbanas

Glaeser señala que la suma de la calidad de vida y el crecimiento de la productividad determinan el crecimiento del empleo. El decrecimiento salarial muestra un promedio del crecimiento de la productividad y $\sigma-1$ veces el crecimiento de la calidad de vida. Una dificultad para interpretar el decrecimiento salarial es que puede reflejar los cambios en la composición de la población, así como los cambios en la compensación provocado por el impacto en el tamaño de la población.

El modelo supone una mano de obra homogénea (como la mayoría de los modelos de crecimiento), sin embargo, la heterogeneidad de la mano de obra es una característica principal del crecimiento urbano por lo que se incorporan variables correctoras.

Migración frente a concentración

Una correlación negativa entre los salarios iniciales y el crecimiento salarial (convergencia) puede ocurrir porque la tecnología mejora más lentamente en las ciudades avanzadas (convergencia real) o porque la inmigración de mano de obra a regiones con salarios altos hace que los salarios en esas regiones bajen. La segunda hipótesis está justificada porque la migración laboral debe responder lentamente a los choques en la demanda laboral local. Para examinar esta cuestión Glaeser et al presentan un modelo con costos de migración y retraso en las respuestas de la oferta laboral a los impactos locales.

Se considera que la calidad de vida de los migrantes potenciales decae no sólo en el nivel de población sino también en la tasa de crecimiento de la

población. Este declive puede ocurrir porque los costos de la migración provocan un aumento en el número de inmigrantes. Una relación negativa entre la calidad de vida y el crecimiento también ocurre porque toma tiempo construir ciertos bienes públicos, o infraestructura básica o vivienda. Los residentes de ciudades de rápido crecimiento pueden sufrir en términos de calidad de vida hasta que se construyan esas ciudades. La calidad de vida ahora está dada por la ecuación

$$K = CV_{i,t} = Q_{i,t} / N_{i,t}^{\delta} \quad (5.21)$$

$$K = CV_{i,t} = Q_{i,t} N_{i,t}^{-\delta_1} \left(\frac{N_{i,t}}{N_{i,t-1}} \right)^{-\delta_2}$$

$$\log \left(\frac{W_{i,t+1}}{W_{i,t}} \right) = \frac{X'_{i,t} (\delta_1 \beta + \delta_2 \beta + \sigma \theta - \theta)}{1 + \delta_1 + \delta_2 - \sigma} - \frac{\delta_2 (1 - \sigma)}{1 + \delta_1 + \delta_2 - \sigma} \log \left(\frac{N_{i,t}}{N_{i,t-1}} \right) + \omega_{i,t+1} \quad (5.22)$$

Si se omiten las tasas de crecimiento rezagado de la población de las regresiones y $\delta_2 \neq 0$, los coeficientes de las características iniciales estarán sesgados (y en particular, el coeficiente de los salarios iniciales debe estar sesgado a la baja ya que los salarios actuales se correlacionan positivamente con el crecimiento rezagado). La existencia de este sesgo de regresión de crecimiento de salarios aparece al incluir las tasas de crecimiento rezagado de la población. Siempre que el coeficiente de la tasa de crecimiento demográfico rezagado sea cero, se puede aceptar que $\delta_2 = 0$. Si el coeficiente es distinto de cero, entonces existe el riesgo de que la

convergencia provenga de la inmigración que satisface lentamente la demanda laboral provocando la lenta reducción de los salarios.

Opcion B

Por su parte, Royuela et al consideran que la separación del índice de calidad de vida en $Q_{i,t}$ y $L_{i,t}$ ^δ asume que $Q_{i,t}$ no depende del tamaño de la ciudad por lo que eluden la separabilidad funcional del índice de calidad de vida respecto el tamaño urbano, expresando un índice de calidad de vida que depende funcionalmente del tamaño de la ciudad:

$$K=CV_{i,t} = f(Q_{i,t} , N_{i,t}) \quad (5.23)$$

Siendo

$$Q_{i,t} = f(N_{i,t}) \quad (5.24)$$

Siendo

$\delta > 0$

$Q_{i,t}$ Oferta de amenidades de la ciudad o satisfacción de derechos

De esta conclusión se sigue que

$$dCV_{i,t} / dN_{i,t} < 0 \quad (5.25)$$

De este modo, la utilidad final de los individuos, $U_{i,t}$, se ajusta a la

calidad de vida propuesto en (5.17)

$$U_{i,t} = \sigma \epsilon_{i,t} N_{i,t}^{\sigma-1} CV_{i,t}^{\delta} \quad (5.26)$$

Así, establece el siguiente sistema de 2 ecuaciones que relaciona las dos incógnitas de la calidad de vida y la población

$$\begin{aligned} \log \left(\frac{N_{i,t+1}}{N_{i,t}} \right) &= \frac{1}{1-\sigma} X1'_{i,t} \beta + \frac{\delta}{1-\sigma} \log \left(\frac{CV_{i,t+1}}{CV_{i,t}} \right) + \omega_{i,t} \\ \log \left(\frac{CV_{i,t+1}}{CV_{i,t}} \right) &= X2'_{i,t} \theta + \gamma \log \left(\frac{N_{i,t+1}}{N_{i,t}} \right) + \zeta_{i,t} \end{aligned} \quad (5.27)(3)$$

Siendo

$\delta > 0$

$X1_{i,t}$ crecimiento de la productividad

$X2_{i,t}$ crecimiento de la calidad de vida

$N_{i,t}$ población de la ciudad (plena población trabajadora)

σ parámetro de país

β, γ, θ Coficientes de cálculo siendo $0 < \gamma < 1$

ω parámetro de error

ζ parámetro de error

En este modelo las ciudades aumentan su población si aumenta la calidad de vida ($\delta/(1-\sigma) > 0$), y simultáneamente se espera que la calidad de vida decrezca cuando aumente la población ($\gamma < 0$).

Para evaluar el índice de calidad de vida identifica un conjunto de indicadores vinculados a vivienda, transporte, educación, salud, servicios sociales y ambientales, entre otros.(4)

A continuación se realiza un análisis comparativo entre la propuesta de Glaeser y la de Royuela.

Estas ecuaciones se pueden simplificar

$$\log N = \omega_1 \varepsilon + \omega_2 \log K$$

$$\log K = \omega_1 V + \omega_2 \log N$$

Glaeser

$$K=CV_{i,t} = Q_{i,t} / N_{i,t}^{\delta}$$

$$\log\left(\frac{W_{i,t+1}}{W_{i,t}}\right) = \frac{X'_{i,t}(\delta_1\beta + \delta_2\beta + \sigma\theta - \theta)}{1 + \delta_1 + \delta_2 - \sigma} - \frac{\delta_2(1-\sigma)}{1 + \delta_1 + \delta_2 - \sigma} \log\left(\frac{N_{i,t}}{N_{i,t-1}}\right) + \omega_{i,t} + 1$$

Correlaciones parciales entre el crecimiento de las poblaciones de las ciudades y las características iniciales de estas ciudades

Incrementos de población hacen disminuir los incrementos de calidad de vida

La reordenación espacial en los entornos locales requiere lapso temporal elevado para recuperar reequilibrio.

Relevante correlación en el nivel de variables económicas, como el desempleo inicial y la exposición a la industria manufacturera. La tecnología mejora más lentamente en las ciudades avanzadas (convergencia real). La inmigración de mano de obra a regiones con salarios altos hace que los salarios en

Royuela

$$K=CV_{i,t} = f(Q_{i,t}, N_{i,t})$$

$$\log\left(\frac{N_{i,t+1}}{N_{i,t}}\right) = \frac{1}{1-\sigma} X'_{i,t}\beta + \frac{\delta}{1-\sigma} \log\left(\frac{CV_{i,t+1}}{CV_{i,t}}\right) + \omega_{i,t}$$

$$\log\left(\frac{CV_{i,t+1}}{CV_{i,t}}\right) = X'_{i,t}\theta + \gamma \log\left(\frac{N_{i,t+1}}{N_{i,t}}\right) + \zeta_{i,t}$$

Medida de la calidad de vida, centrada en los aspectos externos que influyen en el bienestar de los individuos

Incrementos de población hacen disminuir los incrementos de calidad de vida

Ausencia de equilibrio espacial instantáneo en el sistema urbano de la provincia La reordenación espacial en los entornos locales requiere lapso temporal elevado para recuperar reequilibrio

Mejoras de la calidad de vida no suponen incrementos adicionales de la población inmediatos. Responsabilidad del precio de vivienda en el equilibrio espacial

esas regiones bajen Correlación positiva de ingresos y crecimiento de la población

Segregación ponderada de variables sociales y políticas;

Relevante correlación en el nivel de educación inicial de la población y la generación e externalidades por escolaridad. Mayor nivel de educación influye en el crecimiento posterior por la influencia el crecimiento de la tecnología

Crecimiento de ciudades es similar a crecimiento de países. Diferencias de las ciudades no creadas por diferentes ahorros o dotaciones de mano de obra.

La especialización reduce la capacidad de crecimiento. La competencia y la diversidad colaboran en la capacidad de crecimiento

Se produce un proceso de convergencia tanto en términos de población como en términos de calidad de vida.

Las ciudades con mayor calidad de vida atraen más capital humano. Los individuos con más educación son los que demandan mayores niveles de servicios

El aumento del potencial de movilidad obligada(estudios o trabajo) y no obligada(compras, ocio, y acceso a segunda residencia)provoca aumentos de población en zonas más accesibles que antes pero, reduce la tasa de dotación de servicios

Table 1

Means and standard deviations city variables

	Mean	Std. dev.	Minimum	Maximum
Change				
Change in log of population 1990-1999	0.083	0.796	-0.601	1.569
Change in log of population 1990-1999	0.037	0.096	-0.060	0.309
1990 housing variables				
Log of population	11.894	0.011	10.808	13.067
Per capita income (\$1000)	1.893	0.4095	1.139	3.072
Migrants per capita	0.119	0.308	0.0	0.919
Demographic				
South	0.081	0.269	0	1
Central	0.079	0.267	0	1
Northwest	0.084	0.264	0	1
Race				
Registration index	99.01	1.90	98.0	99.1
Weighted registration index	1.999	1.999	0.000	10.000
% nonwhite	10.00	11.91	0.0	97.0
Urban form				
Concentration ratio	5.4	1.7	1.0	10.0
Manufacturing share of employment	0.250	0.119	0.000	0.890
Education				
Median years of schooling	10.010	1.116	8.0	12.7
% of pop with 16+ yrs of school	8.9	4.210	0.0	30.7
% of pop with 12-15 yrs of school	11.70	8.400	0.0	49.0
% of pop with less than 8 yrs of school	8.210	3.900	1.0	21.4
Income inequality				
% of pop earning under \$1000	16.410	7.410	0.0	49.0
% of pop earning over \$10,000	10.00	0.00	0.0	40.0
Government				
Per capita revenue	101.000	49.420	11.770	191.770
Property tax share of revenue	0.440	0.170	0.000	0.870
Transfer funds share of revenue	0.160	0.090	0.0000	0.510
Per capita expenditure	110.000	46.100	13.410	214.100
Police share of expenditure	0.121	0.040	0.000	0.340
Highway share of expenditure	0.131	0.070	0.000	0.420
Sanitation share of expenditure	0.101	0.090	0.000	0.510
Per capita debt	101.120	104.480	0.000	1070.000

CUADRO 4
RESULTADOS DEL MODELO PARA LA MUESTRA CON 314 MUNICIPIOS

Variable	Parámetro	E.E.	Parámetro	E.E.	Parámetro	E.E.	Parámetro	E.E.	Parámetro	E.E.
	1990-2001		1990-2004		1990-2006		1990-2007		2000-2004	
Constant	1.13E-01	1.07E-01	1.21E-01	0.30E-01	1.10E-01	0.08E-01	7.24E-02	0.05E-02	8.20E-01	0.74E-01
Population	-0.00E-07	2.10E-07	-0.00E-07	0.39E-07	-0.00E-07	1.19E-07	-0.02E-06	0.00E-06	-0.10E-06	0.72E-06
Year of industrial	6.11E-02	0.08E-02	7.04E-02	1.30E-02	1.70E-02	0.08E-02	0.01E-02	0.02E-02	1.15E-02	0.12E-02
Population urbanization	7.07E-02	4.10E-02	6.10E-02	0.00E-02	0.00E-02	2.00E-02	0.00E-02	1.10E-02	4.40E-02	0.42E-02
Population density	1.70E-07	3.01E-06	0.47E-07	4.30E-06	2.20E-06	1.70E-06	-0.00E-06	0.00E-07	-7.00E-06	4.77E-07
Tells per 100 hab	1.00E-03	1.00E-04	0.00E-03	2.20E-04	0.07E-04	0.00E-05	0.54E-04	0.00E-05	0.00E-04	4.00E-05
Balance	-0.00E-01	7.20E-02	-0.00E-01	1.00E-01	-0.00E-01	0.00E-02	-0.71E-02	0.00E-02	0.07E-02	1.00E-02
Distance to Executive	-0.00E-03	1.10E-03	-0.00E-03	1.70E-03	-0.00E-03	0.17E-04	-0.01E-03	0.14E-04	0.17E-04	0.10E-04
Constant	0.00E-01	0.00E-01	0.19E-00	0.14E-01	-0.00E-01	1.00E-01	-0.19E-01	0.01E-02	0.00E-01	7.00E-02
R ²	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	
Crissy David West-F statistic	171.13	0.000	153.36	0.000	22.30	0.000	120.01	0.000	12.18	0.000
Chi-square test	0.0000	0.100	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100

Fif. 5.4 Indicadores de calidad de vida de Glaeser (arriba) y Royuela(debajo)

La figura 5.4 muestra los indicadores utilizados por Glaeser y Royuela en sus respectivos trabajos de análisis de Calida de Vida urbana. Se observan coincidencias relativas a educación, pero la diferencia en criterios de identificación de indicadores, que parcialmente puede justificarse en las diferentes características poblacionales relevantes, como la raza en el caso de USA, es notoria. Glaeser incluye aspectos económicos, como ingresos de la población o desempleo. Royuela por el contrario incluye oferta de amenidades y servicios urbanos.

En el marco de la presente Mecánica Urbana, los vectores aquí seleccionados permite abordar la calidad de vida desde la satisfacción de los derechos que configuran el Derecho a la Ciudad invocado.

- (1) Growth in cities Gaeser et al pag 1128
<https://scholar.harvard.edu/files/shleifer/files/growthincities.pdf>
- (2) <https://scholar.harvard.edu/files/shleifer/files/growthincities.pdf>
<https://www.researchgate.net/publication/44708418> El crecimiento de las ciudades y de la calidad de vida en la provincia de Barcelona desde una perspectiva de causalidad mutua
- (3) En el caso de que no se hubiese contemplado el hecho de que la calidad de vida depende del tamaño de la ciudad, la ecuación resultante del modelo sería
 $\log((L_i, t+1)/(L_i, t)) = 1/(1+\delta-\sigma) X_i' t (\beta+\theta) + \chi_i t$
 donde el crecimiento de las ciudades depende un vector de parámetros X. Además de contemplar que las variables endógenas puedan causarse mutuamente, en la especificación propuesta en la ecuación (5.6) se permite estimar separadamente el efecto de los determinantes del crecimiento de la productividad (vector X1) de los determinantes del crecimiento de la calidad de vida (vector X2).
<https://www.researchgate.net/publication/44708418> El crecimiento de las ciudades y de la calidad de vida en la provincia de Barcelona desde una perspectiva de causalidad mutua
 Pag 72
- (4) Índice de Calidad de Vida: Condiciones de Vida de la Comunidad
 Condiciones de Vida de la Comunidad = 0.10 CV + 0.10 ITP + 0.15 ISE + 0.15 ISS + 0.10 ISSTE + 0.10 IMA + 0.10 IC + 0.10 ISC + 0.10 ICM
 CV= Características de las Viviendas
 + Índice compuesto del estado de conservación de la vivienda
 + Tamaño de la vivienda por habitante
 + Tasa de viviendas unifamiliares
 + Índice compuesto de servicios de la vivienda (agua, teléfono, calefacción, etc.)
 ITP= Índice de Transporte Público
 + Tasa de utilización del transporte público entre los trabajadores
 + Tasa de utilización del transporte público entre los estudiantes
 + Disponibilidad de servicios ferroviarios
 + Número de autobuses urbanos por población
 ISE= Índice de Servicios Educativos
 + Índice de Servicios Educativos
 + Unidades de escuela infantil
 + Unidades de escuela primaria
 + Unidades de escuela secundaria
 + Unidades de Educación Especial
 + Índice de Estudiantes por Unidad Educativa
 - Estudiantes por aula en escuela infantil
 - Estudiantes por aula en escuela primaria
 - Estudiantes por aula en escuela secundaria
 + Índice de Universidades
 + Titulaciones Universitarias ponderadas por 10.000 habitantes entre 19 y 24 años
 + Índice de diversidad de oferta Universitaria

ISS= Índice de Servicios de Salud
 + Farmacias por 1.000 habitantes
 + Hospitales por 1.000 habitantes
 + Camas hospitalarias por 1.000 habitantes
 + Centros de asistencia primaria
 + Número de trabajadores en el sector sanitario por 1.000 habitantes
 ISSTE= Índice de Servicios Sociales y de la Tercera Edad
 + Residencias de tercera edad por 1.000 habitantes de tercera edad
 + Centros de Asistencia Sociales por 1.000 habitantes
 + Centros de día de Asistencia a la Tercera Edad por 1.000 habitantes de tercera edad
 IMA= Índice Medioambiental
 + Índice Catalán de Calidad del Aire
 + Proporción de residuos con recogida selectiva
 IC= Índice de Clima
 + Temperatura media anual
 - Amplitud térmica anual (Temperatura mensual Máxima – Mínima)
 ISC= Índice de Servicios Culturales
 + Teatros por 1.000 habitantes
 + Museos por 1.000 habitantes
 + Librerías agremiadas por 1.000 habitantes
 + Archivos Municipales por 1.000 habitantes
 + Cines por 1.000 habitantes
 + Galerías de Arte por 1.000 habitantes
 + Instalaciones Deportivas por 1.000 habitantes
 ICM = Índice de Comunicación Municipal
 + Prensa Escrita
 + TV y radio
 + Boletines Municipales

Nota: El signo positivo o negativo a la izquierda de los indicadores básicos, señala la influencia final en el índice CVC, de manera que éste quede construido de manera cuanto-mayor-mejor.

Fuente: Royuela, et al (2003)

5.6 CAPACIDAD DE ACOGIDA URBANA

La relación entre la población y el medio ambiente es un fenómeno ampliamente analizado que se ha enfocado desde diferentes puntos de vista. (1). La Mecánica Urbana está alineada con el enfoque de reciprocidad ya que como se ha observado hasta aquí se han analizado aspectos económicos propios del sistema, como la eficiencia ambiental del sistema económico pero también con el comportamiento de la población en relación al consumo.

Se puede expresar que la Capacidad de Acogida Urbana K es una función que depende de los recursos básicos para garantizar la supervivencia, es decir, la disponibilidad de energía, agua, materias primas, alimentos y espacio entre otros.

Por tanto

$$K = f(\text{energía, agua, espacio, } \alpha)$$

Siendo α otros recursos básicos que completen los criterios.

La cooperación territorial ha facilitado la organización de los usos y la explotación de los recursos del suelo de manera que son complejas las razones económicas, sociales, políticas y espaciales las que han motivado el destino de cada parcela del territorio, que deben conciliarse para realizar la distribución correcta del suelo, que como en el caso de la Calidad de Vida, existen criterios diferentes que justifican las decisiones. Ahora, en un

escenario de resiliencia urbana, donde la capacidad de soportar impactos imprevistos debe resolverse de forma equilibrada, se puede plantear el modelo urbano como un sistema cerrado. Este criterio requiere evaluar los recursos con cierto grado de autonomía e independencia. Es cierto que los municipios y los territorios forman parte de sistemas complejos formados por unidades en las que se producen intercambios de flujos de todo tipo. Sin embargo, la autorreferencia, la satisfacción propia de las necesidades básicas puede resultar necesaria en el momento de no disponer de otra referencia comúnmente aceptada.(2)

1 Criterios de acogida urbana

Para calcular la capacidad de acogida urbana es necesario identificar por un lado una serie de criterios que estén relacionados con los recursos disponibles para atender a la población y en segundo lugar disponer de diferentes alternativas para su evaluación en relación a los criterios.

Sin carácter exclusivo ni exhaustivo, se ha considerado adecuado extraer algunos criterios que son compartidos por la comunidad experta con el objeto de evaluar las diferentes alternativas de acogida, así como distribuir los recursos o, en su caso, conocer las limitaciones de crecimiento.

CRITERIO DE ACOGIDA	
X1	Vivienda
X2	Agua
X3	Energía
X4	Presión Urbana
X5	Densidad
X6	Proximidad
X7	Población

La evaluación debe estar basada en datos cuantitativos que se pueden trasladar a la tabla de prevalencia. Ya se ha descrito ampliamente sobre todos ellos a lo largo de la Mecánica Urbana pero se señalan a continuación brevemente algunas de las circunstancias que justifican su inclusión en el listado de condicionantes al crecimiento.

a. Vivienda, Agua y Energía

La disponibilidad de vivienda, así como los suministros de agua y energía se consideran criterios básicos para la supervivencia. La evaluación se realiza comparando la vivienda existente disponible para el alojamiento en relación con la alternativa propuesta. La inclusión de vivienda permite reducir la demanda de vivienda, pero puede provocar aumento de población, por lo que debe evaluarse la capacidad de suministro de agua o de energía.

b. Presión Urbana

La presión urbana PU es la capacidad del espacio urbano para soportar la ocupación de la población en tránsito. El valor de PU es el resultado de las ratios de superficie peatonal por residente más transeúnte y de la ratio de superficie rodada por número de vehículos que transitan en la ciudad en cada escenario de acogida provocado por cada alternativa.

$$PU = (\text{Superficie peatonal} / \text{Población}) + (\text{Superficie rodada} / \text{Vehículos})$$

c. Densidad

Existe un concepto generalizado ampliamente compartido que es el de la ciudad compacta. Sin embargo, se trata de una idea que carece de determinaciones urbanísticas concretas que permita aplicar en la planificación. La ciudad histórica alcanza una densidad media de 150 viv/ha con una altura media de 4 ó 5 plantas en manzana compacta. Las leyes urbanísticas limitan la densidad de los crecimientos urbanos a 75 viv/ha pudiendo alcanzar 100/viv/ha de manera justificada.

d. Proximidad

El criterio de proximidad de los equipamientos básicos, servicios, actividades comerciales de proximidad, redes de movilidad y Espacios verdes, están incluidos en el Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas. Establece condicionantes de simultaneidad y proximidad de cada grupo de servicios para garantizar la correcta asistencia al ciudadano. (5)

Equipamientos básicos (4/5 servicios)	< 600 m
Educativos, culturales, deportivos, salud y bienestar social	<600 m
Actividades comerciales de proximidad (6/8 servicios)	< 300m
Horno de pan, productos cárnicos, fruta-verdura, pescado, productos variados en supermercado, productos variados en pequeño comercio, productos farmacéuticos y prensa	
Redes de movilidad (1/3 servicios)	< 300m
Paradas de bus urbano, red de bicicletas, red peatonal	
Espacios verdes (1 servicio)	< 200m
Espacios verdes de estancia > 1ha	

e. Población

Se trata del criterio de referencia estructural ya que la población justifica la existencia de la ciudad. En el apartado anterior sobre potencial decrecimiento urbano se comprueba que la Calidad de Vida está con relacionado con el crecimiento de la población (de forma directa o inversa) según Glaeser, pero también con la disposición de servicios

Se dispone así de una batería de criterios que se asocian a un conjunto de alternativas. A continuación se describe el método para adoptar la decisión más razonable.

1 Proceso de Análisis Jerárquico AHP

El proceso de Análisis Jerárquico AHP (3) formula una metodología capaz de evaluar más de dos alternativas (multicriterio), para superar la limitación humana de discernimiento correcto. Consiste en realizar dos tipos de evaluaciones, absoluta y relativa, asignando en ambas las prioridades de criterios respecto a los objetivos. La evaluación relativa se aplica a la prevalencia pareada entre cada criterio. La evaluación absoluta se aplica a la prevalencia de las alternativas por cada criterio

El análisis relativo establece la prevalencia entre cada par de criterios X_i que se expresan en la matriz de pesos A siguiente (4)

	X_1	X_2		X_n
X_1	1	w_1 / w_2	.	w_1 / w_n
X_2	w_2 / w_1	1	.	w_2 / w_n
X_3	w_3 / w_1	w_3 / w_2	.	w_3 / w_n
	.	.	.	.
X_n	w_n / w_1	w_n / w_2	.	1

La robustez matemática del método está basado en que las matrices utilizadas cumplan tres condiciones

Reciprocidad	si	$a_{ij} = x \rightarrow a_{ji} = \frac{1}{x} \text{ con } 1/9 \leq x \leq 9$
Homogeneidad	si i y j tienen la misma importancia	
		$a_{ij} = a_{ji} = 1$
		$a_{ii} = 1 \quad \forall i$



Fig. 5.5 Fuente <https://www.youtube.com/watch?v=gaML3XIHIGc>

	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	CRITERIO 4
CRITERIO 1	1_1	5_1	5_1	7_1
CRITERIO 2	1_5	1_1	1_1	3_1
CRITERIO 3	1_5	1_1	1_1	3_1
CRITERIO 4	1_7	1_3	1_3	1_1

IGUAL	MODERADA	FUERTE	MUY FUERTE	EXTREMA
1	3	5	7	9

Fig 5.6 <https://www.youtube.com/watch?v=gaML3XIHIGc>
<https://www.youtube.com/watch?v=ftIUMqkERko>

Consistencia $a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij} \quad 1 \leq i, j, k \leq q$

Siendo $a_{ij} = w_i / w_j$

Se comprueba que la matriz A es recíproca ya que

$w_i / w_j = w_j / w_i$ la prevalencia entre X_i y X_j es inversa a la prevalencia X_j y X_i

$w_i / w_i = 1$

y está demostrado que toda matriz recíproca es consistente, y por esta razón satisface la condición de

$a_{ik} = a_{ij} a_{jk}$

comprobando

$w_i / w_k = w_i w_j / w_j w_k$

Estas prevalencias se valoran según una tabla de rango

Valor	Prevalencia
1	Igual importancia
3	Moderada importancia relativa
5	Fuerte importancia relativa
7	Muy fuerte importancia relativa
9	Extrema importancia relativa
2,4,6,8	Valores intermedios

$$A W = n W$$

$$\begin{vmatrix} 1 & w_1/w_2 & \cdot & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \cdot & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & \cdot & w_3/w_n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdot & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \cdot \\ w_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} n w_1 \\ n w_2 \\ n w_3 \\ \cdot \\ n w_n \end{vmatrix} = n \begin{vmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \cdot \\ w_n \end{vmatrix}$$

Por otra parte $\lambda_{\max}$ se obtiene como resultado de la media del cociente del vector fila total entre el promedio de la suma de filas de la matriz normalizada.

$$A W = \lambda_{\max} W$$

Siendo

$$\lambda_{\max} \geq n \quad \text{Principal autovalor de } W$$

Saaty señala que A puede no ser consistente pero sigue siendo recíproca por lo que es necesario comprobar la razón de consistencia RC

$$RC = IC / IA$$

Siendo

$$IC = \lambda_{\max} - n / n-1$$

$IA = 1,98 (n-2) / n$ Índice de consistencia aleatorio en función del número de elementos que se comparan, o valor en la tabla siguiente

Tamaño matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio	0	0,58	0,99	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Entonces

$RC \leq 0,10$ Consistencia razonable

$RC > 0,10$ Inconsistencia

Establecida la matriz de prevalencias según criterios se calcula el autovector W' que ofrece los coeficientes de importancia de cada criterio. A continuación se calcula el autovector de cada una de las matrices de alternativas según cada uno de los criterios, que también ofrece la ponderación de cada una de ellas respecto a cada criterio y configura la matriz A'

La multiplicación de $A'W' = Z'$ que establece la importancia relativo de cada alternativa para adoptar la decisión

Por tanto, se dispone de la metodología de Análisis Jerárquico AHP que permite abordar la evaluación de alternativas multicriterio para aplicar al problema de la capacidad de acogida en función de los recursos.

3 Dinámica urbana estocástica Modelo Basado en Agentes

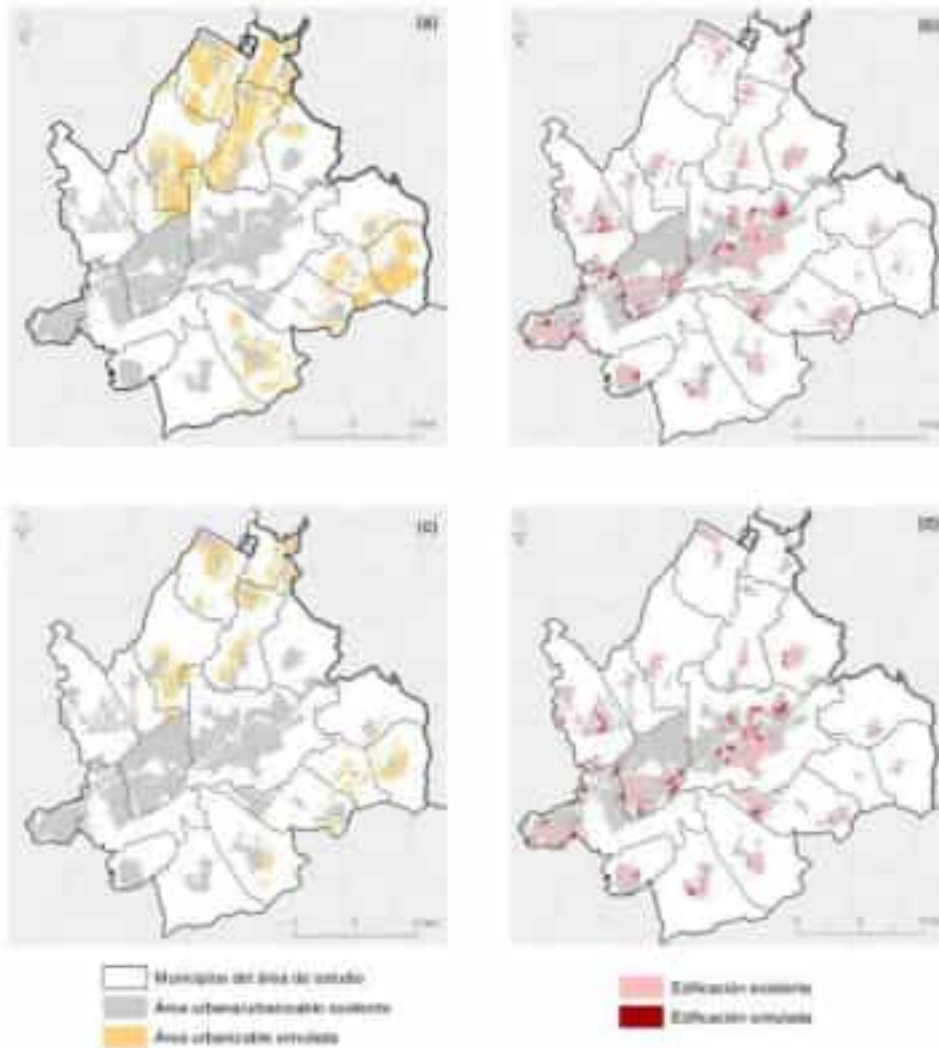


Fig. 5.7 Resultados espaciales de los escenarios tendencial (a, b) y sostenible (c, d) de AMEBA indicando la expansión de nuevas zonas urbanizables (a, c) y el crecimiento del parque de viviendas (b, d)

Un proceso estocástico es aquel que está sometido a alguna variable aleatoria, que provoca que el sistema no sea determinista. Ya se ha señalado que el crecimiento de la ciudad, sometida a procesos urbanos se desarrolla a lo largo de la historia. De forma completamente ilustrativa se podría considerar que existe alguna similitud entre la percepción del tiempo en esos procesos urbanos y las experiencias humanas.

Vladimir Nabokov en *Ada o el Ardor* (pag 440 Anagrama) escribe

"...sin duda, a los cincuenta años, me parece que el tiempo del calendario corre más de prisa, porque se da en fracciones que constituyen fragmentos cada vez más pequeños de un creciente fondo existencial ,...Pero esa "aceleración" depende precisamente del hecho de que no atendemos al Tiempo."

Se puede trasladar esta experiencia a la ciudad, encontrando elementos que permiten percibir una sensación vertiginosa similar que se puede expresar con la siguiente expresión

$$t_n = t_{n-1} + \Delta t$$

$$t_{n-1} / t_n < 1$$

dividiendo (1) por t_n

$$1 = (t_{n-1}/t_n) + (\Delta t/t_n)$$

$$(t_{n-1}/t_n) = 1 - (\Delta t/t_n)$$

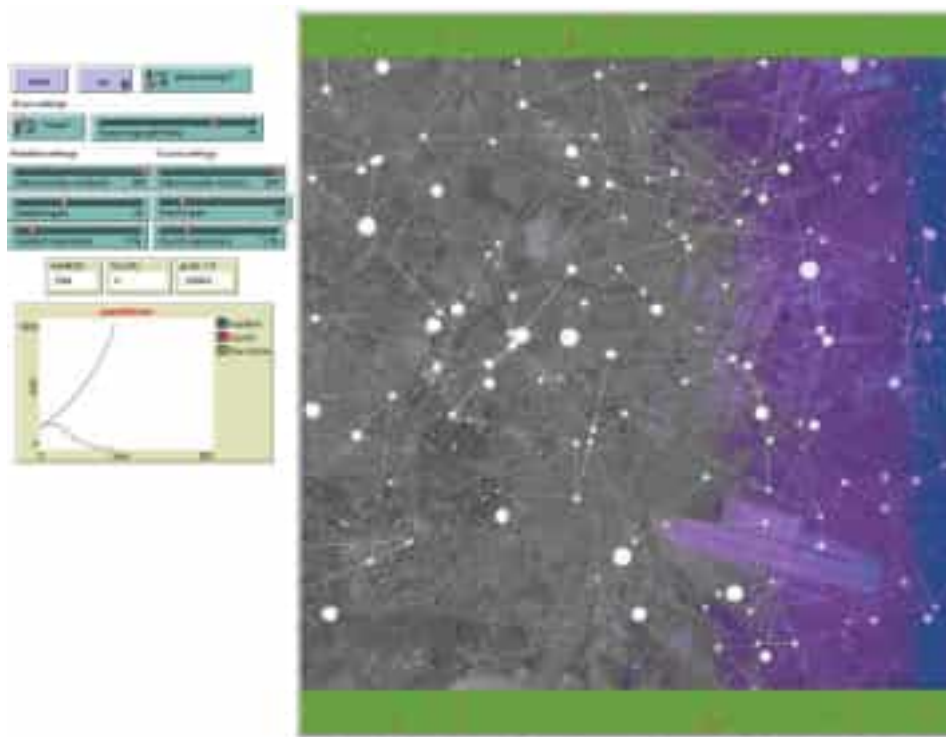


Fig. 5.8 Análisis de ocupación turística de El Puerto de Santa María mediante Modelo Basado en Agentes con Netlogo usando Wolf-sheep predation (docked hybrid)

Wilensky, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

Wilensky, U. (2005). NetLogo Wolf Sheep Predation (Docked Hybrid) model. [http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/WolfSheepPredation\(DockedHybrid\)](http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/WolfSheepPredation(DockedHybrid)). Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

Si se sigue la secuencia

$$(t_n/t_{n+1}) = 1 - (\Delta t/t_{n+1}) \quad (5.28)$$

Efectivamente se comprueba la cita de Nabokov, ya que la misma fracción de tiempo resulta cada más reducida proporcionalmente.

El proceso estocástico permite introducir magnitudes aleatorias que varían con el tiempo o caracterizar una sucesión de variables aleatorias (estocásticas) dependientes del tiempo. Cada variable tiene su propia función de distribución de probabilidad no necesariamente correlacionadas. Cuando no es posible determinar el conjunto de variables que afectan sobre un sistema urbano, es posible introducir variables aleatorias para conocer el resultado de Dinámicas Urbanas singulares.

Existe una amplia difusión de las técnicas de simulación de comportamientos utilizadas en otras disciplinas como los MBA, Medios Basados en Agentes, que se aplican en el ámbito del urbanismo.

El prototipo AMEBA utiliza un modelo que representa la secuencia de tres agentes principales responsables de procesos urbanos a través de tres submodelos independientes (AMEBA-PLA identificación suelo por planificación, AMEBA-PRO intereses de los agentes empresariales que van a promover y AMEBA-POB población que busca vivienda) que se integran en el prototipo siguiendo el top-down y bottom-up del fenómeno. (6)

Según el modelo, los parámetros por los que la población está potencialmente motivada a ocupar los nuevos asentamientos son los siguientes

- a. Poder adquisitivo (alto, medio, bajo)
- b. Situación (asentado o no asentado)
- c. Nivel de satisfacción (satisfecho o insatisfecho)
- d. Estado (activo o pasivo)
- e. Capacidad de insistencia

Se exploran 5 atributos que influyen en las motivaciones de los agentes

- a. Volumen de población
- b. Número de viviendas disponibles
- c. Nivel de ocupación en términos de población asentada por edificación
- d. Capacidad máxima de población (por pixel)
- e. Criterios de preferencia espacial

El diagrama de flujo representa la secuencia de decisiones de la población y sus efectos partiendo de una configuración inicial de condicionantes:

Crecimiento poblacional (entre el 0 y el 10 %)

Porcentaje máximo (sobre el total fijado en el punto anterior) por tipología de población (renta baja, media o alta).

Proporción de población de cambio por insatisfacción con su vivienda actual (aleatorio hasta un máximo del 15 % de la población)

Radio de búsqueda máximo de cada agente

Capacidad de insistencia en la búsqueda de nueva vivienda (entre 1 y 10).

El proceso de ocupación se inicia sobre la configuración en su estado 0, con la búsqueda de la población no satisfecha y en estado activo se repite hasta que se encuentre vivienda disponible o se alcance el máximo número de repeticiones permitidas.

La preferencia (P) de una tipología de población (t) es la suma de los valores de las variables (V) consideradas. A todas ellas se les puede otorgar un peso (p) que exprese la importancia de cada una en el proceso de selección final:

$$Pt = ((p1t * V1) + (p2t * V2) + (p3t * V3) + ... + (pnt * Vn)) \quad (5.29)$$

Se ha estudiado el efecto de la “Turistificación” sobre un Centro Urbano tomando como parámetros la variable de turistas, la variable de residentes y la variable de viviendas (asimilándolo a un proceso predeterminado en NetLogo denominado Wolf Sheep Predation). Se realizaron pruebas de Modelo Basado en Agentes relativos a la ocupación de viviendas turísticas en sectores de la ciudad aplicando el modelo Wolf Sheep Predation (Docked Hybrid con diferentes ratios de variables fijas sometidas a un proceso estocástico modulado. El resultado es que la mayor probabilidad de ocupación de viviendas turísticas no agota la disponibilidad de viviendas para la población residente que tiende a su recuperación periódica. Las conclusiones de este análisis pueden relacionarse con el hecho de que al perder la condición autóctona, la unidad censal pierde interés turístico. No obstante, la turistificación tiene efectos derivados que afectan al déficit de oferta de viviendas en alquiler para población residente.

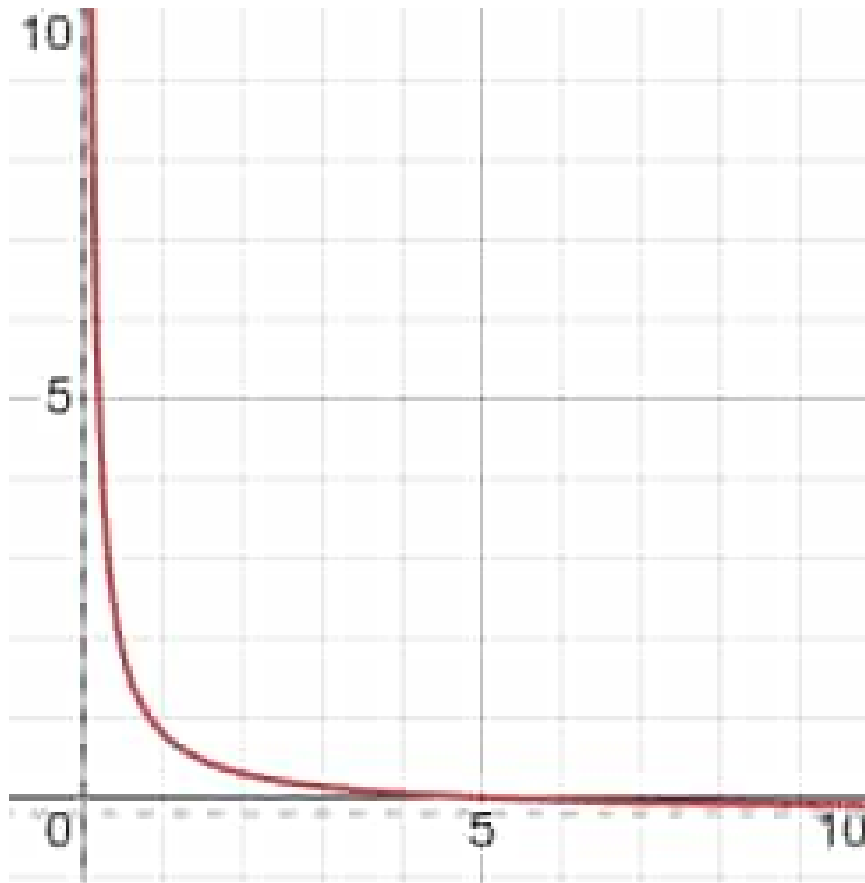


Fig. 5.9 Representación gráfica de la función aproximada que relaciona Población con recursos
<https://www.mathway.com/es/popular-problems/Algebra/200474>

El conjunto de funciones y algoritmos se introducen en un entorno de modelado programable de múltiples agentes Netlogo que permite incluir valores dinámicos en aquellos indicadores de estado (indicadores que se consideran responsables de los impactos y efectos) con el objeto de evaluar la perturbación que producen sobre los indicadores de fluencia (indicadores que reciben el impacto de las perturbaciones del sistema)

Las variables del sistema son las siguientes

- Número de residentes
- Número de turistas
- Ganancia de residentes
- Ganancia de turistas
- Reproducción de residentes
- Reproducción de turistas
- Viviendas libres

El modelo explora la estabilidad de los ecosistemas turista-residente. El sistema es inestable si tiende a provocar la extinción de uno de los grupos y es estable si tiende a mantenerse en el tiempo, a pesar de las fluctuaciones en el tamaño de la población.

Los turistas y los residentes conviven al azar por el centro urbano, pero los turistas buscan viviendas de propietarios que optan por alquilar la vivienda. En cada etapa los turistas encuentran viviendas dejando al residente sin vivienda y cuando el precio sube por existir oferta reducida el flujo turista decae. El equilibrio de turistas y residentes en el centro urbano es

inestable. Los residentes pueden perder las viviendas ante el avance del turismo en el proceso de turistificación. Para mantener a los residentes es necesario incorporan nuevas viviendas, de lo contrario desaparecen. Esta dinámica es generalmente estable, pero depende de los parámetros descritos anteriormente

Capacidad de acogida

La capacidad de acogida de un municipio está relacionada con la calidad de vida a través de la expresión (5.21) formulada por Glaeser

$$K = C V_{i,t} = Q_{i,t} / N_{i,t}^{\delta} \quad (5.21)$$

que establece la razón inversa entre ambas.

Aquí se ha planteado la necesidad de evaluar el límite al crecimiento por motivos relacionados con la disponibilidad de recursos, en un marco de autoreferencia o de autosuficiencia condición que puede expresarse como

$$\lim N_{i,t} \leq \sum_{i=1}^n \epsilon_i W_i \quad (5.31)$$

Siendo

$\lim N_{i,t}$ Límite poblacional
 ϵ_i Alternativa i

W_i Peso w_i de la alternativa resultado del producto del vector propio de las alternativas por cada criterio por el vector propio de criterios
 n Alternativas

Pero es necesario homogeneizar las unidades por lo que $L_{i,t}$ debe afectarse del coeficiente de consumo unitario r_i que cada individuo (o unidad familiar, entre otros) requiera sobre cada recurso R_i disponible y limitado. La expresión queda así

$$\lim N_{i,t} \leq \sum_{i=1}^n \epsilon_i W_i / r_i \quad (5.32)$$

Cumpliendo la condición de límite para todo recurso R_i

$$r_i N_{i,t} \leq R_i$$

o lo que es igual, cuando $R_i \rightarrow 0$

$$\lim_{R_i \rightarrow 0} \frac{R_i}{r_i N_{i,t}} = 1 \quad (5.33)$$

No obstante, con el criterio de no agotar los recursos completamente resulta conveniente ponderar el r_i con un coeficiente de cautela o resiliencia.

- (1) Vargas cita a Marquette (1997)
 Desde una perspectiva lineal que asigna el deterioro ambiental al aumento de población
 Desde una perspectiva de desarrollo que asigna el deterioro a las políticas internacionales de exportación de modelos de gran impacto a países en desarrollo
 Desde una perspectiva multiplicadora asignando al comportamiento social dependiente de la tecnología globalizada la responsabilidad del impacto ambiental
 Desde un enfoque de mediación entre población y ambiente,
 Desde un enfoque de reciprocidad que combina el crecimiento poblacional con los procesos económicos y sociales, científicos y tecnológicos, que provocan el agotamiento de los recursos naturales (Cabrera et al)
<https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744670002.pdf>
- (2) La carencia de agua, como ejemplo paradigmático, es una limitación de difícil subsanación. Los mecanismos de control autonómico en materia de agua así como la justificación de la suficiencia de abastecimiento es un criterio que adquiere mayor peso a la hora de admitir el crecimiento urbanístico de un municipio.
 El aprovechamiento del agua urbana para su reutilización se considera imprescindible para mejorar la resiliencia urbana. No obstante es necesario no perder de vista que el INE. Informa que el consumo de agua por sectores en 2005 se distribuye de la siguiente forma: agricultura, un 75%; hogares, un 12; servicios, un 3%; e industria, un 10%. Por lo que el cierre del ciclo del agua solo afecta al 25% en su caso. Aquí no se dispone de la pérdida de agua en la red.
- (3) formulado por Thomas L. Saaty (1980)
- (4) <https://isahp.org/uploads/1-how-to-make-a-decision-the-analytic-hierarchy-process-t-l-saaty.pdf>
- (5) https://www.mitm.gov.es/recursos_mfom/pdf/3093A86A-128B-4F4D-8800-BE9A76D1D264/111504/INDI_CIU_G_Y_M_tcm7177731.pdf
- (6) Cantergiani, C., & Gómez Delgado, M. (2020). Urban Growth Simulation with AMEBA: Agent-based Model to residential occupation. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles,(86).
<https://doi.org/10.21138/bage.2910>

5.7 DINÁMICA ANTES DESPUÉS

En los apartados anteriores se ha analizado la Dinámica Urbana desde el enfoque de análisis de los flujos urbanos en un escenario temporal sincrónico. Ahora se aborda la respuesta de los grupos de población (ciudadanos, especies animales o vegetales, entre otros) que se someten a algún tratamiento de transformación urbana. En los apartados siguientes se desarrolla un análisis diacrónico de los flujos, evaluando las variaciones que se producen desde un momento t_0 hasta un momento t_1 .

1 Análisis de comparación de frecuencias de grupos

El análisis de comparación de frecuencia de grupos permite abordar la variación temporal del desarrollo del sistema aplicado a la observación de variables dentro de un municipio.

Se puede evaluar la concordancia de variables categóricas en dos momentos por un lado y la correlación entre dos variables numéricas por otro lado

a. Concordancia de variables categóricas

La prueba propuesta por McNemar, consiste en que los pares cuyos miembros se comportan de forma diferente en los dos tratamientos aplicados contribuyen a la diferencia entre ambos comportamientos, por lo que solamente emplea las parejas discordantes entre ambas evaluaciones. La evaluación se realiza sobre variables categóricas o

dicotómicas, es decir el planteamiento del problema debe formularse en el sentido de establecer relaciones del tipo “sensación sobre calidad de vida de una población antes y después de una modificación urbana”

Este análisis puede tener dos objetivos, por un lado el objetivo de experimentación y por otro lado el objetivo de observación o comprobación. Se trata de un análisis bivariado de variables nominales categóricas o dicotómicas que permite comparar la variación entre grupos y/o la variación entre los valores de un mismo grupo. Este análisis se somete a la comprobación del chi-cuadrado de McNemar con un nivel de significación de p valor $< 0,05$ para aceptar o rechazar la hipótesis nula, teniendo en cuenta que χ^2 es la diferencia entre los valores observados o y esperados e al cuadrado entre los valores esperados e

$$\chi^2 = \sum \frac{(o - e)^2}{e} \quad (5.34)$$

En las columnas se colocan las variables fijas y en las filas las variables aleatorias

		DESPUÉS		
		CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	
ANTES	CATEGORIA 1	X11	X12	X11+X12
	CATEGORIA 2	X21	X22	X21+X22
		X11+X21	X12+X22	x11+X12+x21+x22

Siendo

- X11 Número de observaciones de población que se mantienen en categoría 1 antes y después
- X21 Número de observaciones de población en categoría 2 antes que pasa a categoría 1 después
- X12 Número de observaciones de población en categoría 2 antes que pasa a categoría 2 después
- X22 Número de observaciones de población que se mantienen en categoría 2 antes y después

La hipótesis nula H_0 se refiere a que la población en categoría 1 antes que pasa a categoría 2 después será igual a población en categoría 2 antes que pasa a categoría 1 después. La Hipótesis alternativa H_1 será que ambas poblaciones serán diferentes (siempre es la diferencia la que soporta la hipótesis alternativa H_1 y siempre es la igualdad la hipótesis nula H_0). Este enunciado se expresa así

$$H_0 \quad p_{X12} = p_{X21}$$

$$H_1 \quad p_{X12} \neq p_{X21}$$

$$\chi^2 = \frac{(X12 - X21)^2}{(X12 + X21)}$$

El grado de libertad en McNemar es siempre 1 ya que

$$Gl = (\text{Num Columnas} - 1) (\text{Num Filas} - 1)$$

Si el valor de $\chi^2 < 3.84$, no hay evidencias suficientes para rechazar H_0 ($p < 0.05$) (según tablas) (1).

Para rechazar la hipótesis nula el valor $\chi^2 > 3,84$

En este caso, dado que el valor $\chi^2 > 3,84$ (valor crítico), con una probabilidad de error $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis de investigación H_1 .

Las aplicaciones ofrecen el p valor que debe ser $< 0,05$ con el objeto de ajustar la probabilidad de error de forma exacta.

La prueba de McNemar permite observar la evolución de una variable urbana influida por algún acontecimiento ambiental (o genético urbano), con la limitación de su carácter dicotómico, es decir hipótesis afirmativa o negativa.

2. Correlación entre variables numéricas

Se parte de la supuesta existencia de correlación entre la medida de la variable en dos momentos debido a la experiencia de las observaciones. Por ello, se trata de una evaluación de enfoque predictivo del tipo “diferencia de temperatura de una vía urbana después de realizar una plantación de árboles”

	VARIABLE	
	ANTES	DESPUÉS
TAMAÑO GRUPO	X_i	X_i
PROMEDIO	$\sum X_{it0} / X_i$	$\sum X_{it1} / X_i$
DESVIACIÓN ST	σ_{t0}	σ_{t1}

Siendo

X_i Población

σ_{tj} Desviación típica del valor de variable en momento 1 y 0

Se comprueba la correlación mediante la prueba R de Pearson

$$\rho_{X_{t0}, X_{t1}} = \sigma_{X_{t0}, t1} / \sigma_{X_{t0}} \sigma_{X_{t1}} = \frac{\text{cov}(X_{t0}, X_{t1})}{\sqrt{(\text{var}(X_{t0}) \text{var}(X_{t1}))}} \quad (5.35)$$

Siendo

$\sigma_{X_{t0}, t1}$ Covariancia variable en momento 0 y 1

$\sigma_{X_{tj}}$ varianza de variable en momento 0 y 1

El valor del índice de correlación varía en el intervalo -1 y 1

Los valores de ρ se interpretan de la siguiente manera

$\rho = 1$ correlación positiva perfecta. Dependencia total de relación directa. Incremento proporcional entre los dos momentos de la variable

$0 > \rho > 1$ correlación positiva

$-1 > \rho > 0$ no existe relación lineal pero puede existir relación no lineal entre los dos momentos.

$-1 = \rho$

Correlación negativa perfecta. Dependencia de relación opuesta. Incremento inverso proporcional.

La tabla señala el grado de correlación en función del valor de ρ , que también aplica a valores negativos



ρ^2 permite concretar la posibilidad porcentual de pronosticar el efecto de la medida o del impacto urbano aplicado.

3. Ley de Pareto

Ley de Pareto o ley del 80/20 identifica el 20% de las causas de un proceso que provocan el 80% de los efectos. Permite reducir el número de problemas, focalizando el análisis en componentes específicos de los problemas urbanos para proceder a la subsanación de los mismos. La evaluación de Pareto aplicada a los problemas urbanos está basada en el análisis de las frecuencias f de problemas X_i identificados

$X_i = f X_i$ siendo $fX_1 > fX_2 > fX_3 > \dots$

Se puede afirmar que la ley de Pareto se cumple

$$\sum(100 \times f_{xi} / \sum f_{xi}) \geq 80$$

para $i = 1, 2, 3, \dots$

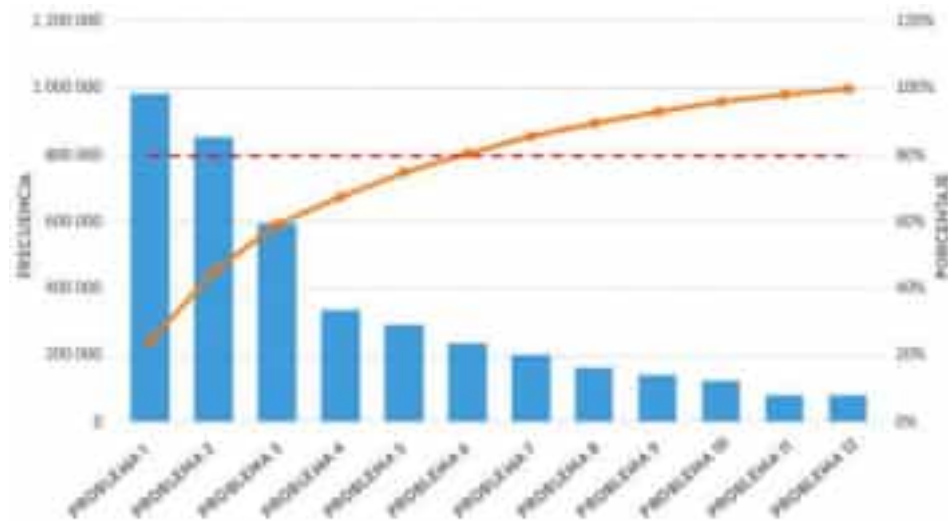


Fig. 5.10 Representación

Se reduce así el número de causas que provocan la frecuencia del 80% de los efectos problemáticos.

Planteado el método, el problema consiste en identificar los problemas y obtener los datos que permitan garantizar la objetivación cuantitativa del 20% de los problemas que originan el 80% de las incidencias o vulnerabilidades.

- (1) <https://www.samiuc.es/estadisticas-variables-binarias/valoracion-inicial-pruebas-diagnosticas/prueba-de-mcnemar/>