



Problemática General

TRASLADOS DE INDUSTRIAS EN EL AREA METROPOLITANA DE MADRID

Por Joaquín Clusa i Oriach

1. Introducción

Un traslado de una planta industrial puede ser interpretado como un caso especial de decisión de localización y hace referencia a la decisión tomada por un empresario de trasladar total o parcialmente una planta industrial de una localización a otra.

La importancia cuantitativa de este fenómeno ha comenzado a ser progresivamente importante para plantas industriales localizadas en las ciudades centrales de áreas metropolitanas (que son las plantas industriales más antiguas y que en muchos casos se hallan en zonas de residencia). Las causas de dichos traslados pueden ser la obsolescencia física de las plantas (antigüedad de los edificios), la obsolescencia funcional (necesidad de aumentar su tamaño para implantar procesos de automatización que requieren más suelo, o la congestión de tráfico en el entorno urbano que dificulta el aparcamiento y encarece el transporte de mercancías (y la posibilidad de obtener

un importante beneficio vendiendo el solar industrial a precios de suelo residencial de alta densidad, o una combinación de las tres.

Cuando un traslado industrial tiene lugar dentro de los límites de un área metropolitana afecta principalmente a tres variables urbanas: suelo, empleo y viajes. Produce una vacante de suelo industrial en una zona (que puede ser ocupada posteriormente por otra industria o por otras actividades de la misma empresa si el traslado es parcial o pasar a otro uso) pero genera en cualquier caso una demanda de suelo industrial en otra localización (normalmente en una cantidad mayor que el de la antigua planta); parte del empleo puede trasladarse a trabajar a la nueva planta y otra parte cambiar de empresa y los cambios en el lugar de trabajo habrán afectado a los viajes diarios residencia-trabajo. Desde el punto de vista económico se habrá producido una nueva inversión en suelo, edificios y capital productivo.

Pero los movimientos o traslados de industrias pueden tener lugar también desde localiza-

ciones en áreas metropolitanas a otras partes del país y entonces afectan además a magnitudes económicas importantes: oferta y demanda de trabajo, inversión y desarrollo económico. La política regional en países donde se producen estos movimientos trata de atraer plantas industriales localizadas en las regiones más adelantadas hacia las regiones con rentas más bajas o con problemas de desempleo.

Desde 1945 a 1965 se produjeron en Inglaterra unos 3.100 traslados de plantas industriales con empleo superior a 100 personas y en 1966 dichas firmas empleaban alrededor de 870.000 personas (Beacham & Osborn, 1970); aproximadamente un 40 % de dichos traslados tuvieron lugar dentro de la misma región de origen mientras que el 60 % restante fueron inter-regionales. Entre 1964 y 1970 se produjeron en el Area Metropolitana de Barcelona unos 270 traslados industriales con origen en el municipio de Barcelona afectando a unos 20.000 empleos (Clusa, 1973). En el Area Metropolitana de Madrid se produjeron alrededor de 220 traslados industriales durante el período 1960-1973 totalizando unos 15.000 empleos (Metra-Seis, 1973); dichos traslados explicaban cerca del 20 % del crecimiento industrial del área metropolitana excluyendo el municipio de Madrid. Las cifras anteriores señalan la importancia del fenómeno de los traslados industriales y constituye un interesante tema de estudio para la planificación metropolitana entender y proyectar este fenómeno.

El presente artículo constituye un intento de análisis de algunos aspectos relacionados con los traslados industriales en el Area Metropolitana de Madrid utilizando datos básicos de un reciente estudio sobre localización industrial en la Región Centro (Metra-Seis & COPLACO, 1973). Específicamente se trata de un análisis para determinar las variables principales que influyen en la emisión y absorción de traslados según áreas urbanas, un análisis sobre su dirección espacial y la aplicación de dos modelos para su proyección. Los tres aspectos señalados constituyen el cuerpo principal de la investigación que se inicia con una presentación del marco teórico, fuentes de información, zonas de estudio utilizadas y un análisis general de los datos. Se dedica finalmente un epígrafe a conclusiones y a las implicaciones de los resultados para el planeamiento metropolitano.

2. El marco teórico

Tres aspectos del trabajo teórico-empírico pueden ayudar principalmente al estudio de los traslados industriales: la teoría microeconómica de la localización industrial, el análisis de la localización industrial intra-metropolitana y el estudio de los fenómenos espaciales de movimiento, además de los trabajos específicamente relacionados con el tema.

La teoría clásica de la localización industrial desarrollada por Weber, Palander, Lösch, Isard, Greenhut, Smith... hace referencia a la firma in-

dividual que se enfrenta con el problema de decidir su localización. El grueso de la teoría parte de los supuestos microeconómicos típicos (competencia perfecta, comportamiento orientado al beneficio máximo, no influencia de los factores personales...), de la existencia de costes diferenciales de los factores (suelo, mano de obra...) en distintas posibles localizaciones y de los correspondientes costes de transporte (a los proveedores, a las materias primas y al mercado) en cada posible localización, sugiriendo que la planta industrial se localizará donde se produzcan costes agregados mínimos y/o beneficios máximos. La teoría adolece de importantes defectos para explicar el funcionamiento de la realidad. En primer lugar, el objeto de estudio es una planta industrial abstracta sin relaciones efectivas con el resto de la economía (se presume que existe disociación entre el comportamiento espacial de la firma y el resto del sistema económico en el que funciona) (Massey, 1974); en segundo lugar, no considera el espacio como elemento de monopolio (Massey, 1974) (p. ej. las grandes ciudades generando medios de inversión que posibilitan la continuación sostenida del crecimiento); en tercer lugar, descansa sobre el concepto del coste de transporte que en la actualidad parece tener menos importancia real que la que tenía en los inicios de la industrialización (aunque el reciente incremento en el coste de la energía podría cambiar esta tendencia en el futuro); en cuarto lugar, no tiene en cuenta el contenido psicológico de la decisión del empresario que decidirá en la mayoría de los casos localizar la planta industrial cerca de su propio medio ambiente o el hecho de que el problema de decisión no se plantea tanto en términos de costes mínimos en decisiones alternativas como si en el lugar preferido por razones personales el proyecto industrial es factible o no (Townroe, 1971, pág. 125). Finalmente, hay que señalar, como ha indicado Townroe que "intentos de constituir una teoría de la localización siguiendo los cánones de la teoría neoclásica de los precios, no parece en general muy satisfactoria en términos de explicar comportamientos reales agregados, en predecir cambios de localización o en analizar flujos de movimientos" (Townroe, 1971, pág. 2).

Muy poco es conocido acerca de los factores que explican las decisiones de localización industrial al nivel intra-metropolitano. Richardson (1971) y Goldberg (1970) señalan los factores que desde un punto de vista teórico influyen la localización a este nivel pero sin verificar el modelo con la realidad. En su análisis empírico, Martín (1966) ha detectado la existencia de grupos ligados de actividad que se localizan generalmente en proximidad en las diferentes zonas del Area Metropolitana de Londres, así como la localización central de algunas actividades, o de su proximidad a ejes principales de carreteras o al puerto, alguno de cuyos aspectos también han sido señalados por Hamilton (1967) y Pred (1964). Economic Consultants (1971) han indicado que en términos de los factores clásicos de localización y para el caso de la conurbación del Sureste de Inglaterra, ninguna parte de la región ofrece ventajas o desventajas singulares para la localización



industrial y que la atracción de algunas áreas se explicaría únicamente por la disponibilidad de suelo industrial, mejor calidad urbana o por factores personales de los empresarios. En parte, esta conclusión es también compartida por Hamer (1973), al indicar que únicamente el suelo presenta costes diferenciales en el interior de un área metropolitana favoreciéndose con ello la localización fuera de la ciudad central. Tampoco los modelos de localización industrial intra-metropolitana son de gran ayuda para explicar la realidad; primero, por su escasez (Colenutt, 1970, Wilson, 1971), algunos por sus dificultades operacionales (p. ej., el modelo Empíric véase Massey, 1969) y finalmente otros por sus supuestos optimizadores no reales (p. ej., el modelo de Putman; véase también Massey, 1969).

El estudio de los traslados industriales presenta relaciones formales con el estudio de otros fenómenos que impliquen *movimientos espaciales* (siendo quizá el más tratado el de la migración), y en este sentido podría esperarse que algunos modelos utilizados para analizar y proyectar movimientos migratorios puedan ser aplicados al análisis de los traslados industriales. Weeden (1973) indica que existen dos amplios tipos de modelos de migración: "agregados" e "individualísticos"; en los segundos, el análisis se realiza para cada individuo que emigra (en el presente caso se correspondería con el análisis de la teoría clásica de la localización industrial). Los modelos migratorios agregados, que trabajan con cifras globales para cada área o región, pueden ser divididos en tres tipos: modelos de regresión múltiples (que intentan explicar los orígenes y destinos en base a un grupo de variables relevantes), los modelos de gravedad (cuya principal hipótesis es que existen relaciones exponenciales entre la migración y las variables relevantes) y los modelos de Markov (que parten de la hipótesis que las proporciones en la matriz de movimientos migratorios entre unas regiones y otras son temporalmente estables). Los tres tipos de modelos agregados han sido aplicados al caso de los traslados industriales, en el presente ejercicio.

Finalmente existen los *análisis empíricos sobre traslados industriales*, algunas de cuyas hipótesis y resultados pueden ser de utilidad para su posterior constatación. Moses & Williamson (1967), Tulpule (1969) y Lever (1974) han estudiado el fenómeno desde el punto de vista agregado. Las principales conclusiones en Moses & Williamson son que el número de orígenes están altamente correlacionados con el número de plantas industriales existentes en cada zona y que los factores relevantes que explican los destinos son el suelo industrial vacante, el acceso al ferrocarril y la distancia al centro. Tulpule indica que en el Área Metropolitana de Londres aquellos sectores más intensivos en mano de obra tienden a trasladarse a distancias menores que aquellos con alto ratio capital-producto. Lever, ha señalado que los modelos de Markov producen proyecciones más realísticas que aquéllos basados en las hipótesis de los modelos de gravedad. Considerando la dirección de los movimientos, Hamilton (1967) y Keeble (1965) señalan que existe una tendencia a movimientos radiales a lo largo de las rutas prin-

cipales de carreteras más cercanas a los correspondientes orígenes. Los análisis sobre el comportamiento individual de los traslados industriales enfatizan el hecho de que los principales factores que fuerzan el traslado son la necesidad de mayor espacio para ampliaciones (Townroe, 1969 y 1971; Needleman & Scott, 1964), las políticas de las administraciones locales que restringen el crecimiento y localización de plantas industriales en las ciudades centrales (Keeble, 1965, para el caso del Área Metropolitana de Londres) y la congestión de tráfico (Cameron & Johnson, 1969). Con respecto a la nueva localización no se aprecian diferencias relevantes en los costes de transporte con respecto a la localización anterior (Luttrell, 1962) y la disponibilidad de suelo y mano de obra parecen ser las principales factores de atracción para decidir la nueva localización (Economic Consultants, 1971; Cameron & Clark, 1968).

En la medida que en las ciencias sociales las conclusiones empíricas sólo son válidas para las circunstancias que rodean al caso concreto en estudio, los resultados y conclusiones de otros trabajos han sido considerados hipótesis a verificar en el presente caso. Su verificación posterior puede ayudar a la formación de un cuerpo de doctrina cada vez más amplio y general para entender el fenómeno de los traslados industriales.

3. Fuentes de información

Los datos básicos utilizados en el presente ejercicio proceden del estudio realizado por Metra-Seis (1973) sobre localización industrial en la Región Centro para la Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid (COPLACO).

Dichos datos hacen referencia, de una parte a los traslados industriales entre distintas zonas interiores del Área Metropolitana de Madrid y su distribución para los períodos 1960-64, 1965-68 y 1963-73, y de otra a los valores de un conjunto de diez variables también por zonas. Los datos básicos a que se hace referencia se presentan en los anexos estadísticos 1 y 2.

Los datos de traslados industriales fueron obtenidos en el estudio original a partir de un censo de plantas industriales con empleo superior a 10 personas en 1973 y posee las limitaciones lógicas de todo trabajo de campo censal y pionero. Las únicas transformaciones que se han hecho en el presente caso han sido las de considerar como períodos quinquenales básicos para el análisis, 1964-68 y 1969-73 y la de hacer desaparecer los "no consta" de las tablas originales, en ambos casos bajo hipótesis de proporcionalidad con respecto a los valores sobre los que se tenía plena información. La necesidad de extender el período 1965-68 y hacerlo quinquenal se debió a la pretensión de aplicar modelos de proyección a los datos del quinquenio 1964-68 y comprobar los resultados con respecto a los datos reales del siguiente quinquenio 1969-73.

La misma hipótesis de proporcionalidad fue utilizada para transformar en períodos quinquen-

nales y distribuir los "no consta" para los resultados de las tablas de dinámica de empleo y plantas industriales por zonas en el estudio original. Sin embargo, la hipótesis de proporcionalidad sobre los "no consta" presenta serios problemas cuando se aplicaba a las tablas de dinámica, porque los "no consta" corresponden a plantas industriales a las que no se les pudo preguntar el año de implantación durante la realización del trabajo de campo; en general, dichas plantas industriales están localizadas en el municipio de Madrid en zonas mixtas de residencia e industria y es de presumir que en su gran mayoría se localizaron allí antes de 1964. En las zonas del municipio de Madrid el porcentaje de "no consta el período de implantación" es aproximadamente el 50 % del total de plantas industriales y empleo. Al distribuir tales "no consta" en base a las proporciones de plantas industriales para las que se conocía este dato y para los tres períodos indicados, de hecho se está sobrevalorando la dinámica de los períodos más posteriores, si la presunción es cierta. Por esta razón, los datos de crecimiento anual de las zonas del municipio de Madrid son extremadamente altos, desvirtuando también los datos de crecimiento industrial del área metropolitana en su conjunto. Este aspecto puede conducir a una sobrevaloración del crecimiento de Madrid en los modelos de proyección, que debe tenerse en cuenta al analizar los resultados.

Por otra parte, todo el análisis ha sido llevado a cabo utilizando como unidades "número de plantas industriales" en lugar de "empleo". Desde el punto de vista urbanístico la variable "empleo" es más relevante que el de "planta industrial", por cuanto esta última no lleva ninguna indicación con respecto al tamaño. La elección ha sido forzada porque las tablas correspondientes a empleo trasladado presentaban algunos problemas de fiabilidad.

Las deficiencias e hipótesis adoptadas constituyen ciertamente una limitación con respecto a las conclusiones del trabajo y evidencian la necesidad de mejorar las bases estadísticas (especialmente desagregadas) requeridas para los estudios urbanísticos.

4. Zonas de estudio: Análisis de coherencia

Para propósitos de análisis espacial la provincia de Madrid en el estudio original fue dividida en veintiuna zonas de estudio. Debido a que la casi totalidad de los traslados industriales lo fueron al nivel intra-metropolitano (sólo cinco plantas industriales se trasladaron fuera del área metropolitana pero dentro de la provincia) y que el área metropolitana representa alrededor del 94 % de la población de la provincia, los resultados pueden considerarse válidos tanto al nivel metropolitano como al nivel provincial.

Las zonas de estudio se formaron al considerar dividida la provincia en siete sectores o corredores (cada uno limitado por las bisectrices de los ángulos que forman los siete ejes principales de carreteras con centro en Madrid) y por tres

anillos (municipio de Madrid, municipios situados entre 10 y 20 Km. del centro de Madrid, y municipios situados a más de 20 Km.). El mapa 1 refleja las veintiuna zonas de estudio consideradas y los municipios incluidos en cada una.

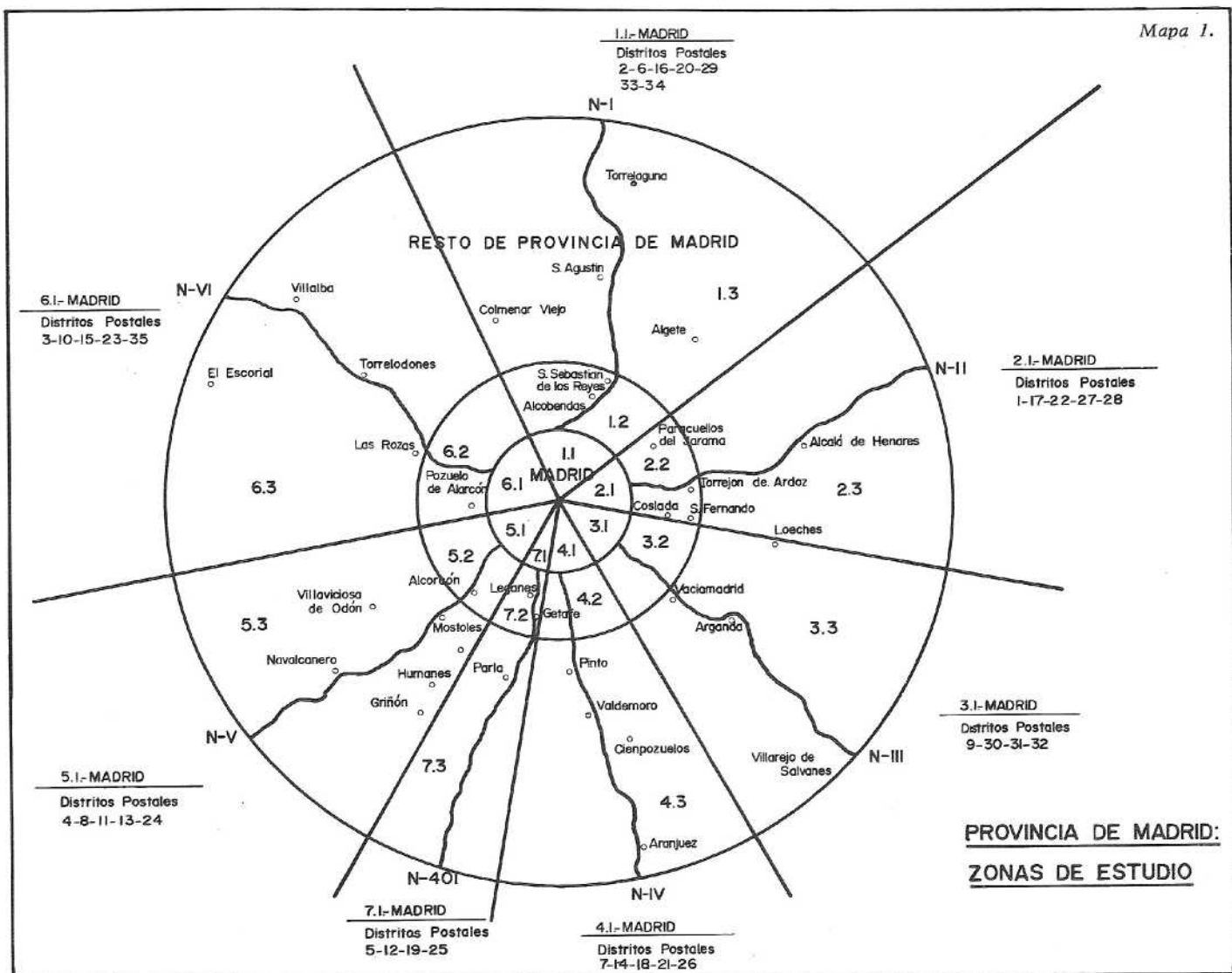
Tres aspectos fueron considerados en el estudio original para la elección del citado sistema de zonas: primero, el hecho que el crecimiento urbano haya tenido lugar a lo largo de los siete ejes principales de carreteras con separación física entre ellos (excepto en el crecimiento compacto del municipio de Madrid y de las zonas 7.2 y 4.2); segundo, porque se partía de la hipótesis de que los tres anillos considerados presentaban características similares con respecto a un grupo de variables urbanas, y finalmente, también por la hipótesis de que una parte importante de las relaciones interindustriales dentro del área metropolitana se producían dentro del corredor donde las plantas industriales están localizadas. El primer aspecto es claramente detectable a partir de los mapas de crecimiento urbano; el tercer aspecto fue parcialmente constatado en el estudio original. El segundo aspecto es quizá el más importante desde el punto de vista del problema general que presenta cualquier zonificación o proceso de determinar unidades espaciales significativas para la planificación y análisis urbano, y un análisis de coherencia de las zonas de estudio en términos de un conjunto de variables se presenta a continuación.

"El problema de la agregación espacial es el de clasificación o discriminación entre grupos para un propósito particular, y el objetivo es encontrar un conjunto de unidades espaciales que tengan mínima varianza intrazonal y máxima varianza inter-zonal" (Colenutt, 1970, pág. 117). La verificación de la hipótesis de si las unidades espaciales contenidas en cada anillo cumplen la propiedad anterior en cuanto a las varianzas intra-anillo e inter-anillo puede realizarse con la ayuda de un algoritmo de agrupación jerárquica. El algoritmo utilizado en el presente caso ha sido el algoritmo de Ward.

Dada una matriz de M variables y N observaciones para cada una (zonas de este caso), "el propósito del algoritmo es comparar series de valores de las variables y progresivamente asociarlos en grupos —desde 2 a (N-1)— de tal manera que se minimice la varianza dentro de cada grupo" (Veldman, 1967, pág. 309). El proceso de agrupación incorpora en cada paso un nuevo elemento o grupo (previamente formado en algún paso anterior) que incrementa mínimamente el error potencial; el índice de error potencial es igual a la suma de las diferencias al cuadrado entre los valores (previamente estandarizados) de las variables en cada zona dividido por el número de zonas (x). La agrupación óptima, según Veldman, es aquella anterior a la que produce el incremento más grande de error potencial (xx).

(x) Una descripción matemática más detallada del algoritmo de Ward puede consultarse en Russinés & Pascual (1974).

(xx) El programa de computador para la utilización de este algoritmo puede consultarse en Veldman (1967, pág. 311).



Traslados de Industrias

Diez variables (y sus correspondientes valores en las veintiuna zonas) fueron considerados para el análisis. Dichas variables (véase anexo estadístico 2) fueron: número de destinos 1969-73 (en valores absolutos), suelo industrial vacante (en Ha.), distancia desde el centro de Madrid (en kilómetros), precio medio del suelo industrial (en ptas./m²), existencia o no de control urbanístico por parte del organismo metropolitano, número de plantas industriales en 1973 (en valores absolutos), grado de diversificación industrial (medio por el número de actividades industriales distintas existentes), población residente en 1970 (en miles de personas), crecimiento de población residente 1965-70 (en porcentajes) y grado de dotación de servicios urbanísticos del suelo industrial (en tres niveles).

Los resultados de la agrupación se presentan en el diagrama 1 mediante un "árbol de ligazones". En él puede observarse que en la agrupación óptima se forman tres grupos de zonas: todas las zonas del anillo I (municipio de Madrid) en el primer grupo, mientras que los dos grupos siguientes están formados por las zonas que forman los correspondientes anillos excepto dos zo-

nas (sobre catorce) que cambian de grupo. Los resultados sustentan, en consecuencia, la hipótesis de que los anillos considerados presentan características urbanas semejantes y justifican su tratamiento separado.

Es necesario señalar finalmente una importante limitación de los estudios espaciales, que se deriva del sistema de zonas elegido. La verificación de hipótesis considerando como unidades básicas unas determinadas zonas, implica que las hipótesis contrastadas únicamente sean válidas para el sistema de unidades espaciales elegido y que cambiando este sistema pueden cambiar también la relevancia de las diferentes variables que explican el fenómeno espacial.

5. Algunos aspectos de la localización industrial en el Area Metropolitana de Madrid

El Area Metropolitana de Madrid, fue delimitada administrativamente en 1962, incluyendo diez municipios; un organismo administrativo (COPLACO) fue establecido para control y pla-

DIAGRAMA 2—DISTRIBUCION ESPACIAL DE LOS TRASLADOS INDUSTRIALES

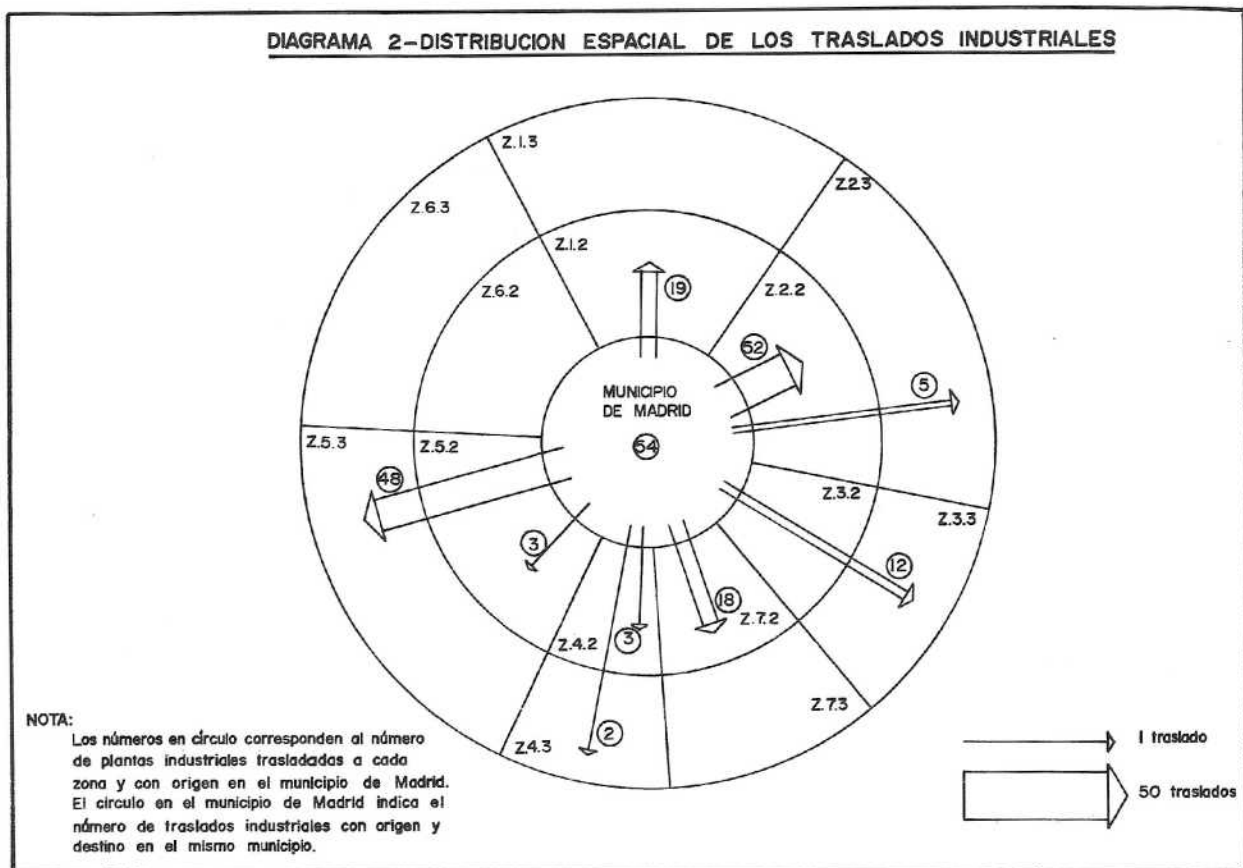


Diagrama 1.

nificación del uso del suelo. Según los Censos de población, de 2.329.183 personas en 1960, el Area Metropolitana alcanzó 3.420.741 en 1970, que representa un crecimiento relativo del 46,8 % en diez años (3,8 % anual) y absoluto de 1.090.958 personas, habiendo absorbido el municipio de Madrid 886.139 personas y 204.829 el resto del Area Metropolitana.

El crecimiento urbano rebasó hacia 1965 el Area Metropolitana debido al crecimiento demográfico e industrial de los municipios limítrofes, y éstos fueron también considerados como pertenecientes del Area Metropolitana para los estudios del III Plan de Desarrollo Económico y Social (Ponencias de Estructuras y Servicios Urbanos y Desarrollo Regional). Estos municipios representaban 124.746 personas en 1970.

El Area Metropolitana de Madrid es el centro de una amplia zona agrícola y subdesarrollada desde el punto de vista del sector secundario y terciario. El Area Metropolitana absorbía el 93,5 por 100 de la población de la provincia de Madrid; las cinco provincias limítrofes (Ávila, Cuenca, Guadalajara, Segovia y Toledo), tuvieron entre 1960 y 1970 tasas anuales decrecientes de población entre el 1,1 % y el 2,4 %, en el 1969 tenían poblaciones activas en la agricultura entre el 43 y el 63 % de las poblaciones activas totales. Mientras que la provincia de Madrid ocupaba el segundo lugar de las rentas por personas, las otras cinco provincias ocupaban los lugares 25, 26, 30, 35 y 36; la provincia que ocupaba el lugar 36 tenía una renta por persona igual a la mitad a la de Madrid y aquella ocupando el lugar 25 era

igual a un 60 % la renta por persona de la provincia de Madrid (Banco de Bilbao, 1969).

Aproximadamente el 56 % de la población activa de la provincia de Madrid pertenecía en 1969 al sector terciario (proporción en gran parte explicable sólo por el peso administrativo de la capitalidad), el 41 % trabajaba en el sector industrial y construcción y sólo el 3 % restante a la agricultura. La industria está básicamente concentrada en actividades orientadas por el mercado (construcción, 30 % del empleo secundario, 34 % en industrias mecánicas y eléctricas, 8 % confección y 6 % artes gráficas) (Banco de Bilbao, 1969).

La distribución espacial de las plantas industriales (excluida la industria de la construcción) superiores a 10 empleos en el Area Metropolitana se caracteriza por una alta proporción de industrias en el municipio de Madrid, aunque decreciendo su peso en el tiempo (Tabla 1).

TABLA 1.—Distribución porcentual de las plantas industriales por anillos.

	1963	1968	1973
Anillo 1	89.0	81.4	72.3
Anillo 2	5.4	9.8	14.2
Anillo 3	5.6	8.8	13.5
	100	100	100

FUENTE: Estudio Metra-Seis y elaboración propia.



Traslados de Industrias

TABLA 2.—Distribución porcentual de las plantas industriales por corredores.

Corredor	1963	1968	1973
1.—Eje Madrid-Burgos	18.4	20.7	18.7
2.—Eje Madrid-Cataluña	20.4	23.7	25.2
3.—Eje Madrid-Valencia	3.9	4.4	6.2
4.—Eje Madrid-Andalucía	22.7	20.5	17.8
5.—Eje Madrid-Extremadura	7.9	9.8	11.6
6.—Eje Madrid-Galicia	10.1	6.3	6.1
7.—Eje Madrid-Toledo	16.0	14.6	14.1
	100	100	100

FUENTE: Estudio Metra-Seis y elaboración propia.

En el pasado la industria de Madrid se localizó en el Sur y el Suroeste, dando así una imagen de un Norte de residencia de calidad y concentración de servicios y un Sur industrial y de residencia de los trabajadores industriales. Esta imagen, de acuerdo a la tabla 2, ya no es cierta en el presente por cuanto el fenómeno de la localización industrial se ha expandido también por el eje 1 (Madrid-Burgos) y el eje 5 (Madrid-Extremadura), destacando la importancia absoluta y creciente del eje 2 (Madrid-Cataluña).

Las cifras de dinámica de la Tabla 3 aparecen excesivamente altas, en especial si son comparadas por ejemplo con el ritmo anual de creci-

miento del empleo industrial en la provincia de Madrid que fue el 3,8 % en el período 1962-69 (Banco de Bilbao, 1962 y 1969) (frente al 11,2 % y 7,6 % anual del crecimiento estimado de plantas industriales en los períodos 1962-68 y 1969-1973 respectivamente). La razón de tal divergencia debe radicar necesariamente en la sobrevaloración del crecimiento del municipio de Madrid debido a las hipótesis de proporcionalidad adoptadas para distribuir los "no consta" de las tablas originales. Las cifras de dinámica son únicamente útiles para el análisis del crecimiento industrial fuera del municipio de Madrid.

TABLA 4.—Traslados industriales con origen en el municipio de Madrid (1960-73).

Zonas de origen	N.º de traslados	%
1.1	64	29.6
2.1	31	14.4
3.1	6	2.8
4.1	37	17.1
5.1	18	8.3
6.1	12	5.6
7.1	48	22.2
Total	216	100

FUENTE: Estudio Metra-Seis y elaboración propia.

TABLA 3.—Crecimiento industrial (plantas industriales) y suelo industrial vacante.

Zonas de estudio (1)	Crecimiento porcentual anual 1964-68	Crecimiento porcentual anual 1969-73	Suelo industrial vacante 1973 (en Ha.) (2)
Zonas del municipio de Madrid			
1.1	13.1	4.4	103
2.1	11.6	5.9	197
3.1	13.6	9.7	214
4.1	7.6	3.2	270
5.1	11.6	3.9	5
6.1	—	7.3	5
7.1	7.0	5.9	50
Zonas del Anillo 2			
1.2	26.0	12.8	263
2.2	28.0	16.3	180
3.2	18.9	8.5	3
4.2	27.8	18.9	69
5.2	12.0	26.0	116
6.2	18.9	2.3	17
7.2	22.7	16.4	182
Zonas del Anillo 3			
1.3	23.5	13.2	75
2.3	15.3	10.0	569
3.3	18.9	33.9	50
4.3	18.8	9.9	313
5.3	75.0	25.9	100
6.3	—	11.8	5
7.3	18.9	22.4	20
Totales	11.2	7.6	2.806

FUENTE: Estudio Metra-Seis y elaboración propia.

(1) Véase mapa 1.

(2) Suelo industrial aprobado por Plan General.

NOTA: Las cifras de esta tabla deben interpretarse de acuerdo a las limitaciones expresadas en el epígrafe 3.

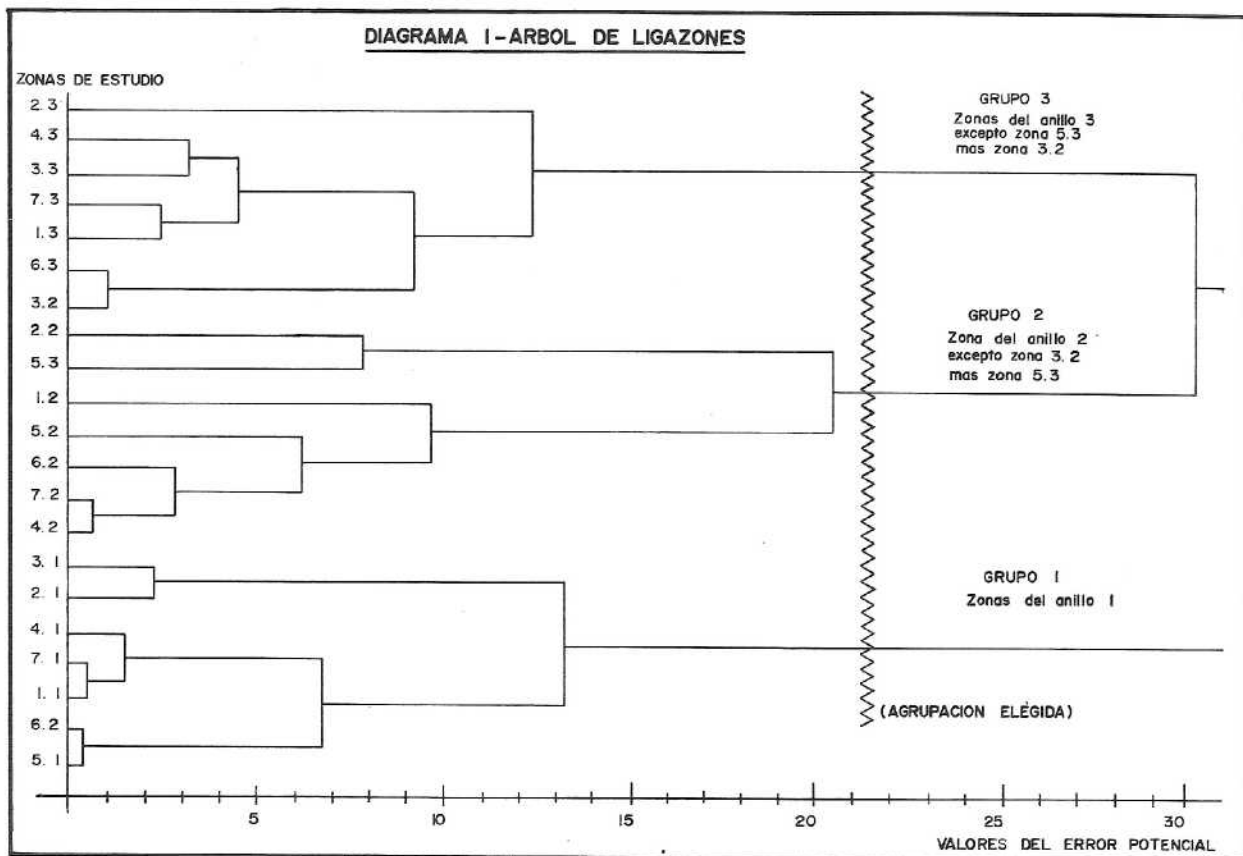


Diagrama 2.

El análisis conjunto de las tablas 1 a 6 y del diagrama 2 permite exponer alguna hipótesis para explicar los factores que han influido la localización industrial en el Area Metropolitana de Madrid. En primer lugar, el crecimiento industrial del municipio de Madrid (que entre 1960 y 1973 ha absorbido también un 25 % de los traslados industriales) podría explicarse por la existencia de actividades que necesitan localizaciones centrales, y este crecimiento puede mantenerse porque existe una importante cantidad de suelo industrial vacante, siendo su elevado precio quizá

TABLA 5.—Nuevas localizaciones de las plantas industriales trasladadas.

Zonas receptoras	N.º de traslados	%
1.1	12	5.6
1.2	19	8.8
2.1	13	6.0
2.2	52	24.1
2.3	5	2.3
3.1	2	0.9
3.3	12	5.6
4.1	6	2.8
4.2	3	1.4
4.3	2	0.9
5.1	1	0.5
5.2	3	1.4
5.3	48	22.2
6.1	2	0.9
7.1	18	8.3
7.2	18	8.3
	216	100

FUENTE: Estudio Metra-Seis y elaboración propia.

TABLA 6.—Participación de los traslados industriales en el crecimiento industrial metropolitano (x).

Municipio de Madrid	%	
Zona 1.1	2.2	
Zona 2.1	2.8	
Zona 3.1	1.5	
Zona 4.1	1.2	
Zona 5.1	0.5	
Zona 6.1	1.1	
Zona 7.1	4.5	Media 2.2 %
Anillo 2	%	
Zona 1.2	27.9	
Zona 2.2	20.0	
Zona 3.2	—	
Zona 4.2	15.8	
Zona 5.2	8.6	
Zona 6.2	—	
Zona 7.2	24.7	Media 23.1 %
Anillo 3	%	
Zona 1.3	—	
Zona 2.3	4.5	
Zona 3.3	17.4	
Zona 4.3	2.2	
Zona 5.3	32.2	
Zona 6.3	—	
Zona 7.3	—	Media 16.5

FUENTE: Estudio Metra-Seis y elaboración propia.

(x) Los porcentajes corresponden al número total de plantas industriales en el periodo 1960-73 localizadas en cada zona con respecto al número total de plantas industriales existentes en 1973.

el límite más importante para el crecimiento futuro. En segundo lugar, la importancia del corredor Madrid-Cataluña (25 % de las plantas industriales y 32 % de los traslados industriales) podría explicarse no sólo por la posible orientación al mercado o a las industrias proveedoras (Zaragoza-Barcelona-Tarragona) de las plantas industriales sino también por la influencia de factores de localización tales como la autopista, el aeropuerto y la disponibilidad de suelo industrial. En tercer lugar, la importancia del suelo industrial barato (y con escaso control urbanístico, como una de las causas principales de su baratura) podría quedar reflejado por el crecimiento de las zonas 3.3. (Arganda) y 5.3 (Móstoles con su polígono industrial promocionado por la Cámara de Industria ofreciendo suelo más barato que si la promoción fuera privada). En cuarto lugar, la escasa importancia cuantitativa del corredor 3 (existen barreras físicas al crecimiento) y del corredor 6 (caracterizado por la existencia de residencia de baja densidad y estratos de población de renta alta). Finalmente, y sin un análisis detallado del comportamiento espacial de las plantas industriales según tamaño y sector, podría avanzarse la hipótesis que los principales factores de localización industrial intrametropolitanos han sido el suelo industrial disponible, la existencia de una concentración industrial previa, precio barato del suelo industrial y el acceso a autopistas, aunque se requerirían análisis más profundos para la verificación de tal hipótesis.

6. Orígenes y destinos de los traslados industriales: Análisis y regresión

El volumen de orígenes y destinos de traslados industriales afectan a la demanda de suelo y empleo. Constituyen aspectos de interés para la planificación metropolitana el dar respuesta a cuestiones tales como: ¿cuánto suelo industrial quedará libre para otros usos en el municipio central?, ¿en cuánto disminuirá el empleo industrial en las zonas centrales y cómo quedará afectada la demanda de transporte?, ¿cuánto nuevo suelo requerirán las plantas industriales que cambian de localización?, ¿cuántas nuevas plantas industriales y empleo se localizará en una zona que afectará la demanda de vivienda y transporte?... En alguna medida tales preguntas pueden ser contestadas estudiando los factores que explican los orígenes y destinos en el interior del área metropolitana.

Hasta el presente los orígenes de los traslados industriales han sido en el municipio de Madrid donde existe un mayor número de plantas indus-

triales antiguas o en zonas residenciales sin posibilidades de expansión o fuera de ordenación urbanística debido a sus efectos polutivos. En las zonas metropolitanas fuera del municipio de Madrid la industria empezó a localizarse en los últimos diez o quince años y aún no hay plantas industriales con necesidad de trasladarse. Una hipótesis puede ser expresada que el mayor número de orígenes tiene lugar en las áreas de mayor congestión o allí donde existen plantas industriales más antiguas; careciendo de mejores datos el número total de plantas en cada zona puede ser una variable aproximativa de la existencia de fenómenos de congestión y obsolescencia.

Para los destinos cabe plantearse hipótesis clásicas con respecto a la influencia de los factores de localización (algunos de los que inicialmente parecen más relevantes han sido expuestos en el epígrafe anterior). Parece plausible la hipótesis de que el poder de atracción de una zona (medido en términos del número de traslados industriales que se han localizado allí) puede ser explicado por el nivel de economías externas (número y variedad sectorial de las plantas ya localizadas), por la cantidad, precio y nivel de servicios urbanos del suelo industrial vacante y por la disponibilidad de empleo residente en cada zona.

Con respecto a los orígenes, el análisis de correlación (x) dio coeficientes de correlación superiores a 0,5 para las variables "número de plantas industriales", "precio del suelo industrial" y "grado de diversificación industrial" (xx) cuando fueron correlacionados con "número de orígenes" en valores absolutos, y solamente con "precio del suelo industrial" cuando el número de orígenes fue expresado en términos relativos (sobre el total de plantas industriales localizadas en cada zona). Tres variables independientes fueron posteriormente analizadas mediante un análisis de regresión múltiple (número de orígenes en valores absolutos); solamente los coeficientes de las variables "número de plantas industriales" y "precio del suelo" fueron significativamente no nulos con un error menor del 5 % cuando dichas variables se consideraron independientemente, aunque tomadas conjuntamente sólo la primera aparecía significativa. El mejor ajuste se produce con la ecuación expresada en la tabla 7.

(x) Para los análisis de correlación y regresión fueron utilizados los programas ASA3 y ASA4 del Departamento de Estadística Aplicada de la Universidad de Reading.

(xx) Número de sectores industriales representados en cada zona.

TABLA 7.—Mejor ecuación de regresión para los orígenes.

Variable dependiente	Variable independiente	b (error estandard)	Estadístico t	Coefficiente de correlación múltiple	Significancia de b
Número de orígenes 1969-73 (valores absolutos)	Número de plantas industriales en 1969	.109405 (.0252236)	4.33722	.8888	Significativamente no nulo con un error menor del 5 %

Para encontrar las variables relevantes que explicasen los destinos, se realizó inicialmente un análisis gráfico que puso en evidencia que los valores de las variables en las zonas interiores del municipio de Madrid distorsionaban las posibles correlaciones, tal como se deduce de los valores de los coeficientes de correlación de la tabla 8.

mayor ventaja fue la de ofrecer suelo industrial bien dotado urbanísticamente y un precio del suelo inferior en casi un 50 % al que podría resultar si la promoción hubiese sido estrictamente privada. Un interesante tema de análisis es averiguar en qué medida tales ventajas han influido decisivamente en atraer industrias a esa zona.

TABLA 8.—Análisis de correlación para los destinos de los traslados industriales (x).

	N.º de destinos 1969-1973 (en valores absolutos)	N.º de destinos 1969-1973 (en valores relativos; sobre el total de plantas industriales en 1969)
N.º de planta industriales en 1969	.1439 (.8850)	.2019 (.4862)
Suelo industrial disponible (1973)	.6114 (.0772)	.3099 (.2943)
Precio del suelo (1973)	— .3078 (— .2044)	.3676 (— .0186)
Población residente 1969	.2216 (.1642)	— .4133 (.4217)
Crecimiento de población (1965-70)		— .4832 (.4344)
Diversificación industrial	.1665 (.7149)	.0307 (.0224)
Nivel de equipamiento urbanístico	— .1773 (— .6081)	— .0592 (— .7748)
Distancia al centro de Madrid	.1141	.1617

(x) Las cifras entre parentesis corresponde a los coeficientes de correlación cuando las datos de las zonas del municipio de Madrid son excluidos.

Cuando todas las zonas del área metropolitana son incluidas la única variable relevante (significativa con un error menor del 1 %) en el análisis de regresión, es “suelo industrial disponible” (aunque con un R² de sólo, 37). Sin embargo, cuando el municipio de Madrid es excluido del análisis aparecen coeficientes de correlación altos (con destinos en valores absolutos) con “número de plantas industriales” y “diversificación industrial” (confirmando inicialmente la hipótesis de las economías externas en el entorno inmediato como elemento de atracción) y “nivel de equipamiento urbanístico” (aunque en sentido contrario al esperado). El análisis de atracción posterior reveló que únicamente “número de plantas industriales” era significativo (con coeficiente distinto de cero con un error menor del 1 %) para explicar los destinos; la ecuación fue en este caso:

$$D = .13058 F - 2.5978 \quad (1)$$

$$(R = .885093; R^2 = .783390)$$

donde D = número de destinos (en valores absolutos).

F = número de plantas industriales existentes en cada zona al inicio del período.

La conclusión que “la existencia de industria atrae más industria” es de escasa operatividad para el planeamiento metropolitano, ya que no es una variable controlable, pero en cualquier caso pone en evidencia la dificultad de fomentar nuevas zonas industriales en los límites del área metropolitana con sólo medidas de planeamiento y oferta de suelo industrial.

Los resultados, sin embargo, permiten analizar con mayor precisión el caso especial de Móstoles, donde la mayor parte de las industrias están localizadas en un polígono industrial promocionado por la Cámara de Industria de Madrid y cuya

Aplicando la ecuación (1) al número de plantas industriales existentes en Móstoles al inicio del período (F), el resultado es que sólo cuatro traslados industriales hubiesen sido atraídos si las características de la promoción del suelo industrial de la zona hubiesen sido semejantes a las del resto del área metropolitana; el número real de destinos, sin embargo, fue de 18. Ello indicaría que para el caso del polígono industrial de Móstoles sólo alrededor del 20 % de los destinos se explicaría por la hipótesis de economías externas (plantas industriales existentes) mientras que el 80 % restante debe explicarse por la influencia de otras variables y posiblemente a la existencia de una promoción especial en términos de precio del suelo y estándares urbanísticos, que los empresarios valorarían como factores positivos aunque el suelo estuviera localizado en los límites metropolitanos (unos 30 Km. del centro).

7. Orientación radial de los traslados industriales

Una primera interpretación de los datos del anexo estadístico 1, podría conducir a la hipótesis de que los traslados industriales siguen una cierta orientación radial a lo largo del corredor en el que el origen está situado o a corredores adyacentes y normalmente sin cruzar el área central.

La orientación radial de los traslados industriales ha sido observada para el caso de Londres (Keeble, 1965 y 1969) y como ley más general por Hamilton (1967). La hipótesis enfatizaría la existencia de posibles relaciones de la planta trasladada con el área de origen, ya sea porque sólo una parte de la antigua planta ha sido movida y ciertos contactos se mantienen, o porque continúa el antiguo sistema de relaciones por compras y por ventas y éstas se realizaban en alguna medida próxima o porque de esta forma se mini-



mizarían las nuevas distancias a recorrer por aquellos que trabajan en la planta industrial, o por una combinación de las tres.

La hipótesis puede ser verificada utilizando el test estadístico no paramétrico χ^2 que compara si existen diferencias significativas entre la distribución estadística observada y la distribución que se daría teóricamente si tal distribución se realizara con proporcionalidad ponderada (x). La verificación se ha realizado en dos etapas; en la primera con cifras agregadas para todas las zonas y con tres posibilidades de localización (mismo corredor donde el origen está situado, corredores adyacentes y otros corredores) y en la segunda etapa mediante aplicación del test a las cifras de cada corredor en particular y con idénticas posibilidades de localización.

TABLA 9.—Distribución observada y distribución teórica (valores agregados).

Localización	Valores observados	Valores esperados
En el mismo corredor.	51	31 (xx)
En corredores adyacentes.	100	62 (xxx)
En otros corredores.	65	123 (xxxx)
	216 (x)	216

(x) Incluidos también los traslados con destino en el municipio de Madrid.

(xx) 216 proporcional a 3 - tres zonas en cada corredor.

(xxx) 216 proporcional a 6 - seis zonas en corredores adyacentes.

(xxxx) 216 proporcional a 12 - las doce zonas restantes al excluir de veintiuna las nueve anteriores.

El valor de la χ^2 para los valores de la tabla 9 es 63,5 y el valor teórico dado por las tablas de la (con dos grados de libertad) es 13,8 con un error menor del 0,1 %. Por consiguiente existe una diferencia significativa entre los valores observados y los esperados y esta diferencia se explica por la mayor propensión a localizarse en el mismo y en los corredores adyacentes a aquéllos donde el origen está situado.

La aplicación del mismo test para cada zona del municipio de Madrid ofrece los resultados de la tabla 10. De dicha tabla se deduce que existen diferencias significativas entre los valores observados y los valores esperados para las zonas 1.1, 5.1, y 7.1 que en conjunto han emitido en el período 1960-73 alrededor del 60 % de todos los traslados. Existen por tanto bases plausibles para sostener la hipótesis en el sentido indicado para

(x) El valor de la χ^2 viene dado por la fórmula
$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$
 siendo O y E los valores observados y esperados respectivamente. Para determinar posteriormente la significancia del valor de la χ^2 obtenido, éste debe ser comparado con valores tabulados.

TABLA 10.—Distribución observada y distribución teórica (resultados por zonas).

Zona 1.1.—Diferencia significativa con un error menor del 0,1 %.
Zona 2.1.—No existe diferencia significativa con un error menor del 5 %.
Zona 3.1.—No existe diferencia significativa con un error menor del 5 %.
Zona 4.1.—No existe diferencia significativa con un error menor del 5 %.
Zona 5.1.—Diferencia significativa con un error menor del 5 %.
Zona 6.1.—No existe diferencia significativa con un error menor del 5 %.
Zona 7.1.—Diferencia significativa con un error menor del 0,1 %.

una parte importante de los traslados industriales (x).

8. Métodos de proyección

Dos tipos de modelos de proyección han sido estudiados: en primer lugar, un método basado en los supuestos del modelo de gravedad y en segundo lugar, un modelo en base al concepto de las cadenas de Markov. Cada uno de ellos intenta proyectar la realidad con supuestos, mecánica y variables distintas: el de gravedad proyectando la matriz de movimientos y el de Markov la distribución espacial de las plantas industriales existentes y trasladadas. Se pretende evaluar en este epígrafe los problemas y la capacidad proyectiva de cada uno de dichos modelos.

8.1. Modelos de gravedad.

Los modelos de gravedad parten del supuesto que los movimientos de un área a otra están sometidos a dos clases de influencias que actúan exponencialmente: una positiva siguiendo una cierta función de atracción y otra negativa de acuerdo a una función de disuasión. Tales modelos se han aplicado al estudio y proyección de fenómenos que implican flujos en el espacio, en especial a movimientos migratorios y fenómenos urbanos (movimientos residencia-trabajo, compras desde áreas residenciales a centros comerciales...) (xx)

(x) Inicialmente se llevó a cabo un test adicional sobre los traslados con origen y destino en el municipio de Madrid, que por su extensión no ha sido incluido en el presente artículo. Se aplicó a dichos traslados el concepto de distancia funcional basado en las propiedades de las cadenas de Markov (véase en especial Brown & Holmes —1971— para el caso de la regionalización, y Joseph —1974— para el caso de la migración), y posteriormente el algoritmo de Ward para su agrupación. El análisis permitió poner de relieve que los traslados originados en las zonas norte del municipio tienden a trasladarse a las zonas del norte, y que las originadas en el sur se re-localizaban en las zonas del sur; este resultado añade nuevo valor a la verificación de la hipótesis.

(xx) El modelo de Lowry utiliza el concepto gravitatorio para distribuir espacialmente los lugares de residencia generados por el empleo básico y la de los empleos de servicios debidos a la residencia.

Los modelos de gravedad pueden ser expresados mediante dos formas generales. Para la primera puede utilizarse la establecida por Batty & Saether (1971) para un modelo de distribución de compras al por menor y que es la siguiente:

$$S_{ij} = C_i \frac{F_j^\alpha / d_{ij}^\beta}{\sum F_j^\alpha / d_{ij}^\beta} \quad (2)$$

donde:

S_{ij} = compras realizadas (en valores monetarios) por residentes de la zona "i" en la zona "j".

F_j = función de atracción de la zona "j".

C_i = poder de compra (en valores monetarios) en la zona "i".

d_{ij} = función de disuasión entre la zona "i" y la zona "j" (generalmente "distancia" o "coste de desplazamiento").

α y β = parámetros a estimar, que dan carácter exponencial a las funciones de atracción y disuasión.

Una segunda forma de los modelos de gravedad es aquella que permite la estimación de los parámetros por medio de análisis de regresión. Weeden (1973) lo expresa de la siguiente forma (aplicado en este caso al análisis de la migración):

$$M_{ij} = A \left(\frac{P_i P_j}{d_{ij}} \right)^B \text{ (otras variables)} \quad (3)$$

donde:

M_{ij} = movimiento de emigrantes desde la zona "i" a la zona "j".

P_i y P_j = variables de atracción para las zonas "i" y "j".

d_{ij} = función de disuasión (en general "distancia").

"A" y "B" = parámetros a estimar.

La expresión (2) constituye la formulación de un modelo de gravedad singularmente constreñido (en los orígenes) y su utilización para simular el movimiento desde la zona "i" a la zona "j" de un determinado sistema espacial parte de la hipótesis de que tales flujos son (Cordey-Hayes 1968), de una parte directamente proporcionales al potencial de movimiento en "i" y al poder de atracción de alguna variable en "j", y de otra inversamente proporcionales a alguna función de disuasión o distancia entre "i" y "j" y a la atracción total de todas las otras zonas del sistema espacial. Las limitaciones del modelo proceden de sus hipótesis ya que asumen un determinado comportamiento del fenómeno de movimiento en estudio; adicionalmente es estático y retrospectivo ya que no permite predecir sin hacer supuestos sobre los valores futuros de los orígenes y de la función de atracción.

Los parámetros " α " y " β " de la expresión (2) poseen un significado real dentro de los supues-

tos de comportamiento del modelo de gravedad. El parámetro " β " representa una medida de la fricción de la distancia entre zonas o la elasticidad parcial de la distancia y el parámetro " α " de la función de atracción se refiere a las economías externas existentes en la zona "j" (si " α " es mayor que la unidad). Los parámetros " α " y " β " se estiman por un proceso de calibración que consiste en determinar qué pareja de valores de dichos parámetros (exógenamente introducidos) aproximan más los flujos de movimiento estimados por el modelo y los flujos de movimiento reales; la bondad del ajuste puede calcularse utilizando una amplia variedad de estadísticos, entre ellos

$(M_{ij} \text{ predicho} - M_{ij} \text{ observado})^2 / (M_{ij} \text{ predicho} - M_{ij} \text{ observado})$, el coeficiente de correlación entre $M_{ij} \text{ observado}$ y $M_{ij} \text{ predicho}$ o la distancia media de movimiento predicha y la de los flujos observados, siendo los valores predichos aquéllos que da el modelo para una pareja concreta de valores de los parámetros.

En base a la descripción precedente, los modelos de gravedad aparecen como un instrumento atractivo para ser aplicado al análisis y proyección de los traslados industriales: las plantas trasladadas son atraídas por las zonas de destino siguiendo una cierta función y la distancia parece tener alguna influencia. A continuación se presentan los resultados de su aplicación al análisis de los traslados industriales en el Área Metropolitana de Madrid.

Para la aplicación del modelo de gravedad descrito en primer lugar (x) se ha considerado que la función de atracción viene dada por el número de plantas industriales existentes al inicio del período, variable que fue detectada como relevante en el análisis de regresión para explicar las plantas industriales atraídas a una zona. Las distancias fueron medidas en Km, siguiendo trayectos de carreteras (xx) y el estadístico utilizado para medir la bondad del ajuste fue el coeficiente de correlación entre el número de destinos observados en cada zona y el correspondiente número de destinos predicho por el modelo. La tabla 11 resume los mejores resultados de los coeficientes de correlación.

TABLA 11.—Coeficientes de correlación para valores de α y β .

β/α	1.80	1.90	2.00	2.20	2.50	3.00
0.00	.4696	.4781	.4859	.4995	.5154	.5329
0.05	.4670	.4759	.4841	.4981	.5145	.5325
0.10	.4672	.4735	.4820	.4966	.5136	.5321
0.15	.4612	.4709	.4797	.4949	.5125	.5316
0.20	.4579	.4681	.4772	.4931	.5113	.5310

(x) Se utilizó el programa GRAVITY, en un ordenador ICL-1600 de la Universidad de Reading.

(xx) Para calcular la matriz de distancias (desde cada zona a todas las demás) fue utilizada la correspondiente subrutina del modelo de Lowry en la versión de la Universidad de Reading (M. Batty & D. Foot, Departamento de Geografía), partiendo de las distancias entre zonas adyacentes.

Para los valores de $\alpha = 3,00$ y $\beta = 0,0$ se obtiene el mejor coeficiente de correlación (.5329) aunque su valor es muy bajo (x). Adicionalmente, el hecho que el parámetro de la función de distancia sea nulo indicaría que la distancia no influye uniformemente en la elección de la nueva localización.

En segundo lugar fue utilizado el modelo de gravedad descrito en su forma general por la expresión (3), con la siguiente formulación específica:

$$M_{ij} = A_1 \frac{(F_i F_j) A_2}{(D_{ij}) A_3} \frac{L_i A_4}{L_j A_5} \quad (4)$$

donde:

M_{ij} = número de traslados con origen en la zona "i" y destino en la zona "j" (observaciones con $M_{ij} = 0$ no fueron incluidas).

F_i y F_j = número de plantas industriales localizadas en las zonas "i" y "j" respectivamente al inicio del período.

D_{ij} = distancia por carretera entre las zonas "i" y "j",

y A_i ($i = 1 \dots 5$) parámetros a estimar.

Tal como indican los resultados de las tablas 12 y 13, el análisis inicial de correlación dio resultados muy pobres. El correspondiente análisis de regresión posterior en base a la ecuación (3) no dio ningún valor significativo del estadístico "t" para los coeficientes de ninguna variable.

TABLA 12.—Coeficientes de correlación para las variables de la expresión (3).

	M_{ij}	M_{ij}/F_j	M_{ij}/F_i	$M_{ij}/F_i F_j$
F_i	.2892	—	—	—
F_j	.0032	—	—	—
D_{ij}	-.0742	-.1102	-.0594	-.0423
L_i	-.0355	-.2011	-.0809	-.0352
L_j	.2533	.2018	.0142	-.0492

— coeficientes no relevantes.

TABLA 13.—Coeficientes de correlación para las variables (expresadas en forma logarítmica) de la expresión (3).

	log. M_{ij}	log. M_{ij}/F_j	log. M_{ij}/F_i	log. $M_{ij}/F_i F_j$
log. F_i	.3312	—	—	—
log. F_j	.0844	—	—	—
log. D_{ij}	-.2353	-.2450	.1451	.1758
log. L_i	.1381	-.2046	.2307	-.0322
log. L_j	.1781	-.2240	.0521	.0897

— coeficientes no relevantes.

(x) Posteriormente se utilizó "suelo industrial vacante" como función de atracción y el coeficiente de correlación más alto fue de .2489.

Los resultados anteriores (de acuerdo a las dos versiones del modelo de gravedad) deben interpretarse en el sentido de que el comportamiento de los traslados industriales no sigue las hipótesis subyacentes en un modelo de gravedad (instrumento válido por otra parte para simular otros fenómenos urbanos en determinadas circunstancias): en primer lugar, porque la distancia no tiene influencia (en el epígrafe anterior se constató que los movimientos son principalmente radiales a lo largo de los corredores), y en segundo lugar, porque la función de atracción no es exponencial (aspecto que ha sido ya señalado por Lever al indicar que "la fuerza atractiva de las economías de aglomeración es mucho menos importante a la escala intraurbana que a la escala regional o nacional, de manera que es improbable que las concentraciones de industrias dentro de la ciudad atraigan más plantas industriales a una tasa creciente", Lever, 1974, página 195).

8.2. Modelo de Markov.

Hamilton (1967), ha sugerido que la localización y relocalización industrial son procesos de probabilidad y que para su descripción deberían utilizarse modelos estocásticos y no determinísticos. Un modelo de Markov es un modelo estocástico que predice la distribución futura de una población (plantas industriales, en este caso) en clases (zonas) sobre la base de las probabilidades de movimiento (traslados) entre ellas.

Sea " q_{ij} " el porcentaje de población (plantas industriales) en la clase (zona) "i" en el período "t" y sea " p_{ij} " la probabilidad de movimiento (probabilidad de traslado) desde la clase (zona) "i" a la clase (zona) "j" durante un intervalo de tiempo. La distribución de población (plantas industriales) en el período "t" puede ser estimada partiendo de la distribución en el período (t-1) usando "n" ecuaciones de la forma (Kelley & Weiss, 1969):

$$q_{jt} = p_{1j} q_{1,t-1} + p_{2j} q_{2,t-1} + \dots + p_{nj} q_{n,t-1} \quad (5)$$

(para todo $j = 1, \dots, n$)

$$\text{más la condición } \sum_{j=1}^n q_{j,t} = 1 \quad (6)$$

La expresión (5) puede ser reformulada en términos matriciales tal como figura en la expresión (7)

$$(q_{1,t-1} \ q_{2,t-1} \ \dots \ q_{n,t-1}) \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{bmatrix} = (q_{1,t} \ q_{2,t} \ \dots \ q_{n,t}) \quad (7)$$

Distribución en el período (t-1); (Q_{t-1}) Matriz de posibilidades de transición (P) Distribución en el período t; (Q_t)

Iteraciones adicionales permiten proyectar la distribución de las plantas industriales para períodos subsiguientes hasta $Q_{i+m} = Q_i P^m$, siendo "m" el número de períodos de proyección.

Dos propiedades o hipótesis de los modelos de Markov han sido particularmente criticadas: la "estabilidad" en el tiempo de la matriz de probabilidades de transición y la "estacionaridad" de la distribución resultante cuando "n" es grande. La segunda limitación no es fundamental cuando el modelo es utilizado para proyecciones a corto y medio plazo (Joseph, 1974; Brown, 1970). De la primera hipótesis se pueden derivar dos teoremas (Weeden, 1973): en primer lugar, que el nivel de movimiento hacia fuera (emisión de traslados) en cada zona es una proporción constante en el tiempo de la población (plantas industriales) de cada zona al inicio del período, y en segundo lugar, que los movimientos (plantas industriales trasladadas) se asignan a otras regiones (zonas) en proporciones constantes; los resultados de la tabla 14 indican que las menores diferencias entre las proporciones en los dos períodos considerados son en las zonas 1.1, 2.1 y 7.1 (diferencias entre 0 y 0.8 %) que representan el 70 % de todos los traslados en el período 1969-73. Por tanto, y para proyecciones a corto plazo las hipótesis de los modelos de Markov serían razonables para caracterizar el fenómeno de los traslados en el Area Metropolitana de Madrid.

$$\begin{matrix}
 & Z_1 & Z_2 & \dots & Z_n & D \\
 Z_1 & M_{11} & M_{12} & \dots & M_{1n} & D_1 \\
 Z_2 & M_{21} & M_{22} & \dots & M_{2n} & D_2 \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 Z_n & M_{n1} & M_{n2} & \dots & M_{nn} & D_n \\
 B & B_1 & B_2 & \dots & B_n & A
 \end{matrix} \quad (8)$$

donde:

- Z_i = zonas del Area Metropolitana.
- M_{ij} (cuando $i \neq j$) = traslados industriales desde la zona "i" a la zona "j".
- M_{ii} (cuando $i = j$) = traslados industriales dentro de cada zona más las plantas industriales que no se han movido durante el período considerado.
- D_i = número de plantas industriales de la zona "i" que cierran o se trasladan fuera del Area Metropolitana.
- B_i = nuevas plantas industriales que se localizan en la zona "i".

La suma de cada fila equivale al número de plantas industriales en cada zona al principio del

TABLA 14.—Emisión de traslados industriales en las zonas del municipio de Madrid.

Zona	1.—Emisiones 1964-68	2.—Plantas industriales en 1964	% 1 1.2	3.—Emisiones 1969-73	4.—Plantas industriales en 1969	% 3 sobre 4
1.1	21	239	8.8	39	442	8.8
2.1	11	208	5.3	16	358	4.5
3.1	—	45	—	6	85	7.1
4.1	17	284	6.0	17	412	4.1
5.1	9	99	9.1	7	171	4.1
6.1	4	127	3.1	7	127	5.5
7.1	19	212	9.0	26	299	8.7

FUENTE: Estudio Metra-Seis y elaboración propia.

Cuando en el modelo de Markov descrito en las expresiones (5), (6) y (7) las clases son sólo zonas, el modelo es cerrado y el número de plantas industriales en el sistema no varía. Pero en el caso de los traslados industriales al nivel intrametropolitano se trata de un sistema abierto dentro del cual se crean y desaparecen plantas industriales y las plantas industriales se mueven dentro y hacia fuera del sistema. Para incluir el componente dinámico Lever (1974), ha sugerido la inclusión de un estado nuevo, que en columnas representaría las plantas industriales que dejan el sistema metropolitano (ya sea por traslado fuera del área o por cierre) y que en filas representaría la proporción de nuevas plantas industriales que se localizan en cada zona. La matriz de movimientos para el período considerado tendría en este caso la estructura de la expresión (8).

período considerado, mientras que la suma de cada columna es el número de plantas industriales al final de dicho período. La matriz de probabilidades de transición se obtiene dividiendo cada elemento por la suma de su correspondiente fila.

La parte inferior derecha de la matriz (8), el elemento A, presenta el problema de encontrar un valor significativo al número de plantas industriales que no existen ni al principio ni al final del período. Idéntico problema se presenta con el último elemento del vector que representa la distribución zonal inicial de las plantas industriales, para que contenga (n+1) elementos y pueda operarse mediante la formulación expresada en (7). Lever (1974) ha presentado prueba empírica de que el valor de la distribución final no resulta sustancialmente afectado si del vector resultante en cada iteración se excluye el



último elemento y se calcula nuevamente la distribución porcentual para los "n" primeros elementos.

Un modelo como el descrito fue utilizado por Lever (1974) para la proyección de la distribución de plantas industriales en el Area Metropolitana de Glasgow. Los supuestos de un modelo de este tipo son principalmente tres. En primer lugar, que el ritmo de crecimiento industrial en el área metropolitana se mantiene constante en el futuro; en segundo lugar, que no varía en el tiempo la proporción de nuevas plantas industriales que se localizan en cada zona así como la distribución de los traslados y finalmente, que la proporción de plantas industriales en cada zona que dejan el sistema es constante en el tiempo.

La aplicación del modelo al Area Metropolitana de Madrid (x) para los años 1973, 1978 y 1983 en base a la distribución inicial de plantas industriales en 1968 y a los traslados en el período 1964-68 dio los resultados expresados en las tablas 15 y 16. La comparación de los valores predichos por el modelo con los valores reales para 1973, con diferencias máximas de 2,6 %, pondría en evidencia la utilidad del modelo de Markov a efectos predictivos. Los resultados de las tablas 15 y 16 señalan que aún existiendo un cierto ritmo de descentralización industrial, dentro de tres quinquenios (si los supuestos adoptados son válidos en el futuro) el municipio de Madrid localizará las dos terceras partes de las plantas industriales existentes; tal conclusión es ve-

TABLA 15.—Resultados del Modelo de Markov por zonas.

Zona	Distribuciones porcentuales reales		Distribuciones porcentuales proyectadas		
	1968	1973	1973	1978	1983
1.1	19.8	16.3	18.9	18.3	17.5
1.2	1.4	2.0	2.2	2.6	3.0
1.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
2.1	15.4	14.2	15.2	14.9	14.6
2.2	5.3	7.7	7.6	8.4	9.1
2.3	3.0	3.3	3.4	3.5	3.6
3.1	3.7	4.0	4.0	4.1	4.1
3.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3.3	0.7	2.1	0.8	0.8	0.8
4.1	17.7	14.4	15.3	14.6	14.0
4.2	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5
4.3	2.5	2.8	3.0	3.1	3.2
5.1	7.3	6.2	6.9	6.6	6.2
5.2	0.5	1.0	0.5	0.5	0.5
5.3	2.0	4.4	4.3	5.3	6.3
6.1	5.5	5.4	3.0	2.6	2.3
6.2	0.7	0.5	0.8	0.8	0.8
6.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
7.1	12.7	11.9	10.8	10.2	10.0
7.2	1.5	2.2	2.1	2.4	2.7
7.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
	100	100	100	100	100

(x) Se utilizó el programa MARKOV en el ordenador ICL-1600 de la Universidad de Reading.

rosímil si se tiene en cuenta que aún existe en el municipio de Madrid una importante cantidad de suelo industrial vacante.

Adicionalmente, el modelo puede ser utilizado para medir algunas consecuencias de posibles medidas que restrinjan la localización industrial en alguna zona. Quizá el caso más claro, y más interesante al mismo tiempo, es conocer cómo cambiaría la distribución de las plantas industriales dentro del Area Metropolitana asumiendo que en el futuro se limita absolutamente, mediante medidas negativas de planeamiento, el crecimiento industrial del municipio de Madrid. Operacionalmente ello significa que son ceros los elementos correspondientes a las zonas de la ciudad central en la última fila de la matriz (8). Las distribuciones proyectadas por anillos son las correspondientes a los resultados de la tabla 17, que señalan que la ley de la progresiva descentralización industrial (válida para otras áreas metropolitanas del mundo) todavía no es evidente para el Area Metropolitana de Madrid.

TABLA 16.—Resultados del Modelo de Markov por anillos.

Anillo	Distribuciones porcentuales proyectadas		
	1973	1978	1983
1 (Municipio de Madrid)	74.1	71.3	68.7
2	13.7	15.3	16.7
3	12.2	13.4	14.6
	100	100	100

TABLA 17.—Distribución proyectada de las plantas industriales en el supuesto de crecimiento nulo en el municipio de Madrid.

Anillo	1978	1983
1	53.3	47.0
2	25.2	28.5
3	21.5	24.5
	100	100

9. Conclusiones e implicaciones para el planeamiento

El análisis precedente se ha limitado a algunos aspectos del fenómeno de los traslados industriales en el Area Metropolitana de Madrid. De alguna manera dicho análisis permite responder a temas tales como cuántos traslados pueden esperarse en el futuro, qué factores condicionarán su nueva localización, hacia dónde se orientarán y cuál sería la futura distribución de plantas industriales en el área metropolitana, de mantenerse tendencias y supuestos actuales. De aquí pueden inferirse resultados con respecto a la demanda de suelo, localización de población y

empleo, demanda de equipamiento urbanístico y viajes residencia-empleo, tanto en los lugares de origen como en las zonas de destino de los traslados industriales. Algunas conclusiones son también válidas para estudiar la problemática más general de la localización industrial, donde el tema de los traslados industriales se insertan específicamente. Sin embargo, en el contexto de la planificación metropolitana, los aspectos relacionados con los traslados constituyen únicamente una pequeña parcela de los fenómenos a estudiar.

Limitaciones específicas del análisis provienen principalmente de los temas estudiados, de las fuentes de información y del sistema de zonas adoptado. En primer lugar, porque aspectos tan importantes como el de los efectos que los traslados industriales producen sobre la demanda de nueva residencia en las zonas de destino o cómo son afectados los movimientos residencia-trabajo, para citar sólo algunos, no han sido estudiados. En segundo lugar, porque el análisis ha sido llevado a cabo en términos de plantas industriales y no en términos de empleo (que urbanísticamente es más relevante), debido a deficiencias en las fuentes de información, deficiencia que hay que imputar no tanto a los datos originales como a la falta de estadísticas actualizadas y especialmente desagregadas para los estudios urbanos y metropolitanos. Finalmente, hay que señalar el hecho de que las conclusiones son únicamente válidas para el sistema de zonas utilizado, y que de cambiarlo, posiblemente las conclusiones serían distintas; esta limitación, sin embargo, es común a todos los estudios en los que se analizan fenómenos espaciales.

Algunas conclusiones del análisis convendrían ser destacadas. Los traslados industriales explican alrededor de una quinta parte del crecimiento industrial fuera del municipio de Madrid y es de suponer que su importancia aumentará en el futuro. Los traslados originados en cada zona pueden explicarse y proyectarse a partir del tamaño de la correspondiente concentración industrial, lo cual sugiere que el número de industrias es una variable aproximativa de fenómenos de congestión en el entorno urbano y de obsolescencia de las plantas industriales. También esta misma variable es significativa para explicar los factores que influyen en la atracción de los traslados para localizarse fuera del municipio de Madrid. Las dos últimas conclusiones sugieren que el volumen de industrias localizadas es relevante tanto para explicar por qué las plantas industriales trasladadas se localizan en cada zona como para señalar la existencia de factores de repulsión un cierto tamaño mínimo de industria localizada sería necesario para atraer nuevas plantas industriales, pero a partir de un cierto tamaño de la aglomeración industrial empezarían a generarse traslados; tratándose de comportamientos medios válidos para todas las zonas, tal deducción es válida caeteris paribus la situación del mercado de suelo industrial, que se caracteriza por sus elevados precios, falta de un adecuado estándar de equipamiento urbanístico y por su incertidumbre legal (existe muy poco suelo aprobado por Plan Parcial). El análisis ha puesto de relieve que para una zona concreta donde existe

una promoción semi-pública de suelo industrial, con precios aproximadamente un 50 % más baratos que si la promoción fuera privada y con buena dotación de servicios urbanísticos, sólo un 20 % de los traslados atraídos se explican por la existencia de una concentración industrial previa, mientras que el 80 % restante es debido a la influencia de otras variables y presumiblemente por las características especiales de la promoción.

Las consideraciones anteriores son de cierta utilidad para el planeamiento metropolitano. Principalmente el hecho que sólo determinaciones sobre uso del suelo y con medidas negativas de planeamiento, no es posible conseguir un nivel relevante de descentralización industrial, y que por tanto la localización industrial y residencial continuará concentrándose alrededor del municipio central; y ello ha quedado también demostrado con las proyecciones sobre la distribución futura de plantas industriales (aún en el supuesto de impedir el crecimiento industrial del municipio de Madrid). Adicionalmente que el proceso es consecuencia de un determinado funcionamiento del mecanismo de mercado privado.

Las ventajas de la descentralización industrial (localización de industrias a mayores distancias del centro metropolitano) se han argumentado especialmente en tres aspectos. En primer lugar, porque ello reduciría la congestión en el centro metropolitano; en segundo lugar, porque se favorecería también la descentralización residencial y de servicios (la industria aparece aún como la principal variable con poder atractivo), de manera que ayude a la creación de unidades urbanas dentro del área metropolitana, menos dependientes de otras (en especial del centro) y con mayores posibilidades de suelo para equipamientos públicos; y finalmente, como una consecuencia de los dos anteriores, porque reduciría uno de los costes sociales más importantes que es el desplazamiento residencia-trabajo. En el contexto de la distribución de la renta real urbana, entendida como las posibilidades de control, acceso y disfrute de los bienes y servicios públicos y privados por parte de los diferentes estratos de población (Harvey, 1973 pág. 53), las posibles ventajas de la descentralización industrial no tienen ninguna relación con la actual descentralización industrial y residencial que generada por el mecanismo del mercado privado obliga a desplazarse a los estratos económicos inferiores de población a las zonas extremas del área metropolitana con menos servicios públicos, peores calidades de vivienda y mayores niveles de polución atmosférica con relación a las áreas más centrales. La política metropolitana de localización industrial constituye un aspecto fundamental del planeamiento metropolitano, el cual bajo el objetivo general de redistribución de la renta real urbana, debería garantizar mediante políticas adecuadas niveles idénticos de equipamiento y transporte público, calidad residencial y control del medio ambiente en las diferentes unidades urbanas, y por encima de todo, un control de los recursos y decisiones públicas por parte de la comunidad.

Universidad de Reading, Mayo 1975.



- BANCO DE BILBAO (1962 y 1969): *Renta Nacional de España*. Madrid.
- BATTY, M. & SEATHER, A. (1972): "A note on the design of shopping models", *Journal of the Town Planning Institute*, 58, págs. 303-306.
- BEACHAM, A. & OSBORN, W. T. (1970): "The movement of manufacturing industry", *Regional Studies*, vol. 4.
- BROWN, L. A. (1970): "On the use of Markov Chains in movement research", *Economic Geography*, 60 (suppl.), págs. 393-403.
- BROWN, L. A. & HOLMES, J. (1971): "The delimitation of functional regions, nodal regions and hierarchies by functional distance approach", *Journal of Regional Science*, 11, págs. 57-72.
- CAMERON, G. C. & CLARK, B. D. (1966): *Industrial movement and the regional problem*, University of Glasgow Social and Economic Studies, Occasional Paper n.o.5, Oliver & Boyd, Edinburgh.
- CAMERON, G. C. & JOHNSON, K. N. (1969): "Comprehensive urban renewal and industrial relocation: the Glasgow case", en S. C. Orr & J. B. Cullingworth (ed.), *Regional and Urban Studies*, G. Allen & Unwin, London.
- CLUSA, J. (1973): *La localización industrial en la Comarca de Barcelona*, Comisión de Urbanismo y Servicios Comunes de Barcelona y otros Municipios. Barcelona.
- CORDEY-HAYES, M. (1968): *Retail location models*, C.E.S., Londres, W. P. 16.
- COLENTT, R. J. (1970): "Building models of urban growth and spatial structure", *Progress in Geography*, 2, págs. 110-152.
- ECONOMIC CONSULTANTS (1971): *Strategic Plan for the South East*, vol. 5, H.M.S.O. London.
- GOLBERG, M. A. (1970): "An economic model of intrametropolitan industrial location", *Journal of Regional Science*, 10, págs. 75-79.
- HAMER, A. M. (1973): *Industrial exodus from central city*, Lexington Books, Mass.
- HAMILTON, F. E. I. (1967): "Models of industrial location", en Hagget, P. & Chorley, R. J., *Socio-Economic models in geography*, Methuen & Co. Ltd. London.
- HARVEY, D. (1973): *Social Justice and the City*, E. Arnold Ltd. London.
- JOSEPH, G. (1974): "Interregional population distribution and growth in Britain: a projection exercise", *Scottish Journal of Political Economy*, 21, págs. 157-170.
- KEEBLE, D. E. (1965): "Industrial migration from North-West London 1940-1964", *Urban Studies*, 2.
- KEEBLE, D. E. (1969): "Local industrial linkage and manufacturing growth in Outer London", *Town Planning Review*, págs. 163-188.
- KELLEY, A. C. & WEISS, L. W. (1969): "Markov processes and economic analysis: the case of migration", *Econometrica*, 37, págs. 281-297.
- LEVER, W. F. (1974): "The intraurban movement of manufacturing: a Markov approach", en Blunden et al. (ed.), *Regional Analysis and Development*, Open University Set Books, London.
- LUTTRELL, W. F. (1962): *Factory location and industrial movement*, NIESR, London.
- MARTIN, J. E. (1966): *Greater London: an Industrial Geography*, G. Bell & Sons Ltd. London.
- MASSEY, D. (1969): *Some simple models for distributing changes in employment within regions*, C.E.S., W.P. 24. London.
- MASSEY, D. (1974): "Towards a critique of industrial location theory", *Antipode*, 6, págs. 33-39.
- METRA-SEIS (1973): *Orientaciones para una estrategia de localización industrial en la Región Centro*, COPLACO, Madrid.
- MOSES, L. & WILLIAMSON, H. F. (1967): "The location of economic activity in cities", *American Economic Review*, 57, págs. 211-222.
- NEEDLEMAN, L. & SCOTT, B. (1964): "Regional problems and location of industry policy in Britain", *Urban Studies*, 1, págs. 153-173.
- PRED, A. R. (1964): "The intrametropolitan location of american manufacturing", *Annals of the Association of American Geographers*, 54, págs. 165-180.
- RICHARDSON, H. B. (1971): *Urban Economics*, Penguin Modern Books, Middlesex.
- RUSSINES, J. y PASCUAL, N. (1974): "La distancia funcional como instrumento para la delimitación de regiones: el caso español", *Revista Española de Economía*, 2, año IV, págs. 113-136.
- TOWNROE, P. M. (1969): "Location choice and the individual firm", *Regional Studies*, 3, págs. 15-24.
- TOWNROE, P. M. (1971): *Industrial location decisions: a study of management behavior*, Centre for Urban and Regional Studies, University of Birmingham, Occasional Paper n.o. 15.
- TULPULE, A. H. (1969): "Dispersion of industrial employment in the Greater London Area", *Regional Studies*, 3, págs. 25-40.
- VELDMAN, D. J. (1967): *Fortran Programming for the Behavioral Sciences*, Holt-Rinehart & Winston, New-York.
- WEEDEN, R. (1973): *Interregional migration models and their application to Great Britain*, NIESR, Cambridge University Press, Cambridge.
- WILSON, A. G. (1974): *Urban and Regional Models in Geography and Planning*, J. Wiley & Sons, London-New York.

APENDICE ESTADISTICO 1
TRASLADOS INDUSTRIALES EN EL PERIODO 1960-73

De la zona / A la zona	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	3.3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	5.3	6.1	7.1	7.2	TOTAL
1.1	7	14	5	27	1	—	1	—	—	—	—	—	4	2	—	3	64
2.1	2	2	4	9	2	1	3	—	—	—	—	—	3	—	—	5	31
3.1	—	—	2	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	6
4.1	—	1	1	3	1	1	3	—	3	1	1	—	13	—	5	4	37
5.1	1	—	—	1	—	—	1	3	—	—	—	—	8	—	3	1	18
6.1	2	1	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	3	—	2	—	12
7.1	—	1	—	9	—	—	2	3	—	1	—	3	17	—	7	5	48
TOTAL	12	19	13	52	5	2	12	6	3	2	1	3	48	2	18	18	216

FUENTE: Estudio Metra-Seis y elaboración propia.

NOTA: Las zonas sin traslados no han sido incluidas en la tabla.



Traslados de Industrias

APENDICE ESTADISTICO 2 VARIABLES UTILIZADAS EN LOS ANALISIS DE REGRESION Y CORRELACION

Zona	Número de destinos 1969-73	Suelo industrial disponible (en Ha.)	Distancia desde el centro de Madrid (en Km.)	Precio del suelo industrial (en ptas./m ²) (1)	Control urbanístico del Area Metropolitana de Madrid (2)	Número de plantas industriales en 1973	Grado de diversificación sectorial (3)	Población residente 1970 (en miles)	% Crecimiento de población residente 1965-70	Grado medio de equipamiento urbanístico del suelo industrial (4)
1.1	4	103	3.2	2500	1	547	46	449.5	12.6	1
1.2	10	263	12.0	1200	1	68	17	40.4	184.5	2
1.3	—	75	30.0	600	0	13	4	14.3	10.0	3
2.1	7	197	4.5	3000	1	476	46	449.5	12.6	1
2.2	36	180	16.0	1000	1	260	35	44.4	85.0	2
2.3	1	569	30.0	720	0	111	23	58.8	91.0	3
3.1	0	214	4.5	2800	1	135	43	449.5	12.6	1
3.2	—	3	16.0	1000	1	2	2	0.6	18.0	3
3.3	12	50	25.5	600	0	69	22	11.8	62.2	2
4.1	1	270	4.0	2500	1	482	52	449.5	12.6	1
4.2	3	69	11.0	1800	1	19	25	69.4	139.6	2
4.3	1	313	22.0	500	0	93	15	16.0	46.0	2
5.1	1	5	4.0	3000	1	207	31	449.5	12.6	1
5.2	2	116	13.0	1500	1	35	16	46.0	455.8	2
5.3	26	100	23.0	200	0	149	22	17.8	359.5	1
6.1	2	5	3.0	3000	1	182	26	449.5	12.6	1
6.2	—	17	7.5	3000	1	18	12	16.0	42.6	2
6.3	—	5	32.5	700	1	7	4	3.1	7.0	3
7.1	3	50	3.6	2500	1	398	51	449.5	12.6	2
7.2	9	182	10.0	1800	1	73	25	69.4	139.6	2
7.3	—	20	20.0	500	0	11	7	17.5	238.5	3

FUENTE: Estudio Metra-Seis y elaboración propia.

- (1) Precio del suelo industrial con servicios urbanísticos. (Datos 1973).
- (2) (0)— No existe (1)— Existe.
- (3) Número de sectores industriales representados en cada zona (total 66 sectores).
- (4) (1) Bien equipado. (2) Existencia de sólo algunos servicios urbanísticos. (3) Sin servicios.

Nuevo urbanismo 18

Norbert Schmidt-Relenberg

SOCIOLOGIA Y URBANISMO

INSTITUTO DE ESTUDIOS DE ADMINISTRACION LOCAL

la Urbanización en Francia

Centre de Recherche d'Urbanisme (Paris)

Una obra de particular interés redactada por un equipo de concejales especialistas en diversas disciplinas, publicada bajo el patrocinio del Centre de la

Instituto de Estudios de Administración Local