

Energia i organització territorial

Albert Puntí*

Résumé / Abstract / Resumen / Resum

La relation énergie-territoire a été peu explorée par les géographes. Elle n'a pas été plus développée dans l'analyse énergétique des écologistes et des économistes. Ça veut dire une méconnaissance de la distribution des flux d'énergie sur le territoire et une incapacité pour arriver à définir des unités territoriales significatives en relation à l'utilisation des ressources naturelles et de l'énergie. L'objectif de cet article est de proposer quelques idées sur l'étude des flux d'énergie au niveau municipal, étatal et international. A l'échelle municipale nous oposons la théorie économique sur la ville –comme l'équilibre entre les flux d'importation-exportation municipale en fonction des mécanismes du marché– avec l'étude des flux d'énergie qui passent à travers la commune. Nous concluons qu'il n'est pas possible d'analyser le métabolisme de la ville avec les instruments de la théorie économique néoclassique. A l'échelle de l'état nous établissons les différences entre la consommation intermédiaire dans les processus de production et la consommation finale pour la subsistance de la population. Ça nous permet d'établir une géographie de la consommation finale d'énergie, à partir de laquelle on peut démontrer l'existence des flux d'énergie entre des espaces périphériques et d'autres centraux ou centralizateurs. Finalement, nous avons introduit quelques considérations sur la géographie de la consommation finale de l'énergie à l'échelle internationale.

* * *

*Geògraf. Carrer El Vilar, s/n. Castellbell i el Vilar. 08296 – Barcelona

The relationship between energy and space is a topic little explored by geographers, while ecologists and economists have likewise paid little attention to it in the field of energy analysis. As a result, knowledge of energy flow patterns is lacking and it is hence impossible to identify significant spatial resources and energy. The objective of this article is to propose some methods for the study of energy flow patterns at municipal, national and international level. At a municipal scale, certain hypotheses of economic theory on cities (such as the dependence of the balance between urban input-output flows on laws of marketing) contradict facts revealed the study of cross-municipality energy flows. This leads us to the conclusion that the analysis of the metabolism of the city using the instruments of neoclassical economic theory is not feasible. At national level, a distinction is made between intermediate consumption in production processes and final consumption for the sustenance of the population, which makes it possible to define a «geography» (pattern) of final energy consumption which, in turn, makes it possible to demonstrate the existence of energy flows between peripheral areas and central or centralized areas. Lastly, some comments are made on the «geography» of final energy consumption at international level.

* * *

La relació energia-territori ha sigut un tema poc explorat pels geògrafs i tampoc desenvolupat per ecòlegs i economistes en el marc del anàlisi energètic. Este fet comporta un desconociment de los fluxos de energia en el espai i una incapacitat para definir unitats territorials significatives en relació al uso de los recursos naturales y la energia. El objetivo de este artículo es adelantar algunas propuestas en el estudio de los fluxos de energia a nivel municipal, estatal e internacional. A escala municipal se contraponen propuestas de la teoria económica sobre la ciudad —como el equilibrio entre los fluxos de importación—exportación municipal en función de los mecanismos de mercado— al estudio de los fluxos de energia que atraviesan el municipio, lo que nos lleva a la conclusión de que no es posible analizar el metabolismo de la ciudad con los instrumentos de la teoria económica neoclásica. A nivel estatal, establecemos la distinción entre un consumo intermedio en los procesos de producción y un consumo final para el mantenimiento de la población, cosa que nos permite elaborar una geografía del consumo final de la energia, a partir de la cual se puede demostrar la existencia de los fluxos de energia entre unos espacios periféricos y unos espacios centrales o centralizadores. Finalmente, se introduce algunas consideraciones sobre la geografía del consumo final de la energia a nivel internacional.

* * *

La relació energia-territori ha estat un tema poc explorat pels geògrafs, que tampoc s'ha desenvolupat en l'anàlisi energètica dels ecòlegs i economistes. Aquest fet comporta un desconociment de la distribució dels fluxos d'energia en l'espai i una incapacitat per a definir unitats territorials significatives en relació a l'ús dels recursos naturals i l'energia. L'objectiu d'aquest article és el d'avançar algunes propostes en l'estudi dels fluxos d'energia a nivell municipal, estatal i internacional. A nivell municipal es contraponen propostes de la teoria econòmica sobre la ciutat, com l'equilibri entre els fluxos d'importació—exportació municipal en funció dels mecanismes de mercat, amb l'estudi dels fluxos d'energia que travessen el municipi, el que ens porta a la conclusió de que no és possible analitzar el metabolisme de la ciutat amb els instruments de la teoria econòmica neoclàssica. A nivell estatal establim la distinció entre un consum intermedi en el procés de producció i un consum final per al manteniment de la població, cosa que ens permet elaborar una geografía del consum final de l'energia, a partir de la qual es pot demostrar l'existència dels fluxos d'energia entre uns espais perifèrics i uns espais centrals o centralitzadors. Finalment s'introdueixen algunes consideracions sobre la geografía del consum final de l'energia a nivell internacional.

Les qüestions relatives als recursos naturals i l'energia han tingut en la Geografia un tractament fonamentalment de tipus descriptiu, lligat especialment a l'estudi de la localització dels recursos, sense aprofundir excessivament en l'estudi de les relacions entre els models energètics i la configuració de l'organització territorial, ni tampoc en l'estudi del model d'utilització dels recursos naturals, com ho prova la marginació del concepte de *Raubwirtschaft* en el pensament geogràfic (Raumolin, 1984). D'altra banda, la teoria de l'anàlisi energètica, desenvolupada els últims anys, s'ha preocupat de l'estudi dels fluxes d'energia a través dels sistemes productius, per tal de determinar l'eficiència dels diferents mètodes de cultiu dels processos industrials, però pràcticament no s'ha preocupat de les relacions energia-territori.

La tesi que vull defensar és la de que, tot i l'interès innegable dels treballs descriptius (de localització i de classificació) i la contribució que han fet els geògrafs al desenvolupament de tècniques molt punteres (com la teledetecció), la reflexió teòrica sobre les relacions entre els models energètics i els models d'organització territorial és escassa. Aquest fet comporta un desconeixement de la distribució dels fluxes energètics en l'espai i una incapacitat per definir unitats territorials significatives, en relació a la qüestió dels recursos naturals i l'energia.

L'interès de l'estudi dels fluxes d'energia en el marc d'un sistema productiu i de la seva distribució territorial no rau en les convulsions econòmiques que provoquen els augments (conjunturals o no) dels preus de l'energia, sinó en el fet de que qualsevol procés de treball requereix la utilització d'un determinat volum d'energia, dóna als recursos energètics un valor essencial i fa que la comptabilització de l'energia incorporada als inputs que intervenen en un procés productiu ens aporti un cert tipus d'informació sobre el sistema productiu en qüestió, que en molts casos no es pot assolir a través d'una anàlisi econòmica en termes monetaris. L'anàlisi energètica constitueix, sens dubte, el model més avançat dins del marc del que ha d'ésser una teoria bio-econòmica (terme introduït per Georgescu-Roegen, 1978), basada en una comptabilitat en termes físics i no en valors monetaris.

Com s'ha dit més amunt, l'anàlisi energètica s'ha centrat, fonamentalment, en l'estudi dels processos productius, descuidant, però, l'aspecte territorial. És per això que l'objectiu d'aquest article és contribuir a l'estudi de la projecció territorial dels fluxes energètics que travessen el sistema productiu. En aquest sentit, centrarem el treball en l'elaboració d'algunes consideracions sobre el metabolisme físic dels municipis i en la distinció entre una geografia del consum de l'energia en els processos productius i una geografia del consum final de l'energia, distinció que esdevé fonamental per a poder percebre les relacions entre les jerarquies territorials i els fluxes de recursos i energia.

EL METABOLISME DE LES CIUTATS

Per poder copsar la diferència entre la informació que ens ofereixen l'anàlisi econòmica i l'anàlisi energètica en l'estudi del metabolisme urbà, compararem el model conceptual que ens ofereix la teoria de la Base Econòmica Urbana —que és, segurament, una de les explicacions més elaborades sobre els mecanismes econòmics que sustenten la ciutat i que ha donat lloc a una abundant literatura (Capel, 1974)—, amb algunes consideracions sobre el que hauria d'ésser una anàlisi del flux d'energia en el municipi.

La teoria de la Base Econòmica Urbana suposa que en tot municipi s'hi troben un conjunt d'empreses o activitats que exporten béns i serveis fora dels límits municipals, ja que no venen tota la seva producció a consumidors del propi municipi (p.e. una siderúrgia, una factoria d'automòbils, etc.). Des d'un punt de vista comercial, aquestes empreses, a través de la seva activitat exportadora, atreuen un flux de diners cap al municipi al qual pertanyen, per la qual cosa se les denomina activitats bàsiques, per distingir-les d'aquelles altres que, el producte de les quals és consumit pels ciutadans del propi municipi (bars, botigues de barri, etc.) i que, a més, sovint importen les mercaderies que ofereixen, per la qual cosa se les denomina activitats no bàsiques (Andrews, 1953). Des d'aquesta perspectiva, es considera que les activitats bàsiques constitueixen el motor econòmic del municipi i que el seu desenvolupament comporta el creixement municipal i, per això, l'objectiu dels treballs sobre la Base Econòmica Urbana, és el de determinar quines són les activitats bàsiques i no bàsiques presents en determinat municipi i quines són les conseqüències que se'n deriven de la particular correlació existent en cada cas concret.

L'altre postulat fonamental de la teoria de la Base Econòmica Urbana és el de que el municipi paga el flux de béns i serveis exportats; és a dir, que hi ha un equilibri (almenys a llarg termini) entre les entrades i les sortides, que es regula a través dels mecanismes de mercat.

No volem entrar aquí a discutir els diferents mètodes, ni les dificultats tècniques per distingir entre activitats bàsiques i no bàsiques (Andrews, 1953) (Leven, 1954), ni les unitats de mesura més adequades per valorar aquestes activitats (Andrews, 1954, Greenhut, 1959). Les qüestions que ens interessa tractar, (per contraposar-les a l'estudi del flux de recursos i energia que travessa el municipi) són l'equilibri entre els fluxes d'importació-exportació municipal i els mecanismes que possibiliten el creixement de la ciutat.

Cal, doncs, que formulem algunes propostes sobre l'anàlisi (en termes físics) del flux de recursos i energia que travessa la ciutat, per veure si la informació que n'obtenim coincideix o no amb la de la teoria de la Base Econòmica Urbana.

Per tal d'estudiar el flux de recursos i energia que travessa un municipi, ima-

ginarem un cas ben simple, com podria ser el d'una colònia tèxtil, en la qual l'activitat exportadora dominant (l'activitat bàsica) és la filatura de cotó, mentre que els serveis i el comerç presents a la petita colònia es limiten a satisfer les necessitats municipals. Vegem, en aquest cas, quines serien les entrades i sortides de recursos del municipi, ja sigui en forma de matèries primeres o de productes elaborats. La fàbrica importa el cotó, la maquinària, l'energia i exporta el fil. Els productes que importen el comerç i els serveis són consumits pels veïns de la colònia (aliments, mobles, combustibles per a la calefacció), per la qual cosa les sortides són nul·les. Així, doncs, les entrades de recursos i energia són múltiples, mentre que la sortida és única (el fil de cotó). En termes físics surt el mateix cotó que havia entrat (exceptuant-ne les pèrdues).

Podria considerar-se, però, que aquest cotó porta incorporat (*embodied*) el conjunt de recursos i l'energia necessaris per al funcionament de la fàbrica i el manteniment de la població de la colònia. Ara bé, l'energia incorporada al fil de cotó (*embodied energy*), no és una energia lliure, com la que entra en el procés de la filatura, capaç de produir treball. El metabolisme urbà implica un augment de l'entropia que, en conseqüència, exigeix l'entrada de nova energia per poder continuar el procés i, per tant, contràriament al que afirma Berry (1971, pp. 98-101), no es pot parlar d'equilibri energètic entre les entrades i les sortides. L'afirmació de Berry segons la qual «Un sistema de llocs centrals és un sistema obert. Les entrades d'energia provenen de les demandes dels consumidors, que constitueixen el 'medi ambient' del sistema. Les entrades es compensen amb les sortides del sistema, els béns i serveis subministrats als consumidors», és una proposta que cau en una concepció mecanicista del procés econòmic (basada en la primera llei de la termodinàmica), que no s'adona de la irreversibilitat dels processos físics (tal i com ens demostra la segona llei, precisament la de l'entropia).

A nivell general pot afirmar-se que no hi ha un equilibri, en termes físics, entre l'entrada i la sortida de recursos d'un municipi. Mentre que en els municipis miners o en els pobles agrícoles les sortides de recursos i d'energia són superiors a les entrades, en els municipis on dominen les activitats industrials o de serveis s'inverteixen els termes, amb un desequilibri de l'intercanvi a favor de les entrades.

Per contra, en l'anàlisi en termes monetaris, tenim que el valor del fil de cotó que el municipi exporta inclou, a més del valor dels inputs materials que han intervingut en la seva elaboració (energia, cotó, maquinària), el valor dels salaris i el benefici del capital, la qual cosa permet als treballadors i als empresaris consumir béns i serveis i mantenir la població no bàsica. Per tant, en termes monetaris, sí que hi ha un equilibri en el balanç de les entrades i les sortides de l'economia municipal.

La segona qüestió que ens interessa tractar és la que fa referència als mecanismes que possibiliten l'apropiació dels recursos i l'energia per part de les ciutats.

La teoria de la Base Econòmica Urbana considera que la ciutat pot importar allò que necessita, a partir del benefici que obté de les exportacions que fan les empreses bàsiques del municipi, establint-se un equilibri entre els costos de les importacions i els beneficis de les exportacions. Ara bé, tal com hem vist, en termes físics aquest equilibri no existeix, sinó que, per exemple, en els municipis industrials, bona part del flux que entra s'hi queda per satisfer les necessitats de la seva població i, per tant, el flux de sortida és inferior al d'entrada. D'altra banda, com pot deduir-se del treball d'en Ch. Leven (1954), només pot considerar-se realment com a bàsica aquella empresa que exporta productes elaborats a partir de recursos naturals propis del municipi en qüestió. Es a dir, que pel fet que una paperera exporti la seva producció fora del seu municipi, no la podem considerar una empresa bàsica si tota la polpa de paper, i l'energia que consumeix li vénen de fora del municipi, ja que en aquest cas només està re-exportant, prèvia transformació, uns recursos que no són del municipi.

A partir de la perspectiva que ens ofereix l'anàlisi bio-econòmica, que posa en evidència que no hi ha un equilibri físic entre les entrades i les sortides dels fluxes de recursos i energia, cal buscar quins són els mecanismes que permeten l'acumulació del consum per part de determinades unitats territorials, en detriment d'altres.

Els mecanismes d'apropiació del flux de recursos i energia varien en funció dels sistemes socio-econòmics i dels models tecnològics. En les societats agràries, en les quals l'agricultura és el mecanisme a través del qual l'home s'apropia del flux d'energia solar, les ciutats són fonamentalment el lloc de residència dels poderosos, que a través dels tributs s'apropien de l'excedent agrícola. No hi ha un intercanvi equilibrat de recursos i energia entre el camp i la ciutat (E. Boserup, 1981). Així, per exemple, a l'Edat Mitjana la ciutat rep del camp part de la collita, i la consumeix de dues formes: la primera, com a metabolisme de la ciutat (aliments i vestits per als seus habitants) i l'altre venent al camp part dels recursos rebuts, un cop transformats en béns i serveis. Així, doncs, només una part del flux d'entrada torna al camp i, per tant, no hi ha intercanvi, sinó, simplement, devolució de part d'allò rebut anteriorment.

En les societats capitalistes, els mecanismes d'apropiació del flux de recursos són molt més variats, i van des del simple expoli, com pot ser el cas dels trasvasaments d'aigües, a la concentració de les inversions públiques i a la política de preus.

El valor afegit als productes dels sectors industrials i de serveis és el mecanisme fonamental de concentració de riquesa a les ciutats, ja que el volum del valor afegit a determinada branca d'activitat no depèn de la seva aportació al procés productiu, sinó de factors polítics, institucionals, socials. No és un factor tècnic, sinó que depèn de les relacions socials existents, i, en cada cas concret, la relació de dominació derivada de les jerarquies territorials vigents en determinat moment històric desequilibra els fluxes físics a favor de les unitats territo-

rials dominants, en possibilitar un volum superior de valor afegit en els processos de treball que tenen lloc en aquestes unitats territorials.

Si l'estructura de les anàlisis en termes físics i en termes monetaris són coherents a nivell intern, però la informació que ens ofereixen és completament diferent, cal deduir-ne que analitzen diferents plans d'una mateixa realitat. Aquesta conclusió comporta l'afirmació de que no és possible analitzar la qüestió dels recursos naturals ni les relacions energia-territori amb els instruments de la teoria econòmica neoclàssica.

GEOGRAFIA DEL CONSUM FINAL DE L'ENERGIA

A través de l'estudi del flux de recursos i energia que travessa el municipi, hem pogut escatir l'existència de dues classes de flux. En primer lloc, els que travessen el municipi, però no hi moren i que a grans trets corresponen als fluxs que alimenten les activitats que la teoria de la Base Econòmica Urbana denomina bàsiques. En segon lloc, un tipus de flux quina finalitat és la de satisfer les demandes de la població. Podem distingir, per tant, entre un consum intermedi en els processos de producció i un consum final per al manteniment de la població.

La producció agrícola o la industrial no són un fi en sí mateixes, sinó que la seva raó d'ésser és la de satisfer les demandes de la població, i, per tant, és a la població a qui cal atribuir el consum final de tots els recursos i l'energia que entren en el procés productiu. Per tant, l'estudi del consum final de l'energia no ha d'incloure només l'energia utilitzada directament per la població, en la il·luminació o en la calefacció, com fan habitualment les estadístiques de «consums finals», sinó que ha d'incloure, també, el cost energètic de producció dels béns i serveis consumits.

La geografia de l'energia s'ha de dividir en dos grans blocs: un primer que podríem qualificar de geografia de la «producció» de l'energia, que inclou l'estudi de la localització de les fonts d'energia (conques mineres, camps de petroli) i els canals de distribució (oleoductes, línies d'alta tensió), i un segon bloc dedicat a la geografia del «consum» de l'energia, del que fins ara només se n'ha desenvolupat una part, la dels consums intermedis. La geografia del consum de l'energia s'ha limitat a l'estudi del consum energètic en les processos productius, però no s'ha elaborat una veritable geografia del consum final de l'energia.

Aquesta deficiència es deu, en part, a la pròpia estructura de les estadístiques disponibles, en les que es barreja el consum en les processos productius (agricultura, indústria, transports, etc.) amb el consum directe d'energia per part de la població (economies domèstiques). D'aquí que, de retruc, es confongui el consum directe d'energia en les economies domèstiques amb el consum final, per la qual cosa s'atribueix als sectors productius el noranta per cent del consum ener-

gètic (Centro de Estudios de la Energia, 1970), mentre que a les economies domèstiques se'ls imputa només l'energia consumida en il·luminació, calefacció, etc. sense tenir en compte l'energia que ha calgut consumir per produir les estufes, frigorífics, cotxes, que utilitzen aquesta energia i que són consumits per la demanda final.

La geografia del consum final d'energia –si es limita a la geografia dels consums en els processos productius– ens ofereix una imatge deformada de la realitat, tal com veurem en estudiar els consums d'energia en els diferents comunitats autònomes de l'estat espanyol. Per això ens cal construir una geografia del consum final de l'energia.

Per determinar el consum final d'energia en una regió, a més de l'energia consumida directament pels ciutadans, caldrà determinar quina ha estat l'energia necessària per a la producció de tots els béns i serveis que es consumeixen en l'esmentada regió; és a dir, que el consum final de l'energia ens vindrà donat pel volum d'energia necessària per al manteniment dels seus habitants.

El problema se centra ara en saber com podem avaluar el cost energètic del conjunt dels béns i serveis consumits per la població de determinada ciutat o regió. Forçosament, el volum del consum dependrà del poder adquisitiu de la població. La qüestió és, però, si existeix o no una estreta correlació entre el contingut en Kcal dels béns i serveis i el seu valor en termes monetaris, de manera que ens permeti derivar les magnituds energètiques directament dels valors econòmics.

Tal com es dedueix dels treballs d'en Chapman (1975) o d'en Costanza (1980), la relació entre el preu final de les mercaderies i el seu cost energètic de producció varia àmpliament d'uns sectors econòmics a d'altres. Per tant, en principi, no resulta vàlid el mètode utilitzat per Odum i els seus deixebles, consistent en calcular el contingut energètic d'una mercaderia concreta qualsevol, multiplicant el seu preu de venda al detall pel coeficient obtingut en dividir el valor total de l'energia primària consumida al país, pel valor del Producte Interior (coeficient $Kcal/P_i$), (M. T. Brown, 1980). Evidentment, els valors de l'equació de producció de determinat producte o servei no tenen perquè coincidir exactament amb els valors de l'equació de producció del conjunt del sistema econòmic que ha generat el conjunt del Producte Interior. Només en el cas que ens trobéssim davant d'una «mercaderia patró» sraffiana, seria correcte multiplicar el seu preu pel coeficient $Cal./P_i$, per tal de determinar-ne el seu cost energètic.

Com exposa P. Sraffa (1966), una «mercaderia patró», que tingui les mateixes característiques de composició que el conjunt del sistema econòmic, ha d'ésser una mercaderia composta, que només pot sorgir d'una combinació de mercaderies. En el nostre cas, donat que no estem treballant amb mercaderies simples, sinó que el que volem és comparar els consums energètics de grans agregats econòmics, estem comparant mercaderies compostes, el procés de

Si la valoració del nivell de consum d'energia d'una regió la determinen en funció del volum de renda, estarem adjudicant a cada regió el consum d'energia realment consumit per la seva població. Per una banda no només contabilitzarem l'energia consumida directament per les «economies domèstiques», sinó també haurem tingut en compte l'energia necessària per al manteniment dels edificis, els transports, la sanitat, la vestimenta, etc. consumits pel conjunt de ciutadans de la zona. Per altra banda, no haurem imputat incorrectament aquell volum d'energia que, si bé pot haver-se utilitzat en els sectors productius de la regió, en realitat ha servit per a l'elaboració de mercaderies que seran consumides en altres zones. Així, doncs, la geografia del consum final de l'energia, és, en realitat, la geografia del consum real de l'energia, mentre que la geografia dels consums intermedis amaga els fluxes d'energia de la perifèria cap als espais centralitzadors.

Aquesta nova proposta ens permet elaborar una geografia del consum final de l'energia a les diverses comunitats autònomes de l'estat espanyol i comparar-ne els resultats amb els de les estadístiques oficials de consums energètics. En la Taula I es mostren les dades corresponents a les estadístiques oficials de consums d'energia primària, consum «final» d'energia, percentatge de la renda de la comunitat autònoma respecte al conjunt de la renda de l'Estat, percentatge d'habitants, renda per capita, relació Tep./habitant, i la proporció Tep./milió d'ingressos de valor afegit net, de les diferents comunitats autònomes (J. Santamarta, 1980).

El cas de les comunitats d'Astúries i Madrid (1980) és un dels més il·lustratius pel que fa a la necessària distinció entre els consums intermedis en els processos productius i el consum final real. Astúries, amb el 3,03 per cent de la població de l'Estat, i amb el 2,91 per cent de la renda nacional, tenia un consum «final» equivalent al 8,48 per cent de l'Estat, mentre que Madrid, amb una població quatre cops superior (12,29%) i una renda equivalent al 17,09 per cent del conjunt del país, tenia un consum «final» d'energia igual al 9,56% del total estatal. És a dir que, segons aquestes dades, una comunitat amb una renda familiar disponible de 298.979 milions de pts. presenta un consum final d'energia del 8,48 per cent del total de l'Estat, mentre que una comunitat amb una renda disponible quasi cinc vegades superior (1.475.673 milions), té un volum de consum pràcticament igual.

Sembla clar que el consum de la indústria siderúrgica (ENSIDESA), que representa el 60 per cent del consum de la comunitat autònoma asturiana, no pot imputar-se com a consum real d'aquesta comunitat, ja que l'acer produït no el consumeix de cap manera aquest 3,03 per cent de la població de l'Estat, (que només disposa del 2,91 de la renda nacional per pagar-lo). Contràriament, el consum de la comunitat madrilenya, que quasi no té indústries intenses en energia, amb una estructura econòmica molt més terciaritzada, presenta en l'estadística oficial, un percentatge molt inferior al consum real de la comuni-

tat, fet que amaga els fluxes d'energia, que, en forma de béns i serveis produïts en d'altres zones, es consumeixen a Madrid.

Si comparem ara les dades de renda per càpita i el consum tep/habitant de la comunitat madrilenya, que presenta un dels valors més baixos, amb les dades corresponents a la província de Tarragona, que són les més altes de l'Estat, els resultats que obtenim ens permeten tornar a insistir en el fet de que agafar els valors del consums en els processos productius com a xifres de consum final d'energia en una regió ens amaga la geografia del cost energètic real, del manteniment de cada una de les comunitats. En aquest cas, mentre que a Tarragona se li adjudica un consum de 7,31 Tep/hab, Madrid representa que només consumeix 1,31 Tep per habitant, és a dir, un valor cinc cops inferior al de Tarragona, mentre que el nivell de renda per càpita és superior a la de Tarragona.

Fins ara hem analitzat els fluxes d'energia en el municipi i el consum final de l'energia en les comunitats autònomes de l'Estat espanyol, però ens manca analitzar les relacions entre el sistema energètic i la organització del territori. Per fer això ens cal tenir en compte dos tipus de paràmetres. D'una banda, el tipus d'energia que utilitza la societat que volem analitzar i, d'altra, la capacitat del seu sistema tecnològic per fer fluir aquesta energia a través del territori.

En una societat basada en el flux d'energia solar, que té com a principal característica la seva baixa potència per unitat de superfície, l'organització del territori, en principi, haurà d'ésser dispersa. En una societat que utilitza energies altament concentrades (carbó, petroli, nuclear), la possibilitat de concentració del consum en zones territorialment reduïdes serà molt superior. Ara bé, la força d'aquesta mena de determinisme energètic dependrà de la capacitat de transport disponible. Així, en una societat agrícola tradicional, on el flux d'energia solar es capta a través dels processos agraris, les possibilitats de concentració del consum variaran de forma substancial, depenent de si es tracta d'una zona terra endins, on la voluminosa collita s'ha de transportar amb carros, o d'una zona costanera o amb bones comunicacions fluvials, on és possible transportar fàcilment les collites a grans distàncies.

Pel que fa als sistemes energètics utilitzats per l'home, podríem distingir diversos models: el dels caçadors-recolectors, les societats agrícoles (aquí caldria distingir diversos sub-models), i les societats industrials, en les que, de moment, podem diferenciar la fase del carbó i la del petroli. En quant a la qüestió de la capacitat de transport, cal distingir entre diverses fases. Una primera, en la que només s'utilitza l'energia del cos humà; una segona, en la que s'introdueix l'energia animal en els transports terrestres i la força del vent a la navegació i, per últim, tenim la fase en la que, fonamentalment, s'utilitza l'energia dels combustibles fòssils, i que caldria dividir en dues sub-fases, donat que carbó i petroli van lligats a diferents tecnologies (ferrocarril-automòbil), amb un impacte territorial força diferent.

TAULA I.

Consum d'energia per comunitats autònomes.

	% Consum d'energia primària	% Consum «final» d'energia	% Renda de la comunit. sobre total de l'Estat	% Habitants	Renda per capita (en milers de ptes)	Tep/Habitants	Tep/milio d'ingressos (V.A.N.)
ANDALUCIA	11,94	11,70	12,29	16,73	225	1,29	5,83
ARAGON	3,62	3,65	3,39	3,19	332	2,08	6,41
ASTURIAS	7,41	8,48	2,91	3,03	302	4,58	15,28
BALEARS	1,45	1,63	2,08	1,81	381	1,47	4,16
CANARIAS	3,28	3,87	3,18	4,10	267	1,58	6,18
CAST.-LEON	6,35	7,06	5,86	6,50	264	1,71	6,50
CAST.-LA MANCHA	5,42	4,47	3,39	4,32	238	2,31	9,60
CATALUNYA	19,22	17,46	20,15	16,03	401	2,24	5,73
EXTREMADURA	1,00	1,14	1,73	2,77	187	0,66	3,46
GALICIA	6,84	6,23	6,02	7,37	250	1,73	6,82
LA RIOJA	0,54	0,61	0,74	0,67	344	1,48	4,38
MADRID	8,93	9,56	17,09	12,29	436	1,31	3,14
MURCIA	2,62	2,21	2,02	2,45	253	1,90	7,75
NAVARRA	1,75	1,85	1,45	1,33	335	2,39	7,24
P. VALENCIA	8,09	8,66	9,88	9,67	323	1,54	4,92
EUSKADI	9,14	8,79	6,40	5,86	252	2,90	8,57
CANTABRIA	2,21	2,34	1,42	1,36	327	3,01	9,32

Font: *Energia*, Papeles de Economía Española, 1983.

Centrant-nos en les relacions energia-territori, en les societats industrials, que es recolzen en els combustibles fòssils i fonamentalment en el petroli i que disposen d'una extraordinària capacitat per al transport de tot tipus de recursos i energia, crec que el model d'organització territorial es concreta en la contraposició entre uns espais que concentren el consum, i que, per això, podem denominar justament espais centrals o centralitzadors, i grans àrees de les que en surten els fluxes de recursos i energia que alimenten el metabolisme dels espais centralitzadors (i que, per tant, constitueixen les seves perifèries). És precisament a partir de la diferenciació entre els consums intermedis i el consum final de l'energia, i de la constatació de què no hi ha una correspondència territorial en el volum del consum d'energia en aquestes dues fases, que podem demostrar l'existència dels fluxes centre-perifèria.

Els espais centralitzadors i les seves perifèries, lligats per unes relacions estructurals de dominació-dependència, que en el cas que ens ocupa es concreten en uns fluxes de recursos i energia, constitueixen els dos subsistemes de les unitats territorials que cal definir per a l'estudi de les relacions energia-territori. En aquest sentit cal afirmar que l'ús de les comunitats autònomes de l'Estat espanyol per a l'estudi de la geografia del consum final de l'energia, si bé ens ha servit per mostrar algunes de les contradiccions de les estadístiques energètiques disponibles, no ens serveix per a l'estudi de les relacions energia-territori a nivell estatal, sinó que per això ens caldria definir quins són els espais centralitzadors i quines les àrees perifèriques, i a ben segur que ni uns ni altres coincideixen amb els límits d'unes regions històriques, establerts quan l'economia es basava en el flux d'energia solar recollit en els processos agrícoles i el transport interior depenia de la tracció animal.

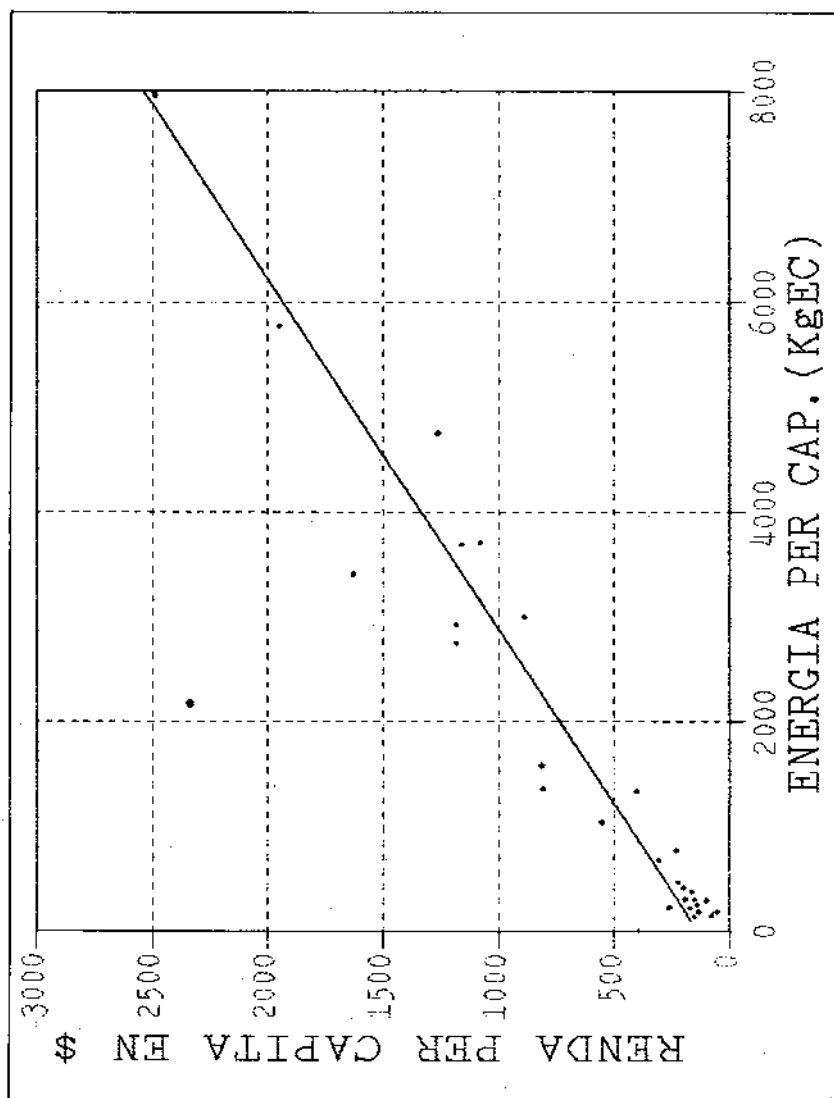
LA GEOGRAFIA INTERNACIONAL DEL CONSUM FINAL DE L'ENERGIA

Aplicant a nivell internacional el mateix esquema que hem utilitzat per al càlcul del consum final de l'energia de les regions d'un Estat, tenim que, a partir del nivell de renda per capita, hauriem de poder calcular el consum final d'energia per capita. Per veure si això és correcte, hem correlacionat aquestes dues dades per a un conjunt de vint-i-vuit països per als anys 1960, 1970 i 1980. El valor obtingut com a coeficient de correlació ha estat realment alt: 0,96 per a 1960, 0,97 per a 1970, i 0,92 per a 1980. Ara bé, tal com es pot veure als gràfics I, II i III, a pesar de l'elevat grau de correlació, en alguns casos hi ha una desviació important respecte de la recta de regressió, la qual posa en evidència l'existència d'alguns factors que a nivell internacional afecten a la relació entre les dues variables que estem considerant.

Gràfic I

Regressió lineal energia/renda 1960. $r=0,96$ $y=136,88+0,30x$

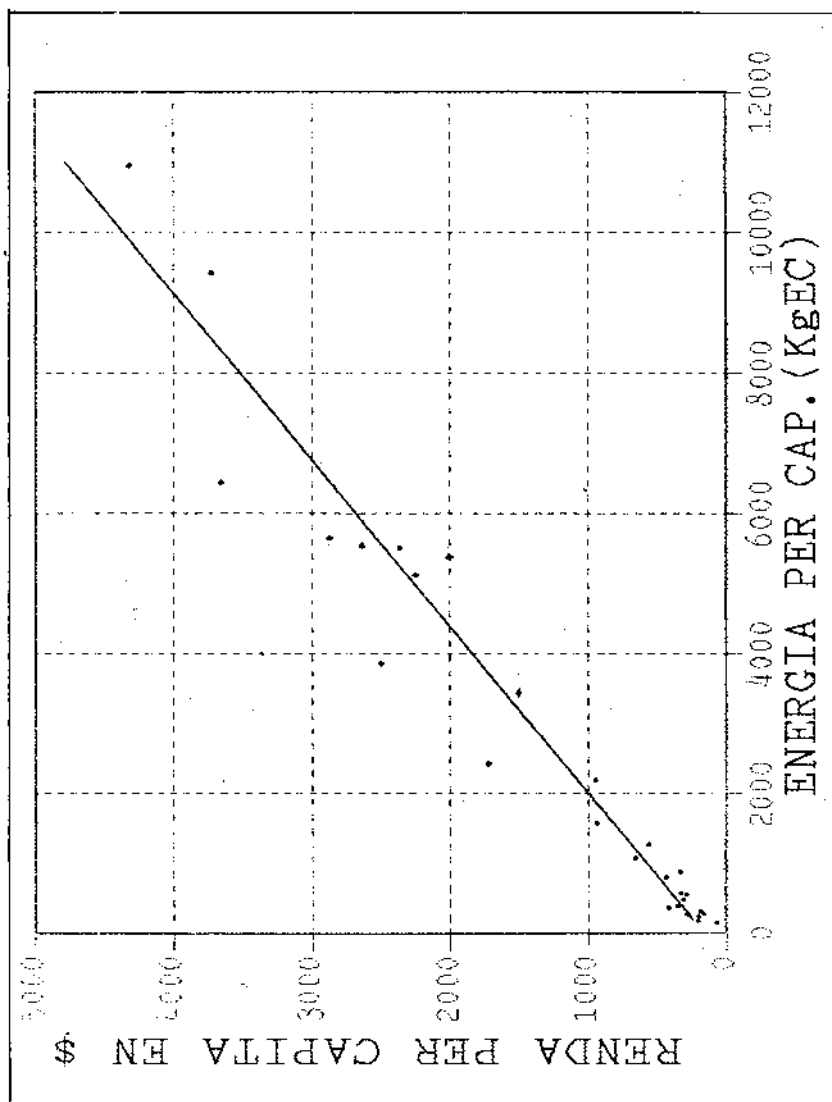
(Elaboració pròpia a partir de les dades de la O.N.U. 1977)



Gràfic II

Regressió lineal energia renda 1970. $r=0,97$ $y=161,8+0,42x$

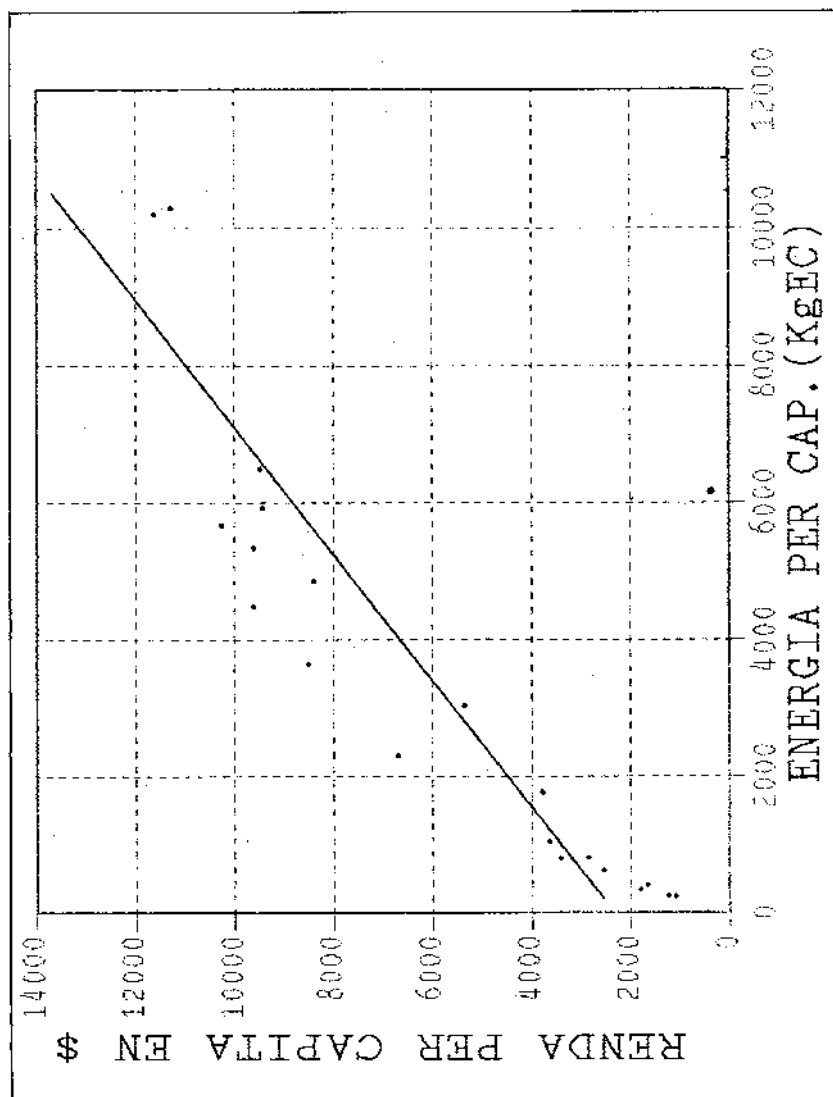
(Elaboració pròpia a partir de les dades de la O.N.U. 1977)



Gràfic III

Regressió lineal energia/renda 1980. $r=0,92$ $y=2.341,03+1,08x$

(Elaboració pròpia a partir de les dades de la O.N.U., 1986)



En la taula II hi trobem les dades sobre consums d'energia per capita (en Kg d'equivalent carbó) i de renda per capita en dòlars, en els anys 1960, 1970 i 1980. A partir d'aquestes dades s'han calculat les ràtios energia/renda per als diferents països, per tal de posar en evidència les diferències existents. Així, mentre que el 1960 la ràtio promig és de 2,21, podem trobar valors de 3,42 (Bèlgica) i 3,85 (Anglaterra) per la banda alta i de 0,93 (Argèlia) i 0,90 (Filipines) pel costat baix. El mateix passa amb les ràtios corresponents a 1970, en què, tinguent una ràtio promig de 1,91, trobem valors que van des de 3,24 (Iran) o 2,63 (Anglaterra), a valors de 1 (Brasil) o 0,82 (Marroc). Pel que fa a les dades del 1980, amb una ràtio promig de 0,46 els valors extrems oscil·len entre 0,91 (Estats Units) i 0,2 (Filipines).

Les desviacions apuntades són realment importants, ja que, si ens fixem en els casos extrems de 1970, tenim, per exemple, que en el bloc dels països desenvolupats, un ciutadà anglès consumia 5.336 Kg. d'E.C./any (Equivalent Carbó/any), mentre que, d'acord amb la ràtio promig, li hauria correspost només un consum de 3.881 KgEC. Per contra, un israelita que consumia 2.561 KgEC, d'acord amb la ràtio promig hauria hagut de disposar de 3.262 KgEC. Paral·lèlament, en el bloc dels països subdesenvolupats, els iranians consumien 1.020 KgEC, mentre que d'acord amb la seva renda per capita i la ràtio energia/renda promig, els hagués correspost només un consum de 601 KgEC. Contràriament, els marroquins, que tenien un consum de 180 KgEC, haurien hagut de gaudir d'un consum de 418 KgEC. Diferències similars podem trobar en les dades de 1960 o 1980. Aquestes desviacions respecte de la recta de regressió posen en evidència que, a nivell internacional, hi ha un conjunt de factors que interfereixen la relació energia/renda. Entre aquests factors caldria destacar que no hi ha un únic mercat mundial dels productes energètics i que l'estructura del consum energètic varia d'uns països als altres.

A diferència del mercat d'àmbit estatal, on, normalment, els preus de l'energia són uniformes per a totes les regions, a nivell internacional el cost de l'energia varia d'uns països a d'altres. Hi ha països productors d'energia i d'altres sense jaciments. D'altra banda, factors polítics i econòmics influeixen sobre el preu que els Estats han de pagar per importar els recursos energètics.

Les estadístiques energètiques que estem utilitzant fan referència al conjunt de l'energia primària comercial que entra en el sistema productiu dels diferents Estats i, per tant, aquest consum d'energia, que abans hem definit com a consum intermedi, serà equivalent al volum d'energia que arriba al consum final del conjunt de la població d'un Estat, sempre i quan hi hagi un equilibri en el balanç energètic de les importacions-exportacions del país. Ara bé, això no sempre és així, sinó que, en determinats casos, els desequilibris en el contingut energètic de les importacions i exportacions d'un país (que no tenen res a veure amb l'equilibri de la balança comercial) poden modificar de forma significativa el nivell del consum final d'energia. B. Hannon (1981) ha assenyalat, per exem-

TAULA II.

Consum d'energia comercial per capita i renda per capita (anys 1960; 1970 i 1980). Elaboració pròpia a partir de les dades de l'O.N.U. - 1977 i O.N.U. -1986.

PAÏSOS	1 Energia per capita (1960) en Kg.E.C.	2 Renda per capita (\$) 1960	3 1/2	4 Energia per capita (1970) en Kg.E.C.	5 Renda per capita (\$) 1970	6 4/5	7 Energia per capita 1980 Kg.E.C.	8 Renda per capita (\$) 1980	9 7/8
U.S.A.	8.172	2.502	3,27	11.020	4.285	2,57	10.468	11.447	0,91
CANADA	5.750	1.909	3,01	8.708	3.366	2,59	10.437	11.615	0,9
ANGLATERRA	4.861	1.261	3,85	5.336	2.032	2,63	4.873	8.253	0,59
ALEMANYA	3.695	1.222	3,02	5.419	2.748	1,97	5.827	10.200	0,57
FRANÇA	2.474	1.202	2,06	3.956	2.505	1,58	4.498	9.780	0,46
HOLANDA	2.504	880	2,85	4.943	2.232	2,21	6.544	9.316	0,7
BÈLGICA	3.851	1.126	3,42	5.555	2.417	2,30	5.990	9.436	0,63
SUÛCIA	3.572	1.678	2,13	6.430	3.719	1,73	-	-	-
DINAMARCA	2.830	1.191	2,38	5.723	2.898	1,97	5.194	9.831	0,53
JAPÓ	1.171	417	2,81	3.342	1.642	2,04	3.665	8.414	0,44
ISRAEL	1.270	857	1,48	2.561	1.708	1,50	2.273	6.800	0,33
EGIPTE	298	123	2,42	275	210	1,31	-	-	-
MARROC	148	155	0,95	180	219	0,82	320	1.200	0,27
ARGELIA	252	272	0,93	342	291	1,18	-	-	-
MEXIC	770	307	5,51	1.407	610	2,31	-	-	-
ARGENTINA	1.129	588	1,92	1.703	984	1,73	1.740	3.843	0,45
BOLÍVIA	147	89	1,65	299	175	1,71	412	1.632	0,25
BRASIL	332	233	1,42	474	472	1,00	761	3.349	0,23
XILE	845	228	3,71	1.299	659	1,97	1.025	3.650	0,28
COLÒMBIA	491	224	2,19	606	310	1,95	835	2.838	0,29
PERÚ	445	191	2,33	619	326	1,90	691	2.508	0,28
VENEÇUELA	1.694	859	1,97	2.319	936	2,48	3.153	5.432	0,58
IRAN	270	176	1,53	1.020	315	3,24	-	-	-
IRAK	487	198	2,46	633	300	2,11	-	-	-
ARÀBIA SAUDI.	267	190	1,41	845	495	1,71	-	-	-
TURQUIA	245	178	1,38	479	350	1,37	-	-	-
INDIA	142	69	2,06	181	94	1,93	202	570	0,35
FILIPINES	147	163	0,9	301	172	1,75	346	1.740	0,2

ple, que en el període 1963-1980, mentre el cost energètic de producció dels productes exportats pels Estats Units disminuïa, el cost energètic de producció dels béns importats augmentava de forma considerable, de manera que una creixent fracció del consum d'energia als U.S.A. era energia incorporada a l'estranger, en els processos productius dels productes importats.

L'estructura del consum d'energia pròpia de cada país, amb uns percentatges de carbó, petroli, hidroelectricitat i diferents en cada cas, dóna lloc a una equació de producció amb característiques particulars (a diferència del que passa a nivell intern d'un Estat), cosa que contribueix igualment a modificar el coeficient energia/renda. En aquest sentit, alguns autors han intentat subsanar aquest desajust atribuint diferents coeficients d'eficiència en l'ús final de l'energia a cadascun dels productes energètics (L. G. Brookes, 1972).

Així, doncs, a nivell internacional, podem dir que l'elevat coeficient de correlació lineal que hi ha entre les dades dels consums d'energia per capita i de renda per capita ens permet una certa aproximació a l'estudi de la geografia del consum final de l'energia, però cal tenir en compte que hi ha un seguit de factors que poden modificar significativament aquesta correlació.

Desembre 1987

BIBLIOGRAFIA

- ANDREWS, R.B. (1953), *Mechanics of the Urban Economic Base; historical development of the base concept*. Land Economics, pp. 161-167.
- ANDREWS, R.B. (1953), *Mechanics of the Urban Economic Base; a classification of economic types*. Land Economics, pp. 343-350
- ANDREWS, R.B. (1954), *Mechanics of the Urban Economic Base; the problem of the base measurement*. Land Economics, pp.52-60
- BERRY, B. (1971), *Geografía de los centros de mercado y distribución al por menor*. Vicens Vives, Barcelona.
- BOSERUP, E. (1981), *Population and Technology*, Basil Blackwell, Oxford.
- BROOKES, G.L. (1972), *Energy and economic growth*, Atom, núm. 183.
- BROWN, M.T. (1980), *Energy basis for hierarchies in urban and regional landscapes*. Tesis Doctoral, Universitat de Florida, (fotocopiada).
- CAPEL, H. (1974), *El modelo de la base económica urbana*. Estudios sobre el sistema urbano. Edicions Universitat de Barcelona.
- CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGIA (1979), *Situación energética en la industria (síntesis)*. Ministerio de Industria y Energía, Madrid.
- COSTANZA, R. (1980), *Embodied energy and economic valuation*. Science, Desembre, vol. 210, núm. 4475.
- CHAPMAN i altres (1975), *Energy analysis of the «report on the census of production 1968»*. Open University of Milton Keynes.
- GEORGESCU-ROEGEN (1978), *De la Science économique a la bioéconomie*. Revue d'économie politique, maig-juny.
- GREENHUT, M.L. (1959), *Comments on Economic Base Theory*, Land Economics, febrer.
- HANNON, P. (1981), *Analysis of the energy cost of economic activities: 1963 to 2000*, Energy Research Group, University of Illinois, Urbana, (fotocòpies).
- LEVEN, Ch. (1954), *An appropriate unit for measuring the urban economic base*. Land Economics, pp. 369-371.
- O.N.U. (1978), *Statistical Yearbook 1977*, N. York.
- O.N.U. (1986), *Statistical Yearbook 1983-84*, N. York.
- RAUMOLIN, J. (1984), *L'homme et la destruction des ressources naturelles: la Raubwirtschaft au tournant du siècle*, Annales E.S.C., juliol-agost.
- SANTAMARTA, J. (1980), *Balances energéticos regionales de España en 1980*, Energía, Papeles de Economía Española, Madrid.
- SRAFFA, P. (1966), *Producción de mercancías por medio de mercancías*. Oikos-Tau, Barcelona.