



**UNIVERSIDAD DE CHILE
VICERRECTORIA DE ASUNTOS ACADEMICOS
DEPARTAMENTO DE POSGRADO Y POSTITULO
PROGRAMA INTERFACULTADES**

**RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y ORGANIZACIÓN
DE LOS FLUJOS DE COMBUSTIBLES FÓSILES: UNA
APROXIMACIÓN ECOSISTÉMICA**

Análisis para la ciudad de Santiago

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN GESTION Y
PLANIFICACION AMBIENTAL**

MAX RODRIGO LASCANO VACA

DIRECTOR DE TESIS: DR. ITALO SEREY ESTAY

SANTIAGO - CHILE

2002

UNIVERSIDAD DE CHILE
VICERRECTORIA DE ASUNTOS ACADÉMICOS
DEPARTAMENTO DE POSGRADO Y POSTÍTULO
PROGRAMA INTERFACULTADES

RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD ECONÓMICA Y ORGANIZACIÓN
DE LOS FLUJOS DE COMBUSTIBLES FÓSILES: UNA APROXIMACIÓN ECOSISTÉMICA

Análisis para la ciudad de Santiago

MAX RODRIGO LASCANO VACA

Calificaciones

Director de Tesis:

Dr. Italo Serey

.....

Comisión de Evaluación de Tesis:

Presidenta

Dra. Carmen Luz de la Maza

.....

Profesores

Dr. Manuel Arroyo

.....

Dr. Eugenio Figueroa

.....

SANTIAGO - CHILE
2002

Dedicatoria:

A la sonrisa de mi pequeño Alex,
al amor que comparte conmigo Pamela,
al respaldo y preocupación de mi hermana Yazmina,
al eterno amor y esfuerzo de mis padres Rodrigo y Mercedes,
a mis demás hermanos y a Dios a quien todo debo.

*En mi mundo cuando se corre, se cambia de lugar-
explica Alicia, a lo cual la reina exclama:
- ¡Vuestro país es muy lento!
Aquí, como ves,
hay que correr lo más rápido posible
para permanecer en el mismo lugar"*
(Alicia en el país de las Maravillas)
Lewis Carroll

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis muy sinceros agradecimientos a mi director de tesis, Dr. Italo Serey, por el generoso tiempo que dedicó a esta investigación, por su respaldo en el desarrollo de las ideas aparentemente irreverentes que se dan lugar en esta tesis y por su predisposición siempre amena a entablar espacios de discusión, que me permitieron desarrollar una visión más amplia sobre la forma de abordar los procesos de investigación ambiental.

Agradezco también las observaciones realizadas por la comisión de evaluación, profesores: Carmen Luz de la Maza, Manuel Arroyo y Eugenio Figueroa, pues fortalecieron mi proceso de aprendizaje y contribuyeron a que el documento alcance un mejor estado de desarrollo. Así como, las realizadas por Ana María Ruz que también contribuyeron para poner a punto a la tesis.

A todos los profesores del Programa, representados en su coordinador el profesor Hugo Romero, quienes al compartir sus conocimientos y experiencias han contribuido en mi desarrollo profesional.

Un profundo agradecimiento a Marcela Lagos, Alexia Pereira y Marcia Calfucoy, quienes más allá de sus deberes institucionales, me brindaron su apoyo y amistad a lo largo de mi permanencia en el Programa y en el desarrollo de esta tesis.

Mi reconocimiento al Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo y Becas –IECE– por el financiamiento parcial del Magister y al Departamento de Posgrado y Postítulo de la Universidad de Chile por la beca que financió parcialmente el desarrollo de la tesis.

Finalmente, mi gratitud a mis compañeros de promoción: Cristian, Susana, Alicia, Luis, Michael, José y Rubén, por su amistad durante los cuatro semestres de estudio.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
ABREVIATURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCION	
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Marco Teórico	3
1.2.1 Los Sistemas, los Ecosistemas y la Ciudad.....	3
1.2.2 La Ciudad como Sistema Energético.....	5
1.2.3 Energía en los Ecosistemas.....	7
1.2.4 Concepto de Organización, Ascendencia y Desarrollo de Ecosistemas.....	9
1.2.5 Crecimiento Económico y el Consumo de Combustibles	11
1.3 Hipótesis.....	14
1.4 Objetivos.....	15
1.4.1 Objetivo General.....	15
1.4.2 Objetivos Específicos.....	15
2. METODOLOGIA	
2.1 El Modelo del Ecosistema.....	16
2.2 Definición de los Componentes.....	16
2.3 Métodos.....	20
2.3.1 Cálculo de la Ascendencia.....	20
2.3.2 Fuentes de información.....	22

	Página
2.3.3 Grupo de Combustibles	23
2.3.4 Métodos Estadísticos.....	24
3. RESULTADOS	
3.1 Estructura del Ecosistema.....	26
3.1.1 Componentes del ecosistema período 1990-1993.....	26
3.1.2 Relaciones entre componentes período 1990-1993.....	27
3.1.3 Componentes del ecosistema período 1997-1998.....	32
3.1.4 Relaciones entre componentes período 1997-1998.....	33
3.2. Organización de los Flujos de Combustibles Grupo A, 1990-93/1997-98	38
3.2.1 Período 1990-1991.....	41
3.2.2 Período 1991-1992.....	42
3.2.3 Período 1992-1993.....	43
3.2.4 Período 1997-1998.....	44
3.3 Organización de los Flujos de Combustibles Grupo B, 1997-98.....	45
3.4 Relación entre Actividad Económica y Organización del Sistema	47
3.4.1 Evolución del Sistema Económico Período 1990-1998.....	47
3.4.2 Análisis Estadístico.....	49
4. DISCUSION	
4.1 Cambios Temporales en la Organización.....	52
4.2 Crecimiento Económico y Organización del Sistema.....	53
4.3 Limitaciones a la Aproximación Utilizada.....	55
4.4 Implicancias Teóricas.....	56
4.5 Aporte para la Gestión Ambiental.....	57
5. CONCLUSIONES	59
6. BIBLIOGRAFIA	61

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Ecosistemas heterótrofos. Ciudad de la naturaleza / Ciudad Industrializada.....	4
Figura 2: Flujos Físicos y Monetarios en el Sistema Económico.....	12
Figura 3: Modelo Flujos de Combustibles Fósiles en la Ciudad de Santiago.....	19
Figura 4: Diagrama Esquemática de un Componente del Sistema.....	20
Figura 5: Estructura del Sistema Período 1990-1993.....	28
Figura 6: Flujos de Entrada y Salida Componente COPEC Año 1990.....	29
Figura 7: Flujos de Entrada y Salida Componente ABASTIBLE Año 1990	30
Figura 8: Flujos de Entrada y Salida Componente TRANSPORTE Año 1993.....	31
Figura 9: Input de Energía al Sistema Período 1990-1993.....	32
Figura 10: Estructura del Sistema Período 1997-1998.....	34
Figura 11: Comparación de la Entrada de Combustibles al Sistema entre 1990 y 1998.....	37
Figura 12: Variación Anual de la Exportación, Disipación y Redundancia para los Combustibles Grupo A.....	41
Figura 13: Relación entre PIB y Ascendencia.....	50
Figura 14: Relación entre PIB y Overhead.....	50

INDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 1: Flujos de Entrada y Salida Componente EMALCO 1997-1998.....	35
Tabla 2: Flujos de Entrada y Salida COPEC, METROGAS, RENCA 1997-98.....	36
Tabla 3: Resultados sobre la Organización de los Flujos de Combustibles Grupo A (1990-1993 / 1997-1998).....	38
Tabla 4: Variación Anual en los Componentes de Ascendencia.....	39
Tabla 5: Composición Porcentual del Overhead Combustibles Grupo A.....	40
Tabla 6: Resultados sobre la Organización de los Flujos de Combustibles Grupo B (1997-1998).....	45
Tabla 7: Comparación Resultados Organización de los Flujos Combustible Grupo A y B.....	46
Tabla 8: Producto Interno Bruto de la Región Metropolitana. Período 1990-1998	47
Tabla 9: Participación de la RM en el PIB años 1990-1997 Según Actividad Económica.....	48
Tabla 10: Correlación entre PIB–Ascendencia y sus Componentes	49

INDICE DE ANEXOS

	Pág
Anexo 1: Datos Estadísticos para la Región Metropolitana.....	67
Anexo 2: Flujos de Entrada y Salida de los Componentes Período 1990-1993.....	74
Anexo 3: Flujos de Entrada y Salida de los Componentes Período 1997-1998 Grupos de Combustibles A y B.....	77
Anexo 4: Resultados sobre Capacidad, Exportación, Disipación y Redundancia para los Flujos de Combustibles Grupo A.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Ascendencia
APEX	Apex Petroleum S. A.
C	Capacidad
CNE	Comisión Nacional de Energía
COPEC	Compañía de Petróleos de Chile S.A.
COPURES	Sector Comercio, Público y Residencial
D	Disipación
E	Exportación
EMALCO	Empresa de Almacenamiento de Combustibles
ENAP	Empresa Nacional del Petróleo
ESSO	Esso Chile Petrolera Ltda.
GASCO	Compañía de Consumidores de Gas de Santiago
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GN	Gas Natural
GNC	Gas Natural Comprimido
MCO	Método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios
O	Overhead
PIB	Producto Interno Bruto
R	Redundancia
RM	Región Metropolitana
SEC	Superintendencia de Electricidad y Combustibles
SIC	Sistema Interconectado de Energía Eléctrica
SHELL	Shell Chile S.A. C. e I.
SONACOL	Sociedad Nacional de Oleoductos
TEXACO	Texaco Chile S.A. C.
YPF	Petróleo Trasandino YPF S.A.

RESUMEN

En el futuro de acuerdo a las elevadas tasas de crecimiento económico que Chile espera mantener (5–7% PIB anual), se prevé que la demanda de energía mantendrá la dinámica mostrada en los años pasados –de la cual el petróleo representa el 40%–. Lo que hace válido cuestionarse, entre otros asuntos, sobre los impactos que el uso de la energía tendrá sobre el medio ambiente, los ecosistemas y la calidad de vida de la población.

Esta tesis persigue determinar como las propiedades sistémicas de las ciudades cambian cuando se produce aumentos en la actividad económica, tomando como variable de estado los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que fluyen por la ciudad.

Para cumplir el objetivo de la Tesis, se utilizó el indicador ecosistémico Ascendencia. Indicador que mide el estado de organización de un ecosistema y que está calculado en función de los flujos de entrada y salida de la materia o energía en un ecosistema. Siendo precisamente esta característica de medir flujos lo que hace posible utilizarlo como un indicador de la organización de los flujos de combustibles en un sistema urbano.

La investigación consistió en calcular la Ascendencia para los flujos de combustibles en la ciudad de Santiago y posteriormente correlacionar los resultados con el PIB regional. Para de esta manera determinar la relación que existe entre crecimiento económico y la organización del sistema.

Los resultados de la investigación indican que existe una relación negativa entre PIB y Ascendencia. Esto significa que al contrario de lo que sucede en los sistemas naturales, donde mayores flujos de energía suelen estar acompañados de un mayor nivel de organización, lo que se refleja en un mayor valor de Ascendencia. En los sistemas más intervenidos, como las ciudades, el mayor flujo de energía, derivado del crecimiento del PIB, ocasiona un nivel más bajo en la organización del sistema.

Una de las explicaciones para este hecho se encuentra en un resultado que se ha obtenido de esta misma investigación y que consiste en la relación positiva encontrada entre PIB y Overhead. Siendo Overhead, un componente de la Ascendencia que hace

referencia a los costos físicos de mantención del sistema, que se compone de los flujos de: disipación, exportación y redundancia. Así, mientras en un sistema natural el Overhead tiende a minimizarse, en el sistema urbano tiende a incrementarse debido al crecimiento económico. De acuerdo a los resultados obtenidos el incremento del Overhead se debe principalmente al incremento de los flujos disipativos. Esto se entiende debido a que los combustibles que ingresan a la ciudad son finalmente utilizados y quemados por los distintos usuarios (sectores: residencial, industrial, transporte, comercial y público).

El incremento del flujo de disipación se refleja en los fenómenos de contaminación que sufre la ciudad de Santiago y que han sido ampliamente demostrados, como por ejemplo: isla de calor, polución, aguas residuales tóxicas, etc. Pues estos fenómenos están asociados al consumo directo (transporte) o indirecto (en procesos de transformación) de combustibles.

No obstante, existen otros hechos que explican el menor valor de Ascendencia. Así de acuerdo a la teoría de ecosistemas los cambios en Ascendencia no suceden únicamente por cambios en los flujos sino que también pueden sucederse por cambios en la estructura. Respecto a esto la investigación verificó que durante el período analizado (1990-1993; 1997-1998) se produjo un aumento en el número de componentes y en el número de interrelaciones entre los componentes. Lo que produce una disminución de los flujos por componente y por tanto una disminución de la Ascendencia del sistema.

Finalmente, las principales conclusiones e implicancias que se obtienen de esta Tesis son las siguientes: i) La investigación es un aporte para disciplinas como la economía ecológica, que persiguen establecer mayores relaciones y conocimientos entre las teorías físicas y naturales con las ciencias económicas. En especial, permite contar con una investigación que abre una puerta de discusión entre la organización de sistemas, el crecimiento económico y el consumo de energía; y, ii) la investigación es una contribución para la consolidación de la Teoría General de Sistemas, pues para éstos aspectos de la organización de los sistemas no eran fáciles de someterlos a análisis e interpretación cuantitativa y la Tesis ha demostrado que una herramienta (Ascendencia) de origen disciplinario es posible utilizarla con éxito para un fin interdisciplinario.

ABSTRACT

In the future according to the elevated rates of economic growth that Chile hopes to maintain (5,7% the annual GNP), it is anticipated that the demand of energy will maintain the dynamics shown in the last years (petroleum represents 40%). This justifies the interrogations one could have on, among other subjects, the impacts that the use of the energy will have on the environment, the ecosystems and the quality of life of the population.

This Thesis aims at determining how the system properties of the cities change in cases of increases in the economic activity, taking like state variable the liquid and gaseous fossil fuels that flow throughout the city.

In order to fulfill the objective of the Thesis, the ecosystem indicator used was Ascendency. This is an Indicator that measures the state of organization of an ecosystem and that is calculated based on the inputs and outputs of matter or energy in an ecosystem. Since this measures flows, it is possible to use it as an indicator of the organization of the fuel flows in an urban system.

The investigation consisted of calculating the Ascendency for the fuel flows in the city of Santiago and later to correlate the results with the regional GNP. Thus, the relation that exists between economic growth and the organization of the system will be determined.

The results of the investigation indicate that a negative relation between the GNP and Ascendency exists. This means that unlike what is expected to happen in the natural systems, where greater flows of energy usually are accompanied of a greater level of organization, and which is reflected in a greater value of Ascendency. In systems such as cities, the greater flows of energy, derivative of the growth of the GNP, cause a lower level in the organization of the system.

One of the explanations for this fact is in a result that was obtained from the same investigation and which consists of a positive relation between the GNP and Overhead. Overhead, as it is understood here, is a component of the Ascendency that makes

reference to the physical costs of support of the system, that is made up of the flows of: dissipation, export and redundancy. Thus, while in a natural system the Overhead tends to diminish, in the urban system it tends to increase with economic growth. According to the obtained results the increase of the Overhead is mainly attributable to the increase of the dissipative flows mainly. This is understandable since the fuels that enter the city finally are used and burned by the different users (sectors: residential, industrial, transport, commercial and public).

The increase of the dissipation flow is reflected in the contamination phenomena that undergoes the city of Santiago and has been widely demonstrated, like for example: urban heat islands, pollution, residual waters, etc. Then these phenomena are associated to the either direct (transport) or indirect (in transformation processes) fuels consumption.

However, other facts exist that explain the smaller value of Ascendency. Thus, according to the theory of ecosystems, the changes in Ascendency do not happen solely by changes in the flows but they also can follow one another by changes in the system's structure. The investigation verified that during the analyzed period (1990-1993; 1997-1998) increases took place in the number of components and the number of interrelations between the components. This produces a diminution of the component flows and therefore a diminution of the Ascendency of the system.

Finally, the main conclusions that are obtained from this Thesis are the following ones: i) The investigation is a contribution for disciplines like the ecological economics, that want to establish greater relations and knowledge between the physical and natural theories and economic sciences. In a special way, it allows us to count on an investigation that opens a door to discussion between the organization of systems, the economic growth and the consumption of energy; and, ii) The investigation is a contribution for the consolidation of the General Theory of Systems, because aspects like the organization of the systems are not so easy to put under analysis and quantitative interpretation and the Thesis has demonstrated that a tool (Ascendency) of disciplinary origin can be used for an interdisciplinary purpose.

CAPITULO PRIMERO

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Considerando el avance que la Teoría de Ecosistemas ha tenido desde que Tansley definió el concepto de ecosistema en 1935, un problema fundamental para resolver la actual crisis de las ciudades es entender la dicotomía existente entre las políticas de gestión y las respuestas sistémicas que las ciudades generan cuando se las entiende como ecosistemas (Bettini, 1998).

Esto debido a que de acuerdo a Odum (1980) el ser humano parece ignorar que los principios que rigen para sistemas naturales más sencillos, rigen también para sistemas como las ciudades, especialmente en lo relacionado al uso intensivo de la energía, el mismo debería considerar y responder a un presupuesto energético global más acorde a un sistema natural próspero.

Sin embargo, relativamente pocas personas estuvieron interesadas en comprender la importancia global que la energía tiene en las economías modernas y como éstas se relacionan con los ecosistemas. Problemática que ya había sido planteada en las décadas de los cincuenta, sesenta y setenta por varios autores como los hermanos Odum, Hall, Cleveland, Kaufman, entre otros (Costanza, 1997).

No obstante, a partir de la crisis del petróleo de 1973, el tema energético toma interés para el público en general y se constata que para la mayoría de países industrializados –y para los centros urbanos de los países en vías de desarrollo– los combustibles fósiles son la principal fuente de energía que ayuda a promover el crecimiento económico y permite el acceso a los otros recursos naturales. Por lo que cuando sube el precio del petróleo, también se eleva el de los otros energéticos y el de la mayoría de cosas que utiliza la gente (Miller, 1994).

En la actualidad, pese al mayor interés en reducir la dependencia al petróleo, la economía mundial continúa siendo altamente dependiente de este recurso, el cual forma parte del consumo intermedio de prácticamente toda actividad económica (Maldonado, 1996). Así por ejemplo, en EEUU –el mayor consumidor de combustibles fósiles del mundo (Banco Mundial, 2000)– sólo la industria asociada al automóvil aporta aproximadamente el 20% del Producto Interno Bruto –PIB– (Miller, 1994).

En el futuro, de acuerdo al crecimiento económico que Chile espera mantener (5–7% PIB anual), se prevé que la demanda de energía mantendrá la dinámica mostrada en años pasados –de la cual el petróleo representa el 40% del consumo total–. Por lo que resulta válido cuestionarse, entre otros asuntos, sobre los impactos que el uso de la energía tendrá sobre el medio ambiente (los ecosistemas) y en la calidad de vida de la población (Maldonado, 1996).

Tales preocupaciones toman mayor importancia al reflexionar sobre la sostenibilidad y replicabilidad de los actuales patrones de desarrollo que fomentan un continuo crecimiento económico, los cuales derivan en mayores y continuos flujos de energía. Por lo que resulta válido analizar cómo la biosfera, con reservas finitas de recursos fósiles y con límites para el depósito de contaminantes, va a reaccionar o está reaccionando ante la presión que se ejerce desde el subsistema económico. Así también, a un nivel más local resulta de interés analizar como las propiedades sistémicas de las ciudades cambian cuando se produce aumentos en la actividad económica que en ellas se realizan.

En esta tesis se pretende contribuir a la comprensión de los nexos existentes entre la organización del sistema asociado a los flujos de energía en la ciudad, el crecimiento económico, y la teoría de ecosistemas, mediante un estimador de la organización, del sistema conocido como Ascendencia.

1.2 Marco Teórico

1.2.1 Los Sistemas, los Ecosistemas y la Ciudad

El concepto de sistema es simplemente una manera de explicar una parte del universo seleccionada para el estudio (Bertalanffy, 1968). De forma general se define como sistema a un conjunto organizado de dos o más componentes que interactúan y están rodeados por un ambiente con el cual pueden interactuar o no, formando un todo unitario y complejo (O'Neil *et al*, 1989).

Esto implica que en los sistemas, el todo no se reduce a la suma de las partes, por lo que no es posible intentar llegar a la comprensión del sistema adicionando todas los detalles reduccionistas, sino que se imponen actitudes de naturaleza holista, generalistas o interdisciplinarias (Bertalanffy, 1968).

Por otra parte, los sistemas pueden ser abiertos o cerrados. Que un sistema sea abierto significa que mantiene intercambios con el ambiente, el intercambio es esencial para mantener al sistema, del intercambio también depende su capacidad reproductiva o de continuidad, así como su capacidad de transformación (Rueda, 1998).

La ciudad como sistema no se escapa a esta lógica, es un sistema abierto, y requiere de energía desde el exterior para el mantenimiento de su estructura y supervivencia. Sin la energía suficiente el sistema no puede más que degradarse, sin este flujo energético se produce un desorden organizativo que representa una decadencia rápida (Rueda, 1998).

Algunos autores utilizan como sinónimos los términos sistemas y ecosistemas, lo que conceptualmente no es correcto. Müller (1997) expone claramente la diferencia de niveles jerárquicos existentes entre sistemas y ecosistemas, las raíces interdisciplinarias de la teoría de ecosistemas están basados en la teoría general de sistemas y en la teoría ecológica convencional (Müller, 1997). Precisamente las bases en la teoría general de sistemas es lo que permite a la teoría de ecosistemas desarrollar investigación en las ciudades entendidas como ecosistemas.

Ecosistema se define como el conjunto de componentes vivos y no vivos que se interrelacionan y conforman una sola entidad (Tansley, 1935). Los ecosistemas deben ser entendidos como sistemas complejos en una visión holista porque éste provee propiedades y características emergentes (Jorgensen, 1994, Jorgensen y Müller, 2000)

Esta consideración y la definición de ecosistema permitió a Odum (1980) definir a la ciudad como un "ecosistema heterótrofo incompleto", es decir, un ecosistema dependiente de amplias zonas limítrofes y no limítrofes para el abastecimiento de energía, agua y materiales. La ciudad difiere de un ecosistema heterótrofo natural, por ejemplo la colonia de ostras de la figura 1--, por presentar una tasa metabólica mucho más intensa por unidad de área, lo que demanda un mayor flujo de entrada de energía concentrada de baja entropía. Y además, porque origina una mayor emisión de desechos, muchos de los cuales son productos químicos sintéticos más tóxicos que sus progenitores naturales (Bettini, 1998).

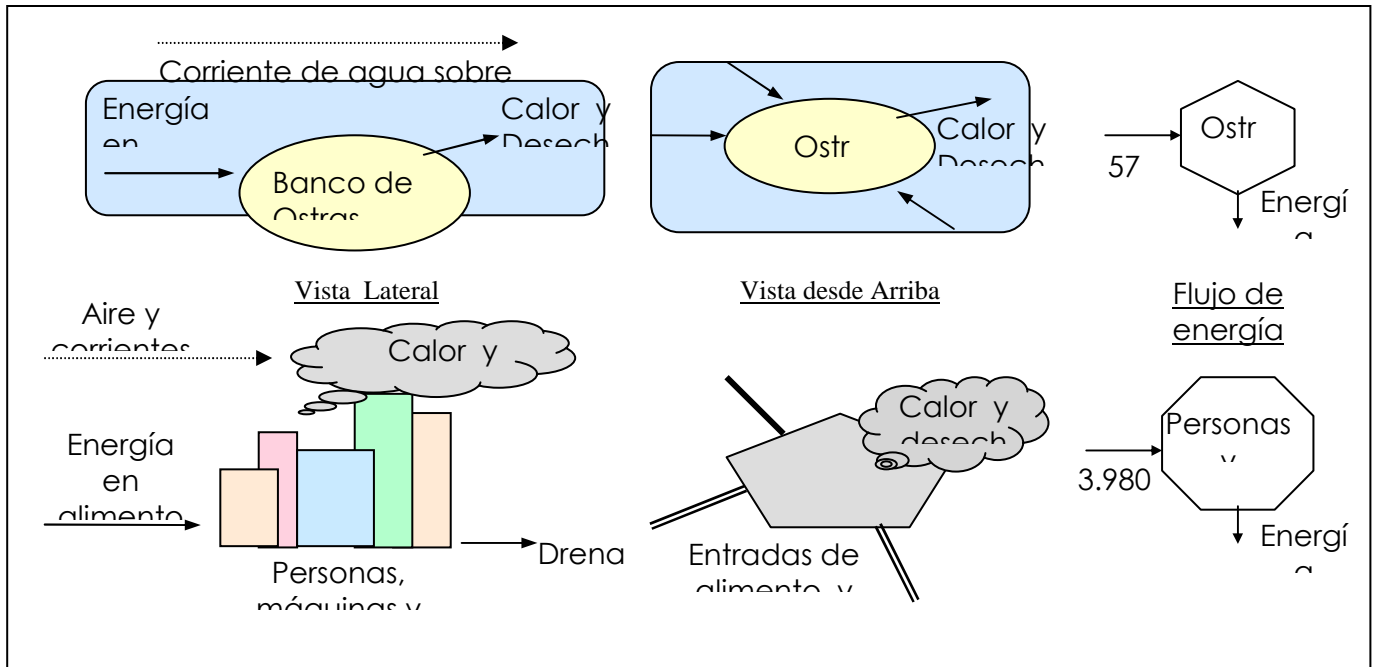


Figura 1. Ecosistemas heterótrofos. Ciudad de la naturaleza / Ciudad Industrializada
Fuente: Odum, 1980

Así de acuerdo a Odum, la ciudad puede ser considerada un ecosistema cuando se consideren los ambientes de entrada y salida (Odum, 1980).

Este tipo de análisis ha hecho incrementar en las dos últimas décadas el interés por el estudio de los ecosistemas, debido a las preocupaciones por los problemas de contaminación y degradación del medio ambiente. Pues se ha constatado que los métodos tradicionales reduccionistas no pueden dar solución a los problemas ambientales por sí solos (Jorgensen y Müller, 2000).

En conclusión, se puede señalar que sobre la base desarrollada por la Teoría General de Sistemas es factible considerar a la ciudad como un sistema y, así mismo, bajo la óptica

de la Teoría de Ecosistema es posible entenderla y analizarla como un ecosistema. Lo cual tiene como principal beneficio el construir herramientas para una efectiva gestión ambiental.

1.2.2 La Ciudad como Sistema Energético

El refrán popular "todos fingen saber, pero todos ignoran", tiene mucho sentido cuando se discute sobre las características energéticas del sistema ciudad. Pues, leyes físicas –como la segunda ley de la termodinámica– que siempre han existido, suelen ser ignoradas en el accionar cotidiano. Lo que para la comprensión de los sistemas urbanos, resulta útil tener presente que cada evento que se sucede en la ciudad corresponde a una transformación energética (Díaz y Butera, 1993).

En la ciudad ingresa una gran cantidad de energía, sea concentrada en combustibles fósiles o ligada a los materiales. Energía que por efecto de la segunda ley de la termodinámica finalmente se degrada. Lo que se refleja tanto en el aumento del calor en la ciudad, como en el deterioro de puentes, infraestructuras, transporte, red de canalizaciones, acueductos, etc. Transformándose el estado de los materiales en indicadores de las condiciones entrópicas del medio ambiente urbano (Bettini, 1998).

Desde este punto de vista termodinámico, la ciudad podría ser vista como una inmensa máquina térmica, cuyo rendimiento teórico será siempre una cifra entre cero y uno. Pues en las ciudades, al igual que en las máquinas térmicas, sólo una fracción de la energía que se suministra se transforma en energía útil (Bettini, 1998).

En este contexto, la expansión urbana que se observa en las ciudades contemporáneas significa un desafío radical a la ley de la entropía. Lo que asemeja a la ciudad a los sistemas biológicos, pues estos también aparentan una violación al segundo principio de la termodinámica, ya que presentan una estructura extremadamente ordenada que evoluciona en la dirección de un orden más perfeccionado. Pero en realidad se trata de una contradicción tan sólo aparente, pues los sistemas biológicos al crecer, disminuyen su propia entropía, a cambio del consumo de energía y del aumento de la entropía del medio en el que viven (Bettini, 1998).

Las ciudades al ser sistemas abiertos son capaces de intercambiar materia y energía con los sistemas que la circundan, por lo que se comportan de forma similar a los sistemas

biológicos, donde el mayor orden interno –entropía negativa- se compensa por un mayor desorden –entropía positiva- en el medio ambiente externo. Así mismo, controlar el desorden interno –reparar y reemplazar las infraestructuras- le cuesta a la ciudad un consumo extra de energía (Bettini, 1998).

Sin embargo, la ciudad al igual que el refrán actúa ignorando las leyes de la física y sin considerar que los recursos utilizados son finitos, lo que le lleva a actuar como una máquina en movimiento continuo y acelerado, en la que se cumple lo que sostiene Margalef (1995): el aumento de la entropía contribuye muy poco a la autoorganización, manifestándose la estrategia del despilfarro (Rueda, 1998).

Este comportamiento es el principio que van Valen llamó en el año 1973: de la Reina Roja, que toma su nombre de un personaje de Alicia en el país de las maravillas, y que declara que se ha de correr todo lo posible para mantenerse en el mismo lugar (Rueda, 1998). Que en el caso de la ciudad debe entenderse como el incremento permanentemente del consumo de energía con el fin de mantener el orden del sistema.

A diferencia de los sistemas naturales, este sistema energético que es la ciudad, no tiene procesos de retroalimentación –*feedback*- negativos, que corresponde a una entrada de información que contrarresta la desviación existente y permite alcanzar el control. En ecología una retroalimentación negativa permite, por ejemplo, controlar el crecimiento desmedido de una población. Desafortunadamente, debido a la sociedad, a la cultura y a la tecnología, en el ecosistema urbano se han cancelado los controles naturales, siendo sustituidos por mecanismos con sólo retroalimentaciones positivas, que aceleran las desviaciones y, en este caso, fomentan el ingreso de energía (Bettini, 1998).

Bajo esta realidad, algunas ciudades han emprendido ya el camino de frenar la multiplicación de las *entradas* físicas desde la naturaleza y las *salidas* hacia la naturaleza. Pese a que en la mayoría de los casos no se cuenta con análisis que tiendan a describir la ciudad en términos energéticos o modelos que relacionen los procesos económicos con los procesos biofísicos que permitirían un mejor entendimiento y por ende una mejor gestión ambiental urbana (Bettini, 1998).

1.2.3 Energía en los Ecosistemas

Recordando que la definición de ecosistema consiste en componentes bióticos y abióticos que interactúan reaccionando no-linealmente sobre diferentes escalas espaciales y temporales (Higashi y Burns, 1991). La primera ley de la termodinámica, implica que la expresión energía y materia es usada en el sentido de que la energía puede ser transformada en materia y la materia en energía (Jorgensen y Müller, 2000). Por lo tanto los ecosistemas conservan tanto materia como también conservan energía, este principio es ampliamente usado en los modelos ecológicos llamados biogeoquímicos, donde la ecuación está construida para elementos relevantes como por ejemplo: carbono, fósforo o nitrógeno. Mientras que en los ecosistemas terrestres se expresan en masa por unidad de área y es usado en la ecuación de conservación de masas (Jorgensen y Müller, 2000).

No obstante, en los ecosistemas también ocurren cambios espontáneos que son siempre acompañados por una degradación a una forma más dispersa y caótica, que se debe a la segunda ley de la termodinámica, que lleva al concepto de entropía, que identifica los cambios espontáneos (o naturales) entre los cambios permisibles y que puede ser entendida como una medida del desorden (Jorgensen y Müller, 2000). Por eso la segunda ley se puede enunciar como: *“los sistemas se dirigen espontáneamente en una sola dirección: hacia el aumento de la entropía”*. La segunda ley dice también que los sistemas irán espontáneamente hacia una energía potencial menor, una dirección que hace que liberen calor (Jorgensen y Müller, 2000).

En la naturaleza se pueden distinguir dos procesos: i) espontáneos que ocurren naturalmente sin una entrada de energía desde el exterior, y ii) no espontáneos, los que requieren de una entrada de energía desde fuera (del sistema). Para el caso de los ecosistemas se puede dar únicamente por captura de materiales de otros ecosistemas o por captura de energía solar a través de la clorofila (Jorgensen y Müller, 2000).

Estos hechos son incluidos en la segunda ley de la termodinámica, cuando se afirma que las transformaciones energéticas no ocurren, a menos que haya una degradación de energía de una forma no aleatoria a una aleatoria o desde una forma concentrada a una más dispersa. En otras palabras, toda transformación de energía incluirá energía de alta calidad degradándose en una de baja calidad (alta entropía).

Los organismos, los ecosistemas y la ecosfera entera poseen las características termodinámicas esenciales de ser capaces de crear y mantener un alto estado de orden

interno o una condición de baja entropía. Sin embargo, al intentar mantener el orden, se requiere más energía y esto se alcanza por una continua disipación de energía de alta utilidad - luz o alimentos- a energía de baja utilidad como calor. El orden en el ecosistema es mantenido por la respiración, que continuamente produce desorden (Jorgensen y Müller, 2000).

En conclusión, cada vez que un ecosistema gana energía potencial, se debe tener en cuenta que ésta se obtiene de otros ecosistemas (la primera ley). Más aún, si la cantidad de energía perdida de ese otro lado es mayor que la que se gana (la segunda ley).

Sin embargo, una diferencia fundamental entre los ecosistemas y la ciudad, es que durante el proceso evolutivo de los ecosistemas, estos tienden a utilizar todas las posibilidades para crear una jerarquía interna de estructuras disipativas, que les permite maximizar la energía utilizada de forma que en estados más maduros, tienden a necesitar tasas menores de energía en la construcción de las nuevas estructuras complejas que reemplazarán a las antiguas (Müller, 1997).

Por lo que al analizar la utilización de energía en los ecosistemas se encuentra que existen analogías con lo explicado para el caso de las ciudades.

1.2.4 Concepto de Organización, Ascendencia y Desarrollo de Ecosistemas

Se entiende por organización *al complejo de interacciones y propiedades de las estructuras que hacen posible la perpetuidad de la misma* (Kolasa y Pickett, 1989). Lo que implica que la noción de organización incluye las interacciones y conexiones entre los distintos componentes de la estructura que permite la perpetuación dinámica de la estructura (Atlan, 1974, Kolasa y Pickett, 1989).

Un concepto similar fue expuesto anteriormente por Varela *et al.* (1974) para los seres vivos, quienes manifiestan que la organización de un sistema en particular resulta de su estructura y de las relaciones de la red. De ahí que la organización defina al sistema como un todo operacional, donde cualquier cambio en organización necesariamente resulta en un cambio de la identidad del sistema (Fleischaker, 1988).

Ulanowicz (1980, 1987) resalta que el concepto de organización es de mucha utilidad en la investigación de ecosistemas, pues de acuerdo a éste un ecosistema puede ser entendido como *“una unidad integral capaz de comportarse en forma coherente, definida en términos de la magnitud de los flujos intrasistémicos y de la biomasa de los componentes”*.

Por lo que el tema de la organización en los sistemas es de especial interés para teorías holísticas como: la teoría general de sistemas y la teoría de ecosistemas. Así para la primera, organización está referido a nociones como: totalidad, crecimiento, diferenciación, orden jerárquico, dominancia, control y competencia en los sistemas. Manifestando que aportes de la teoría de la información y la entropía pueden ayudar a la cuantificación de la organización en sistemas (Bertalanffy, 1968).

Precisamente, con base a teoría de la información y la perspectiva de redes ecológicas, los investigadores de la teoría de ecosistemas han logrado aproximarse a la organización de los ecosistemas.

Odum (1953) fue quien realizó la primera aproximación ecosistémica bajo la perspectiva de redes ecológicas cuando sugirió que existe una multiplicidad de senderos paralelos entre los distintos compartimentos de la red de flujos de un ecosistema, lo cual contribuía a incrementar la homeostasis de toda la red (Hirata y Ulanowicz, 1984). Homeostasis es una importante idea derivada de la teoría cibernética que consiste en un estado metaestable que resulta de múltiples interrelaciones de regulaciones negativas. Tal situación es comprendida como un estado donde existe cierta constancia y se lo considera conveniente para el sistema (Müller, 1997).

MacArthur (1955), relacionó la afirmación de Odum con el problema de comunicación en las redes e intentó involucrar la teoría de la información a la cuantificación de la Redundancia inherente en los senderos de la comunicación. Concluyendo que la entropía del flujo de la red era un suficiente descriptor de la redundancia. Desafortunadamente, el concepto de redundancia pronto fue confundido con el de diversidad. Pasaron veinte años, para que Rutledge *et. al* (1976) retomará el argumento de Odum en términos de una más apropiada cuantificación: la entropía condicional, lo que fue un refinamiento del punto de vista de MacArthur (Hirata y Ulanowicz, 1984).

Ulanowicz (1980) concluyó que el complemento de la entropía condicional es la información mutua promedio, la que a la vez es la más apropiada para capturar la noción

de desarrollo en redes en el largo plazo y sugiere que la información mutua promedio sintetiza mucho de los 24 índices de ecosistemas maduros en un único índice, al que llama "Ascendencia del sistema". El índice se obtuvo aplicando los conceptos y técnicas básicas de la teoría de información e incluso ha sido extendido a redes-no-estado-estacionarias y a sistemas abiertos (Hirata y Ulanowicz, 1984). Desde el punto de vista ecosistémico los atributos de redes de ecosistemas desarrollados son un gran número de especies, alto grado de ciclado dentro del sistema, incremento en la eficiencia de los componentes, una gran especialización de los componentes. Cada de éstas propiedades es capaz de incrementar la ascendencia de la red (Hirata y Ulanowicz, 1984). De ésta forma, la Ascendencia es un indicador de la organización y del tamaño de un ecosistema, que está calculado en función de los flujos de entrada y salida de la materia o energía en un ecosistema. Su principal característica es reflejar el crecimiento de los flujos en un incremento del indicador (Ulanowicz, 1987, 2000). Este índice es una buena medida para el tamaño y organización de las redes ecológicas, lo que permite evaluar el estado de desarrollo del ecosistema cuando se lo mide para un mismo ecosistema en distintos períodos (Ulanowicz, 1987, Jorgensen, 1992, Jorgensen y Müller, 2000). Es precisamente esta característica de medir flujos, lo que hace posible utilizarlo como un estimador de los flujos de combustibles en un ecosistema urbano.

Otra característica del índice de Ascendencia, de mucho interés para la presente investigación, es que su cálculo es similar al cálculo del Producto Interno Bruto (PIB) de la economía (Ulanowicz, 1987). Esto se debe a que el PIB también se construye sobre la base de flujos de entradas y salidas (inputs-outputs) pero del sistema económico las que están registradas en las cuentas nacionales. Este indicador fue desarrollado por Leontief (1951) y esta siendo usado hace largo tiempo en economía para medir el crecimiento del sistema económico (Ulanowicz, 1987).

1.2.5 Crecimiento Económico y el Consumo de Combustibles

El crecimiento económico de un país o región, tradicionalmente se refleja en el crecimiento del valor monetario total de los bienes y servicios finales producidos en un país en un determinado período de tiempo. Lo que se representa mediante un incremento

del principal indicador macroeconómico conocido como: PIB –Producto Interno Bruto– (Samuelson, 1999).

El PIB es considerado como la medida estándar del éxito económico tanto para economistas, políticos, organizaciones internacionales (FMI, Banco Mundial) y público en general. Por lo que pese a sus deficiencias cuando este indicador baja, existe alarma y cuando sube se lo asocia con una mejora en el bienestar social (Costanza, 1997).

La principal característica del PIB es la de cuantificar los flujos de bienes y servicios que se realizan entre los distintos agentes económicos, así como los flujos de ingresos generados por el trabajo, el capital y otros, que las empresas transfieren a los hogares, monetariamente (Samuelson, 1999). Un esquema muy sencillo de este proceso se presenta en la figura 2.

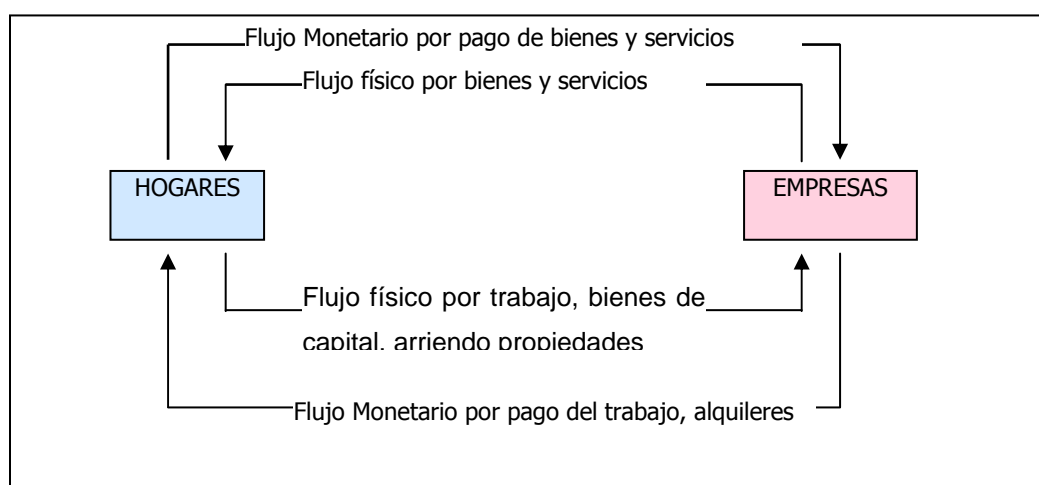


Figura 2. Flujos Físicos y Monetarios en el Sistema Económico

Existen dos enfoques para la medición del PIB, el primero consiste en la suma del valor monetario del flujo de productos finales que produce un país o región (parte superior de la figura 2), esto incluiría, en un modelo más completo al: consumo, inversión privada, gasto público en bienes y servicios y las exportaciones netas al resto del mundo. El segundo enfoque corresponde a la suma de los flujos de ingresos (parte inferior de la figura 2), que en un modelo más completo incluye: salarios al trabajo, alquileres a la propiedad, beneficios al capital, transferencias e impuestos. Dando ambos enfoques un mismo PIB

total. Por lo que existen dos formas de cálculo y a la vez nos indica la existencia de una identidad entre ingreso nacional bruto y producción nacional bruta (Samuelson, 1999).

Por otra parte, el crecimiento económico está asociado a un crecimiento en el consumo de bienes y/o servicios. Relación ampliamente aceptada por la teoría desarrollada por Keynes (1936), la misma que afirma que el gasto de consumo de una economía se explica por el nivel de ingreso, por lo que variaciones en el ingreso (que bien puede reemplazarse por el PIB de acuerdo a la identidad anteriormente señalada) explican las variaciones en el consumo. (Samuelson, 1999).

Este vínculo positivo entre crecimiento económico y aumento del consumo de energía suele ser, en los países de ingreso bajo y mediano, superior o igual a la proporcionalidad, es decir, un crecimiento del 1% del PIB implica un crecimiento mayor o igual al 1% en consumo de energía. Pero en países con niveles de ingreso más elevados, hay indicios de que la relación es más pequeña y ocasiona incrementos en el consumo de energía menores al 1%, e incluso, en términos per cápita, la relación tiende a ser negativa. Lo que se debe principalmente al uso de tecnologías más eficientes en el consumo de energía y además, porque estos países cuentan con un sector servicios que tiene mayor participación en el PIB, lo que implica un uso menos intensivo de la energía (Banco Mundial, 2000).

Para el caso de Chile, una economía que se ubica en el segmento de los países con ingreso mediano y bajo, existen investigaciones que demuestran una importante relación entre crecimiento del PIB y crecimiento del consumo de energía. En una de las más recientes investigaciones se observan que para el período 1986-1992, la economía chilena creció al orden del 6,7% anual promedio, mientras que el consumo de energía creció a una tasa anual promedio de 7,9%, –la de combustibles líquidos alcanzó hasta el 8,1%– (Maldonado, 1996). Esto sumado a que históricamente los consumos más bajos de energía se produjeron en los años 1975 y 1982, años en que la economía chilena vivió profundos procesos recesivos, muestra la estrecha relación directa existente entre consumo de energía y crecimiento económico (Peragallo, 1997).

Así también, de acuerdo a proyecciones para el período 1992-2020 en los que se espera que la demanda de derivados del petróleo en Chile crezca a una tasa del 5,1% anual para un PIB del 5% y de 6,9% para un PIB del 7%. Por lo que un incremento de una unidad en el PIB implica un incremento de aproximadamente 0,86% en la demanda de derivados de petróleo (Maldonado, 1996).

1.3 Hipótesis

Dado que la teoría económica ha demostrado que existe una relación entre consumo de combustibles fósiles e ingreso nacional (PIB); lo que en Chile ha sido comprobado por Maldonado (1996) y Peragallo (1997), por lo que el consumo de combustibles viene dado por:

$$F = f(\text{PIB}),$$

donde: **F**, es el consumo de combustibles fósiles; **PIB**, es el Producto Interno Bruto, y

$$\Delta F / \Delta \text{PIB} > 0.$$

Además, que de acuerdo a lo desarrollado por la teoría de ecosistemas (Ulanowicz 1987, Jorgensen 1992, Müller 1997) un aumento en los flujos de energía en un ecosistema tiene por consecuencia un aumento en su grado de organización, lo que se refleja en un mayor valor en el indicador Ascendencia, por lo que puede representarse por:

$$A = \varphi(C),$$

donde: **A**, es el índice de Ascendencia del sistema; **C**, son los flujos de combustibles fósiles, y $\Delta A / \Delta C > 0$

Entonces se plantea que:

$$A = \sigma(\text{PIB}),$$

donde, se debe cumplir que: $\Delta A / \Delta \text{PIB} > 0$.

Pues aumentos en el PIB implican aumentos en el consumo de combustibles y por tanto de los flujos entre los componentes de los sistemas urbanos, lo que subsecuentemente debería reflejarse en un incremento en la articulación del sistema reflejado en un aumento en el valor de Ascendencia.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Estimar el cambio de organización del sistema asociado al modelo de los flujos de combustibles fósiles en la ciudad de Santiago, relacionado al crecimiento económico en un determinado período de tiempo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar las variaciones en el grado de organización del ecosistema para dos períodos distintos.
- Describir las variaciones en la actividad económica (representado por el PIB) y las variaciones en el consumo de combustibles fósiles para esos períodos.
- Determinar la correlación entre el grado de organización del sistema y el nivel de actividad económica.

CAPITULO SEGUNDO

2. METODOLOGÍA

2.1 Modelo del Ecosistema Urbano

En general la modelación de una entidad como el ecosistema, requiere en primer lugar de la selección del ecosistema y la definición de un problema. Después es necesario delimitar el ecosistema en estudio tanto espacial como temporalmente y definir sus componentes (Serey *et al.*, 1997).

Para este caso el ecosistema corresponde a la ciudad de Santiago y el problema consiste en determinar la organización de los flujos de combustibles fósiles. Ahora considerando que el aspecto clave para delimitar un ecosistema es el establecimiento de sus discontinuidades con el resto de la naturaleza (Jorgensen, 1994), el criterio paisaje resulta muy útil en esta tarea, ya que la ruptura entre paisaje urbano y rural es en general bastante clara. No obstante, la información de combustibles se encuentra disponible a escala político-administrativo, por lo que la Región Metropolitana puede considerarse una buena aproximación de la ciudad propiamente tal.

En cuanto a la delimitación temporal se va a suponer que los flujos son estado estacionarios dentro de los períodos de tiempo. Esto permite aplicar análisis basados en el balance de masas, para el flujo de los combustibles fósiles. Esto se facilita al considerar que a diferencia de los ecosistemas naturales para las ciudades existe un mayor esfuerzo de recopilación de información para cada período de tiempo.

2.2 Definición de componentes

Ahora bien, para estudiar los flujos es necesario construir una aproximación ecosistémica para el cual se deben definir los componentes del ecosistema y las vías por donde fluyen los combustibles fósiles. El criterio utilizado para definir los componentes del ecosistema

en análisis (la ciudad de Santiago) es el rol económico que cumplen los distintos componentes que forman parte del sistema. En economía los roles que cumplen los agentes son: productores, distribuidores y consumidores de bienes o servicios.

Se ha escogido este criterio económico puesto que la investigación pretende establecer precisamente los nexos entre la organización de los flujos de combustible, crecimiento económico, teoría de ecosistemas y teoría general de sistemas. También hay que considerar que son los agentes económicos quienes en la sociedad humana deciden sobre el uso de recursos, en este caso, sobre el consumo de los combustibles.

De acuerdo al criterio señalado, los componentes del sistema a investigar son los siguientes:

- Distribuidores: mayoristas y minoristas de acuerdo al volumen de combustibles que comercializan. Los mayoristas son aquellas empresas que abastecen de combustibles derivados del petróleo y de gas natural a la ciudad de Santiago. Los minoristas son las empresas que compran los combustibles a los mayoristas y los distribuyen a los consumidores finales. Una característica adicional de este componente es que desde el punto de vista termodinámico cumplen el papel de reservorios.
- Consumidores: son quienes demandan combustibles para satisfacer sus requerimientos energéticos (movilización, calefacción, cocción, procesos industriales, etc.). A la vez, estos pueden agruparse de acuerdo al sector productivo al que pertenecen de acuerdo al Clasificador Internacional Uniforme de Actividades Económicas –CIIU– los cuales son:
 - Transporte, con énfasis en vehículos particulares, transporte público, caminero y ferroviario
 - Industria, donde se fija la atención en actividades como: generación de vapor, secado, cocción de productos, fundición de metales, tratamientos térmicos, temple y recocido de metales, producción petroquímica, fusión de metales, entre otros.
 - Comercial, Público y Residencial, donde resulta de interés las actividades de: calefacción central, aire acondicionado, preparación de alimentos, agua caliente.
 - Centros de Transformación, quienes utilizan los combustibles para la transformación en otro tipo de energía. Siendo estos, los que desde el punto de

vista ecosistémico, los únicos que realizan una actividad de Exportación de los flujos.

- Una característica adicional de todos los consumidores, es que desde el punto de vista termodinámico disipan la energía.

Aplicando estas consideraciones se puede diseñar un modelo sobre los flujos de combustibles fósiles en la ciudad de Santiago, este modelo se describe en la figura 3, el mismo se exponen en primer plano los distribuidores mayoristas, que de acuerdo a la investigación preliminar son: ENAP para los combustibles derivados del petróleo y Metrogas para el gas natural (que inició su actividad en 1997).

En segundo plano se representan los distribuidores minoristas que corresponden a aquellas empresas que compran los combustibles a los mayoristas y los distribuyen a los consumidores, entre las principales se conocen a: Texaco, Copec, Shell, Esso, Apex e YPF para el caso de la distribución de gasolinas; y, Abastible, Gasco, Lipigas y Codigas para el caso de las distribuidoras de gas licuado de petróleo (GLP). De acuerdo a investigación preliminar no se prevé encontrar distribuidores de GN puesto que esta función la realiza directamente el distribuidor mayorista Metrogas.

En un tercer plano aparecen de forma agrupada los consumidores: transporte, industria, comercial–público–residencial y por último la Central Termoeléctrica de Renca que se constituye como el único centro de transformación existente en la unidad de análisis.

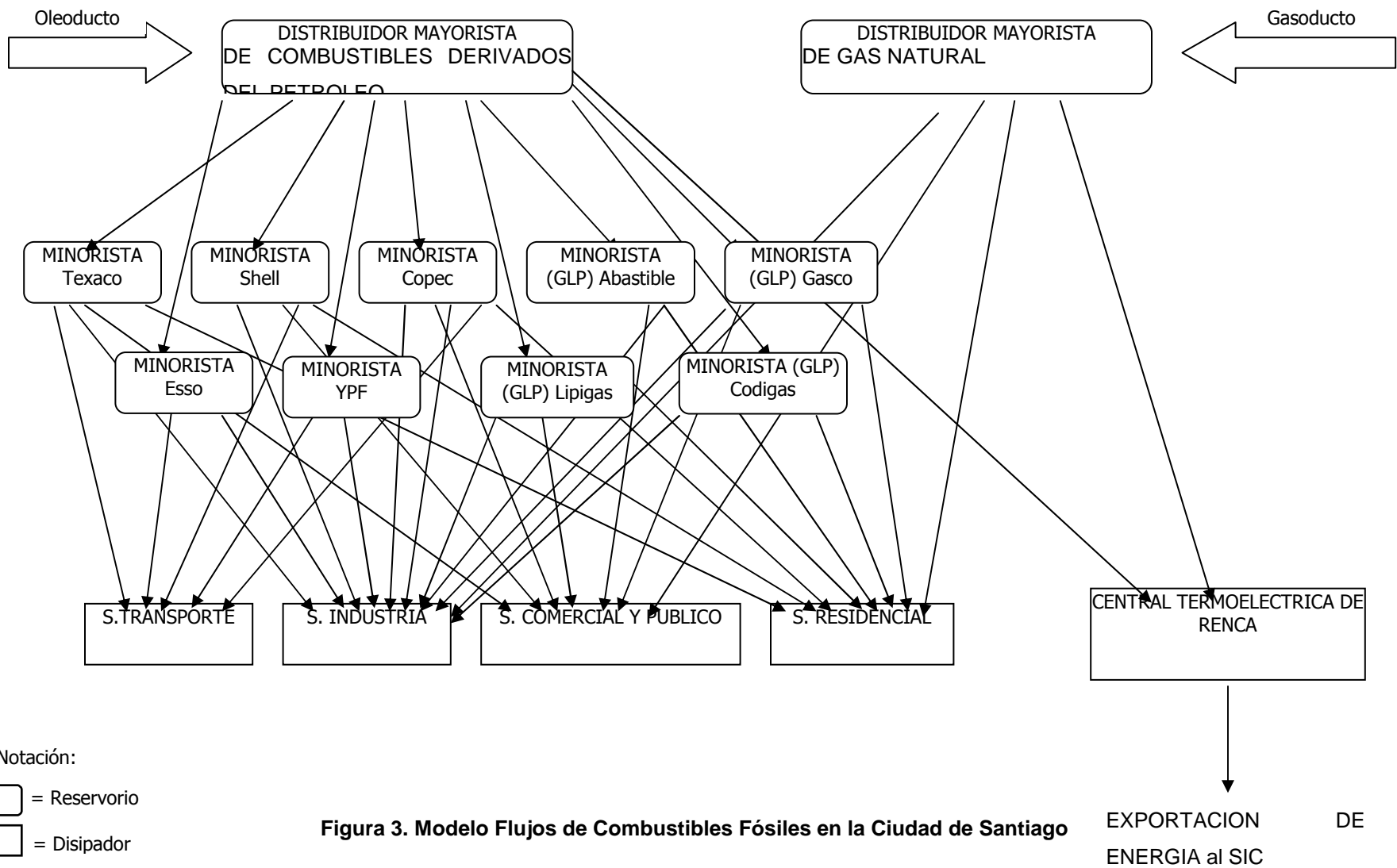


Figura 3. Modelo Flujos de Combustibles Fósiles en la Ciudad de Santiago

EXPORTACION DE ENERGIA al SIC

2.3 Métodos

2.3.1 Cálculo de la Ascendencia

Para el cálculo de este indicador se utiliza la teoría desarrollada por Ulanowicz (1980) y por Hirata y Ulanowicz (1984) la cual señala que la Ascendencia (A) viene dada por la diferencia entre la Capacidad (C) de una red o sistema para traspasar un flujo y el costo físico del mantenimiento de la red, también conocido como "Overhead", el cual consiste en tres componentes no negativos asociados a los tres tipos de flujos que salen de cada componente (figura 4), $A = C - (E + D + R)$.

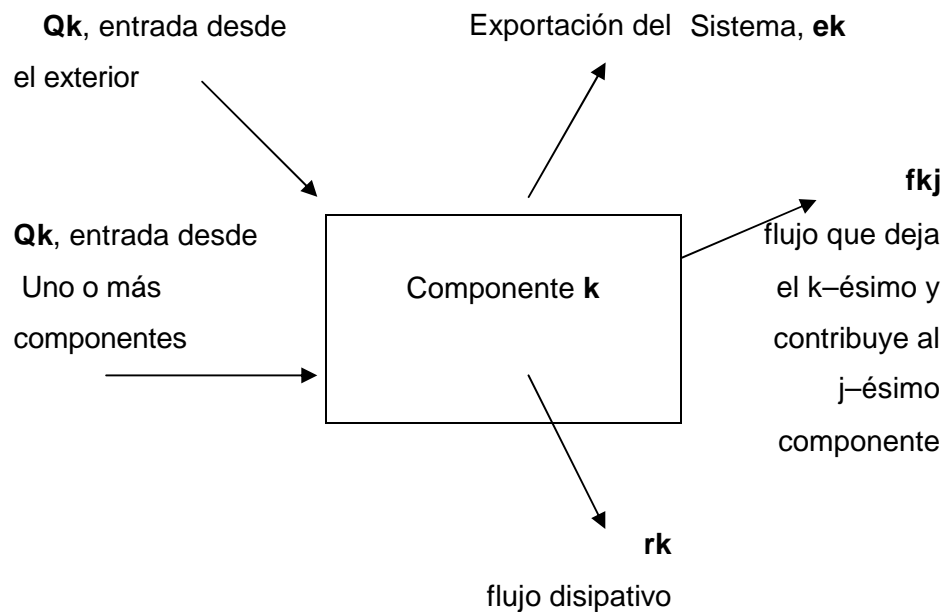


Figura 4. Diagrama Esquemática de un Componente del Sistema

La Capacidad del sistema (C), es el porcentaje del flujo total que pasa por cada uno de los componentes, sumados a través de todos los componentes del ecosistema y se representa por:

$$C = - \sum_{k=0}^n Q_k \log Q_k$$

Donde: Q_k , es el porcentaje del flujo total de la red ecológica que pasa a través del k-ésimo componente de la red. $Q_k \geq 0$

Por su parte Overhead, es la suma de la información relacionada a las Exportaciones (E), Disipación (D) y Redundancia (R) de todos los componentes del sistema. Y como se había señalado este indica los costos (físicos) de mantenimiento del ecosistema. Overhead = (E+D+R).

La información relacionada a las exportaciones (E) de todos los componentes de la red, está dada por:

$$E = - \sum_{k=0}^n e_k Q_k \log Q_k$$

Donde: e_k , es el porcentaje de flujo que atraviesa el k-ésimo componente y que es exportado como flujo útil: $e_k \geq 0$

La Disipación o muerte sucedida en la red (D), está dada por:

$$D = - \sum r_k Q_k \log Q_k$$

Donde; r_k , es el porcentaje de flujo que atraviesa y disipa el k-ésimo componente: $r_k \geq 0$

Mientras que la Redundancia (R), que corresponde a las vías alternas para los flujos, vienen dado por:

$$R = - \sum_{k=0}^n \sum_{j=0}^m f_{kj} Q_k \log [f_{kj} Q_k / (\sum_{i=0}^n f_{ij} Q_i)]$$

Donde: f_{kj} , es el porcentaje del flujo del k-ésimo componente que contribuye al flujo del j-ésimo componente; f_{ij} , es el porcentaje del flujo del i-ésimo componente que contribuye al flujo del j-ésimo componente; y, Q_i , es el porcentaje del flujo total de la red ecológica que pasa a través del i-ésimo componente de la red. $Q_i \geq 0$

Para resolver este sistema de ecuaciones planteadas por Hirata y Ulanowicz (1984) se utilizó el *software* Excel.

Es necesario recordar que el cálculo de la Ascendencia del Sistema que se ha expuesto resulta análogo al cálculo del PIB en el sistema económico, pues ambos se contruyen sobre la base de entradas y salidas de flujos (Ulanowicz, 1987).

Una última consideración que se debe realizar consiste en que ésta forma de calcular Ascendencia es particularmente sensible a los cambios en la articulación de los flujos en el sistema (Ulanowicz, 1987).

2.3.2 Fuentes de Información

La mayor parte de la información recopilada se encontró en las siguientes instituciones:

- Banco Central de Chile,
- Secretaría de Energía y Combustibles –SEC–,
- Comisión Nacional de Energía –CNE–,
- Empresa Nacional de Petróleos –ENAP–,
- Banco Central,
- Sociedad Eléctrica de Santiago, filial Gener, propietaria de Central Nueva Renca,
- Sociedad Nacional de Oleoductos –SONACOL–.

La información requerida fue la siguiente:

- Valor del Producto Interno Bruto para los años en estudio,
- Volúmenes de comercialización de distribuidores mayoristas y minoristas según tipo de combustible.
- Volúmenes de consumo por tipo de combustible y tipo de usuario: transporte, industria, comercio, sector público y residencial y centros de transformación.
- Porcentajes de participación de mercado de las empresas distribuidoras de combustibles líquidos y gaseosos.

La principal dificultad para obtener la información requerida fue que parte de la misma se considera confidencial, especialmente la referente a los volúmenes de comercialización de las empresas privadas, pues forma parte de la estrategia comercial de cada empresa. Debido a esto, no se obtuvo mayor colaboración por parte de las empresas involucradas. Sin embargo, se logró recopilar información de las siguientes empresas: Texaco, Copec, Shell, Esso, YPF, Abastible, Gasco, Codigas y Metrogas.

En el anexo 1 (página 67) se detallan todos los datos estadísticos antes mencionados para cada uno de los años en que la información está disponible, esto es: período 1990-1993 y 1997-1998.

2.3.3 Grupo de Combustibles

Debido a que la información disponible para los años 1997-1998 resultó ser más completa que para la del período 1990-1993, el cálculo de Ascendencia fue realizado considerando dos grupos distintos de combustibles, estos son:

- Combustibles Grupo A (años 1990-1993, 1997-1998):
 - Gasolinas 81 oct., 87 oct, 93 oct c/p, diesel; y, a partir de 1992 gasolina de 93 oct s/p.
 - Kerosene doméstico.
 - Kerosene de aviación.
 - Gas licuado de petróleo.
 - Gas ciudad o manufacturado.

- Combustibles Grupo B (años 1997-1998):
 - Gasolinas 81 oct., 87 oct, 93 oct c/p, 93 oct s/p, 95 oct s/p, 97 oct s/p
 - Diesel,
 - Kerosene Aviación,
 - Petróleos Combustibles N°5 , N°6, IFO 180 y Nafta .
 - GLP en granel y GLP cilindros.
 - Gas natural y gas ciudad o manufacturado.
 - Fuel Oil N°6, Diesel A1, A2, B.

Debido a los requerimientos del modelo todas las unidades fueron transformadas a teracalorías, mediante los siguientes factores de conversión:

1 Teracaloría = 720,5649 BEP (Barriles Equivalentes de Petróleo)

1 Teracaloría = 94.438,38 Kg GLP (Kilogramos de Gas Licuado de Petróleo)

1 Teracaloría = 120.483,7 M³GN (Metros cúbicos de Gas Natural).

2.3.4 Métodos Estadísticos

Una vez recopilada la información y obtenido el indicador “Ascendencia” se correlacionó las variables PIB y Ascendencia. Mediante el coeficiente de correlación de rangos spearman (r_s), que se utiliza para estimar la fuerza de la relación entre pares de datos que están en forma de rango (Kirk, 1984, Ott, 1984).

El coeficiente de correlación de rangos spearman es una medida de las relaciones monotónicas entre dos sets de rangos. Se dice que una función $Y = f(X)$ presenta un terminante incremento monotónico si un aumento en el valor de X esta siempre acompañado por un incremento en Y . De forma análoga, la función presenta una terminante disminución monotónica si una disminución de X esta acompañada por una disminución de Y (Kirk, 1984).

Además, las funciones monotónicas incluyen tanto funciones lineales como otras funciones no-lineales. Por lo que el coeficiente de correlación de rangos spearman no necesariamente refleja una relación lineal entre las variables representadas por los rangos. Lo que refleja la fuerte relación monotónica (Kirk, 1984). Esta característica es de mucha importancia para la presente investigación, pues en la hipótesis planteada no es posible asumir ningún tipo de función, por lo que podría ser tanto lineal como no-lineal.

El coeficiente de correlación de rangos spearman fue acompañado por pruebas estadísticas no paramétricas. La que corresponde a un tipo de prueba propia de las inferencias estadísticas para datos en rango. Las pruebas no paramétricas difieren de las paramétricas en cuanto son más libres con respecto a la distribución de la población muestreada y son las más convenientes cuando la probabilidad de hacer un error del tipo 1 es mejor que confiar en una prueba paramétrica inexacta (Kirk, 1984).

Para la presente investigación la prueba paramétrica es inexacta por cuanto no se puede asumir que la población esté normalmente distribuida (un requisito para aplicar este tipo de prueba), ya que la muestra de la población es continua, es decir, el rango de la variable aleatoria es infinita y las mediciones siempre son aproximadas, lo que implica que ningún elemento de la población tiene el mismo valor. Característica propia de los procedimientos de muestreo que utilizan instrumentos de medición (Kirk, 1984). Lo que coincide con el procedimiento de la Tesis, que consiste en la medición de la organización del sistema con un instrumento que se denomina Ascendencia y que da por resultado valores con un número infinito de decimales y por tanto la probabilidad de encontrar dos iguales tiende a cero.

La prueba estadística tiene un nivel de significancia para un valor de p menor a 0.05. Para el cálculo del coeficiente de correlación de rangos spearman, la prueba no paramétrica y el nivel de significancia se utilizó el *software* STATITISC 5.0.

CAPITULO TERCERO

3.RESULTADOS

3.1 Estructura del Sistema

Para determinar los flujos intrasistémicos es necesario validar previamente la existencia de los componentes, interacciones y en consecuencia la estructura del Sistema. Para aquello, se comparó el modelo propuesto en la figura 3 con los datos obtenidos en la investigación, utilizando como criterio la constancia temporal de la existencia de cada componente en el sistema y la existencia de transferencia del flujo de combustible entre los componentes.

3.1.1 Componentes del Sistema para el Período 1990-1993

Considerando que para este período se cuenta con información para el grupo de combustibles A (detallados en la página 23).

Los componentes del sistema para el período corresponden a los siguientes:

- Sociedad Nacional de Oleoductos, SONACOL, cuya actividad es el transportar los combustibles hacia los estanques de almacenamiento de las empresas distribuidoras.
- Empresa de Almacenamiento de Combustibles, EMALCO filial ENAP, constituida en 1981 con el objeto de prestar servicios de almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados a las empresas privadas. Esta empresa administra las plantas de almacenamiento de ENAP en Maipú, entre otras. Para 1991 su Capacidad de almacenamiento en Maipú era de 58.400 m³ de GLP y 245.900 m³ de combustibles limpios y petróleos combustibles – *fuel oil*–.
- Las compañías distribuidoras de combustibles líquidos: COPEC, SHELL, ESSO, COMAR, APEX, GASPEZA, TEXACO (que ingresa en 1992) y otras con menor participación. De estas las compañías: COPEC, ESSO, SHELL, poseen estanques de almacenamiento dentro de las instalaciones de EMALCO. Las otras compañías, a excepción de COMAR, arriendan capacidad de almacenamiento a EMALCO. Además durante este período

ENAP también mantenía un porcentaje en la distribución mayorista de combustibles hacia grandes clientes.

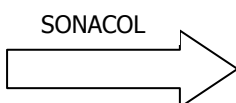
- En cuanto a las compañías distribuidoras de combustibles gaseosos, participaban en el mercado las siguientes: GASCO, ABASTIBLE, CODIGAS, AGROGAS y otras con menor participación.
- Por último, en cuanto al grupo de usuarios o consumidores, de acuerdo a los combustibles señalados se encuentran los siguientes:
 - Sector Transporte, que incluye vehículos particulares, transporte público, caminero, aviación;
 - Sector Industria, que incluye una variedad de procesos industriales; y,
 - Los sectores Comercio, Servicio Público y Residencial –en adelante COPURES–, donde se incluye actividades de calefacción, preparación de alimentos, agua caliente y ventilación.
 - Para este período no forma parte del sistema la Central Termoeléctrica de Renca, ya que ésta utilizaba combustibles gruesos y carbón. Combustibles que no formaron parte del grupo analizado, debido a que no se dispuso de información.

3.1.2 Relaciones entre componentes 1990-1993

La figura 5 indica la dirección de los flujos entre los distintos componentes. Se observa que los combustibles, en general, ingresan al sistema por el oleoducto propiedad de SONACOL y son recibidos en los estanques de almacenamiento de EMALCO ubicados en Maipú, donde posteriormente son distribuidos a las empresas comercializadoras. Por lo que EMALCO es el componente de entrada de los combustibles al sistema.

Una vez distribuidos los combustibles a las empresas existe una amplia red de posibilidades de venta a los usuarios dependiendo del tipo de combustibles y de consumidores.

Así el sector transporte, consumidor de gasolinas y diesel, puede abastecerse de cada una de las empresas distribuidoras de combustibles líquidos. Para el sector industria las posibilidades se amplían a las empresas distribuidoras de gas licuado, pues consumen tanto diesel como gas licuado en la amplia gama de procesos industriales existentes en el sector.



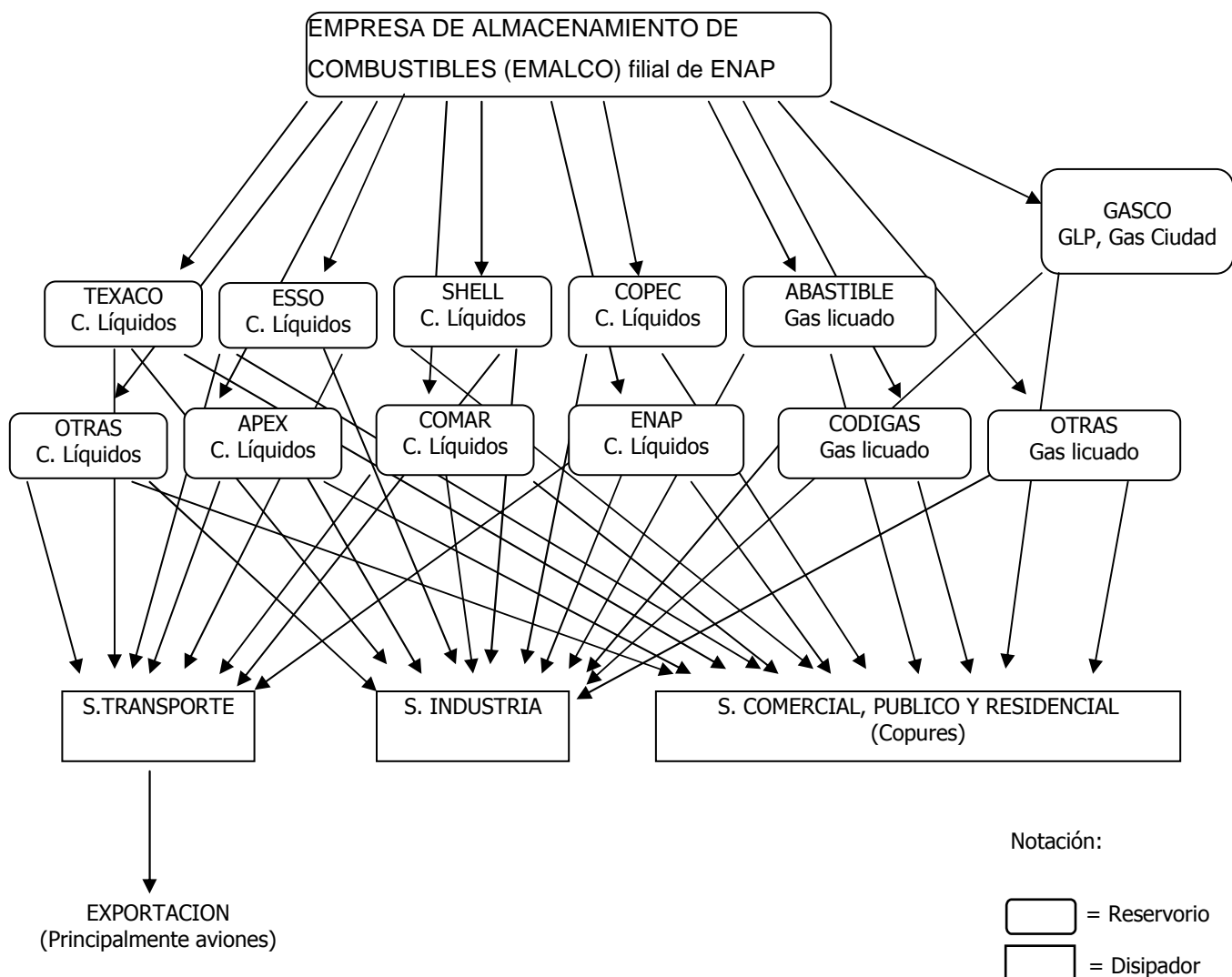


Figura 5. Estructura del Ecosistema Período 1990-1993

Nota: Texaco ingresa a partir de 1992

Por último, el sector comercial, público y residencial también se abastece de ambos tipos de combustibles (líquidos y gaseosos) ya que estos pueden consumir kerosene doméstico, gas licuado o gas de ciudad.

A continuación se presentan, a modo de ejemplo, los resultados obtenidos para tres componentes representativos del sistema. En el anexo 2 (página 74) se presenta una tabla que contiene los flujos de entrada y salida para cada uno de 17 los componentes (18 desde 1992) y para los 4 años calculados.

La figura 6 muestra los flujos de entrada y salida para el componente distribuidor de combustibles líquidos COPEC, el mismo que puede considerarse un caso característico de las demás empresas distribuidoras de combustibles líquidos.

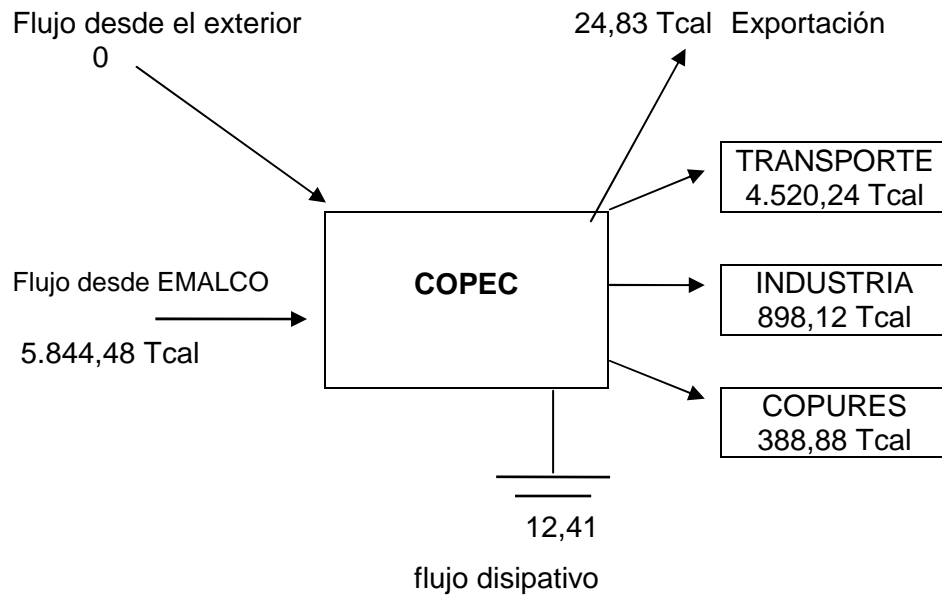


Figura 6. Flujos de Entradas y Salidas del Componente COPEC Año 1990 (Tcal = Teracalorías)

En general, para el período 1990-1993, los flujos de entrada hacia este tipo de componente proviene de EMALCO. En cuanto a los flujos de salida, la mayor parte de estos se dirige hacia el sector TRANSPORTE, principal usuario en la compra de gasolinas y de diesel. En segundo lugar se destina parte del flujo a los sectores INDUSTRIA (que utiliza principalmente diesel) y COPURES (donde resalta el uso de kerosene doméstico); por último, un menor porcentaje del flujo va a la Exportación hacia otros sistemas y a la Disipación. La Exportación corresponde a los combustibles que se venden o de alguna manera son trasladados fuera de la RM, mientras que la Disipación corresponde al consumo interno de cada empresa.

La figura 7 por su parte ejemplifica, tomando el caso de ABASTIBLE, los flujos de entrada y salida de las empresas distribuidoras de gas licuado de petróleo.



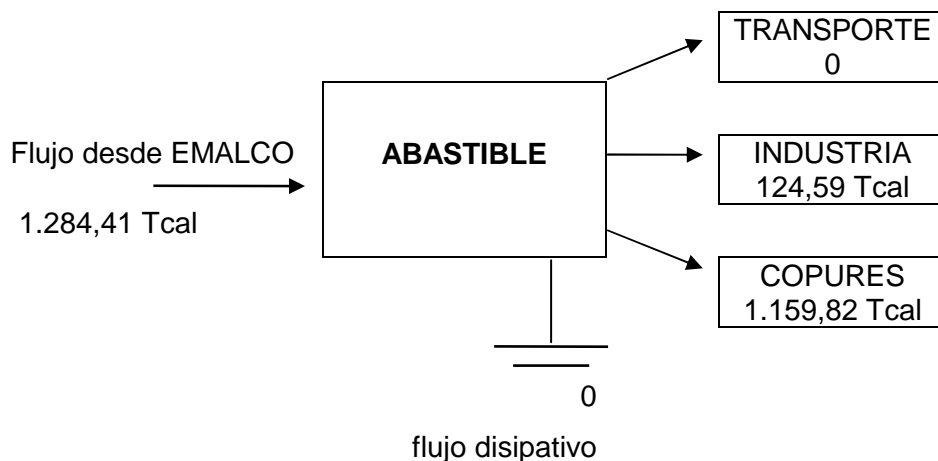
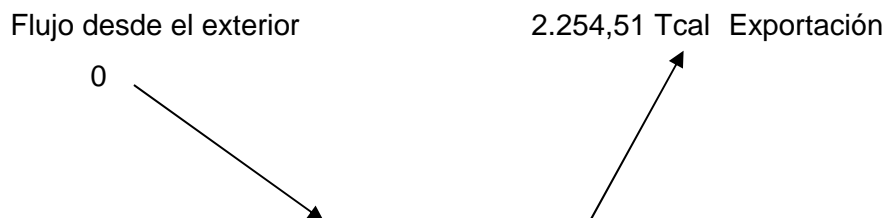


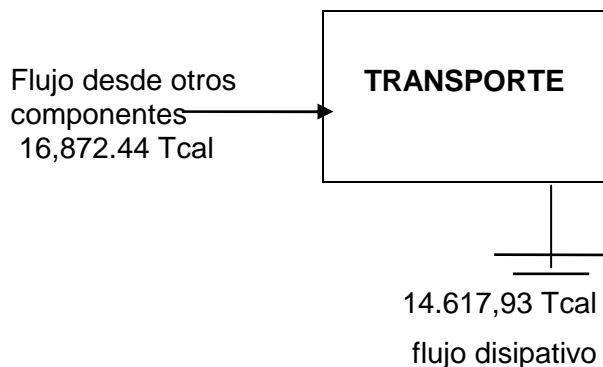
Figura 7. Flujos de Entradas y Salidas del Componente ABASTIBLE Año 1990 (Tcal = Teracalorías)

Para este período y para este tipo de componente se constata que el único flujo de entrada proviene de EMALCO y los flujos de salida se destinan hacia los sectores INDUSTRIA y COPURES. No existiendo flujos de Exportación ni de Disipación. La ausencia de un flujo disipativo puede llamar la atención, pero se justifica al considerar que la Disipación de estas empresas se sucede en el transporte de los mismos, lo que recaerá en los flujos del componente TRANSPORTE.

El único caso especial dentro de las empresas dedicadas a la distribución de combustibles gaseosos es el de la empresa GASCO, que para el período 1990-1993 realizaba una actividad adicional, la misma que consistía en la generación y distribución de Gas de Ciudad o de Cañería, este gas lo elabora en base a crafling nafta y biogas procedente de los rellenos La Feria, Lo Errazuriz y Cerros de Renca que se encuentran cerca a la ciudad.

La figura 8 muestra los flujos de entrada y salida característicos de los componentes consumidores, en especial, del componente TRANSPORTE durante el año 1993.





**Figura 8. Flujos de Entradas y Salidas del Componente TRANSPORTE
Año 1993 (Tcal = Teracalorías)**

Para los componentes consumidores se da la característica que los flujos de salida corresponden a la Exportación y a la Disipación. Sin embargo, únicamente para el componente TRANSPORTE existe un flujo de Exportación, mientras que para los componentes INDUSTRIA y COPURES la totalidad del flujo de entrada se disipa. La razón de la existencia de Exportación en el sector TRANSPORTE es que parte de su flujo es utilizado (quemado) fuera del sistema (por aviones principalmente) lo que ha sido considerado como una Exportación, ya que no es disipado dentro del sistema. Al contrario, INDUSTRIA y COPURES disipan (queman) todo su flujo dentro del sistema.

Por otra parte el flujo de entrada hacia este componente, corresponde a la suma de los flujos que ingresan desde los componentes empresas distribuidoras.

En cuanto al volumen total que ingresa al sistema es el componente TRANSPORTE el que para todos los años recibe la mayor parte del flujo que llega a los consumidores, seguido por COPURES y en último lugar por INDUSTRIA.

Un último aspecto de importancia que debe mencionarse es que, como puede observarse en la figura 9, durante este período la entrada total de combustibles hacia el sistema se ha incrementado de año en año.

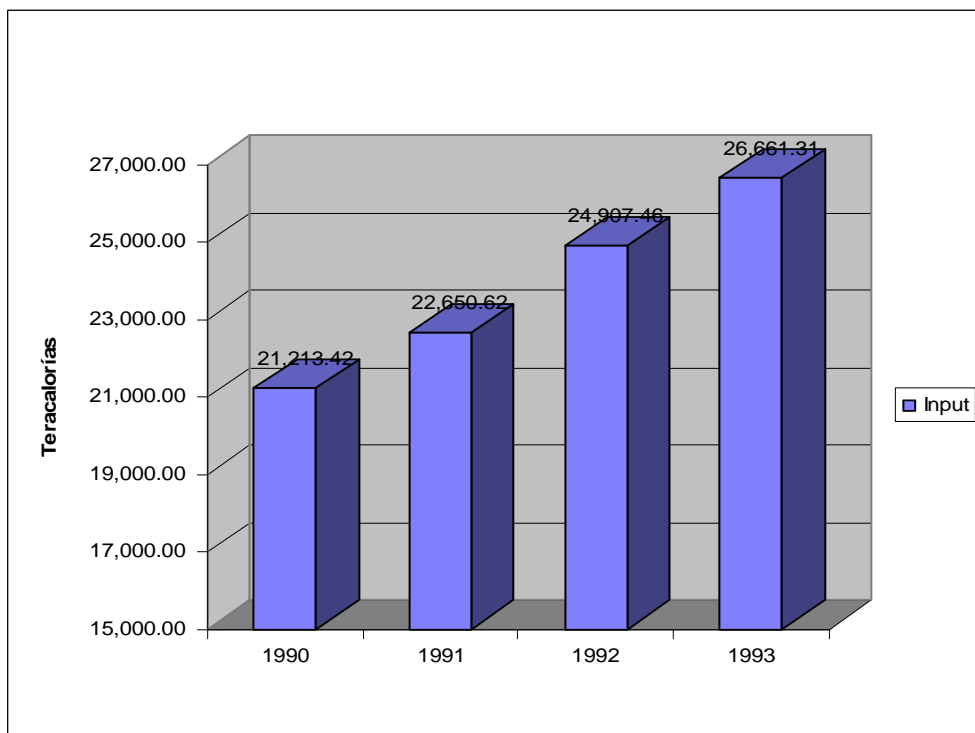


Figura 9. Evolución de la Entrada de Combustibles al Sistema Período 1990-1993

Como se señaló anteriormente en el anexo 2 (página 74) se puede revisar con mayor detalle los flujos de entrada y salida para cada uno de los 18 componentes y para cada uno de los 4 años comprendidos en esta investigación.

3.1.3 Componentes del Ecosistema Período 1997-1998

Para este período adicionalmente a los combustibles detallados para el período anterior, se cuenta con información de: los petróleos combustibles N⁵, N⁶, IFO-180 y Nafta. Además, en el año 1997 ingresa el Gas Natural a la ciudad de Santiago.

De esta manera los componentes del ecosistema para este período son los siguientes:

- SONACOL
- EMALCO
- Las empresas distribuidoras de combustibles líquidos: COPEC, SHELL, ESSO, COMAR (que fue comprada por SHELL), APEX (que pasó a ser filial de COPEC), YPF (que en

1996 compró a GASPEZA), TEXACO y otras con menor participación. Además de ENAP que continua distribuyendo un porcentaje a grandes clientes.

- En cuanto a las compañías distribuidoras de combustibles gaseosos, a las existentes (GASCO, ABASTIBLE, CODIGAS, AGROGAS) entra al sistema METROGAS, reemplaza a GASCO en la comercialización de Gas Ciudad en 1996 y a partir de finales del 1997 inicia la distribución de Gas Natural al sector industrial. Al año siguiente inicia su expansión hacia el sector residencial, coexistiendo para el período el gas natural y el gas ciudad.
- Por último, en cuanto al grupo de consumidores, a los existentes (TRANSPORTE, INDUSTRIA, COPURES) se agrega la CENTRAL TERMoeLECTRICA NUEVA RENCA, ya que durante 1997 empieza a operar con su nueva tecnología de ciclo combinado que le permite utilizar Diesel y Gas Natural, aunque gran parte del 1997 aún utiliza fuel oil N°6.

3.1.4 Relaciones entre componentes período 1997-1998

En la figura 10 se expone las relaciones existentes entre los distintos componentes para el período. Como se podrá comparar, a diferencia del período anterior (figura 5) existe un mayor número de componentes y de interrelaciones.

En cuanto a los flujos de entrada y salida de cada uno de los componentes, hay que señalar que para poderlos comparar con los del período 1990-1993, es necesario analizar las relaciones entre los componentes utilizando los dos grupos de combustibles A y B – explicados en la página 23–.

En la Tabla 1 se presenta los flujos de entrada y salida para el componente EMALCO, los cuales han sido calculados utilizando los grupos de combustibles A y B. Como se podrá observar, el flujo de ingreso al componente EMALCO varía considerablemente entre los dos grupos de combustibles, en ambos casos el volumen del año 1998 supera al volumen del año 1997.

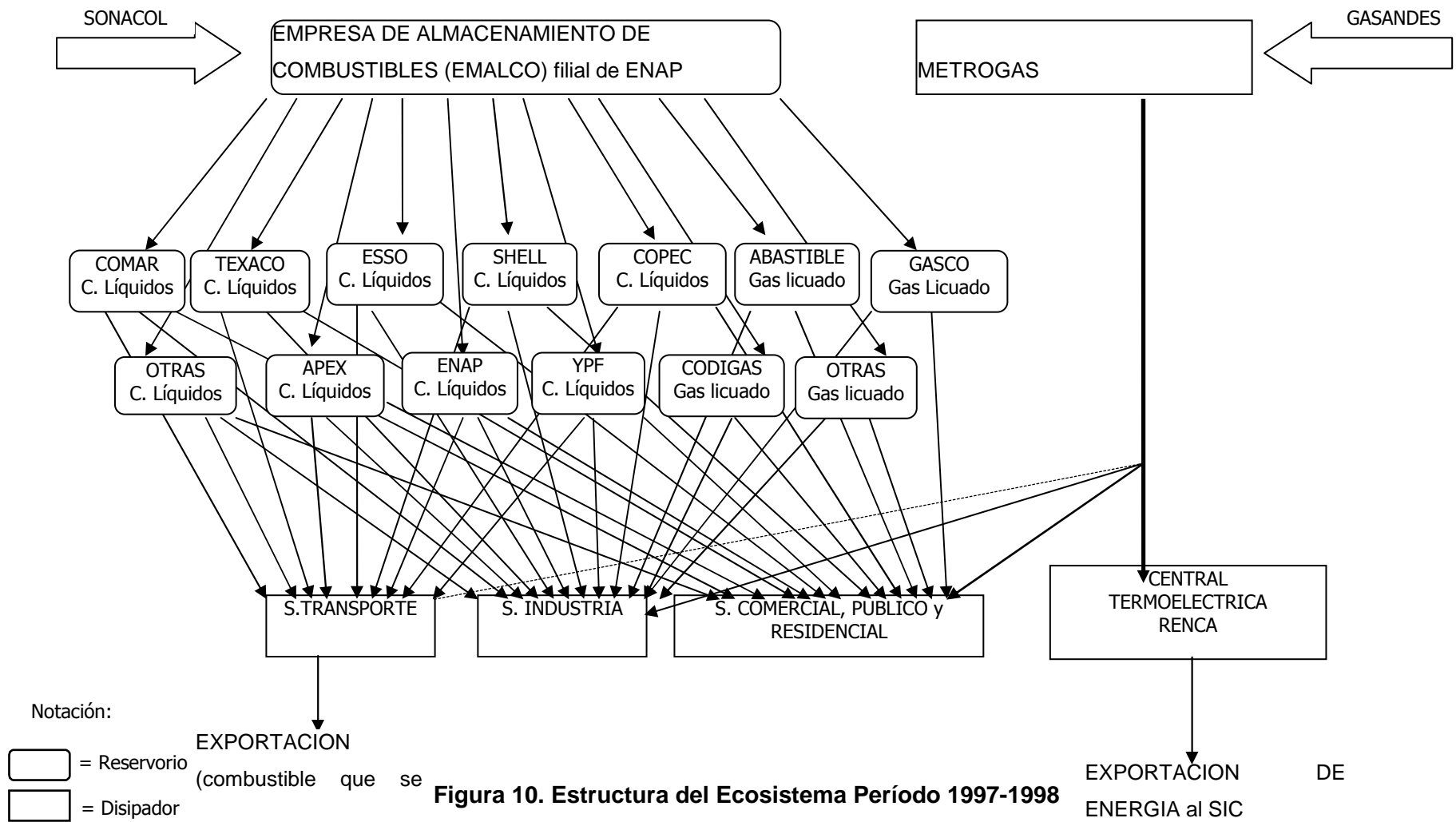


Figura 10. Estructura del Ecosistema Período 1997-1998

Nota: COMAR comercializa bajo marca SHELL desde 1998

Así también, como se esperaba, tanto para el grupo de combustibles A como para el grupo B, no se produce diferencias en los flujos que se dirigen hacia las empresas distribuidoras de gas licuado. Además para las empresas de gas licuado se observa que en el año 1998 el flujo disminuye lo que se debe al ingreso del gas natural.

Tabla 1. Flujos de Entrada y Salida del Componente EMALCO (En Teracalorías)

FLUJOS	1997 grupo A	1997 grupo B	1998 grupo A	1998 grupo B
I, emalco	35.786,10	38.122,09	39.515,71	43.015,41
To, emalco	-	-	-	-
E emalco	-	-	-	-
D emalco	-	-	-	-
T emalco,copec	11.519,53	12.557,74	13.146,34	14.696,73
T emalco,apex	1.047,23	1.141,61	1.168,56	1.306,38
T emalco,esso	4.974,34	5.422,66	5.842,82	6.531,88
T emalco,shell	5.497,96	5.993,47	7.011,38	7.838,25
T emalco,comar	785,42	856,21	-	-
T emalco,texaco	261,81	285,40	292,14	326,59
T emalco,ypf	785,42	856,21	730,58	868,39
T emalco,otros	5.021,58	5.115,97	5.445,17	5.568,46
T emalco,abastible	1.944,63	1.944,63	1.939,98	1.939,98
T emalco,gasco	2.474,98	2.474,98	2.469,06	2.469,06
T emalco,codigas	1.119,63	1.119,63	1.116,96	1.116,96
T emalco,agrogas	235,71	235,71	235,15	235,15
T emalco,otrasgas	117,86	117,86	117,57	117,57

Notación: **I** emalco, corresponde al flujo que viene del exterior a EMALCO; **E**: corresponde a su flujo de exportación; **D**: a su flujo de disipación; **To**: al flujo de entrada desde otros componentes; y, **T** emalco-copec: el flujo que deja EMALCO y contribuye directamente a COPEC.

En la Tabla 2 por su parte se resumen los flujos de entradas y salidas para los componentes: COPEC, METROGAS y RENCA. Pudiéndose observar que para el caso de COPEC las principales diferencias entre el grupo A y grupo B, se da en el flujo que ingresa al componente y en los flujos que contribuyen al sector INDUSTRIA para ambos años y a RENCA en el año 1997. Lo que se debe a la exclusión de los petróleos combustibles. Esto se repite para los demás componentes relacionados a empresas de distribución de combustibles líquidos –anexo 3 (página 77)–.

En cuanto a METROGAS la diferencia entre un año y otro (tanto para el grupo A como para el grupo B) es considerable, lo que se debe fundamentalmente al mayor consumo por parte del sector INDUSTRIA y a la CENTRAL RENCA. También se puede apreciar que en el año

1998, existe un flujo relativamente insignificante hacia las empresas COPEC y SHELL, que responde a pruebas de estas últimas de comercializar gas natural comprimido para el sector TRANSPORTE, lo que sin embargo resulta una propuesta interesante que puede modificar a futuro las interrelaciones en el sistema.

Tabla 2. Flujos de Entrada y Salida Componentes COPEC, METROGAS y RENCA

(En Teracalorías)

FLUJOS	1997 grupo A	1997 grupo B	1998 grupo A	1998 grupo B
I copec	-	-	-	-
To, copec	11,519.53	12,557.74	13,147.15	14,697.53
E copec	8.77	8.77	103.39	315.86
D copec	13.45	23.09	9.31	9.41
T copec,transporte	8,221.06	8,227.22	8,539.22	8,541.33
T copec,industria	2,863.83	3,521.85	3,418.04	4,753.75
T copec,copures	411.51	411.51	364.09	364.09
T copec,renca	0.92	365.33	713.10	713.10
I metrogas	781.89	781.89	7,023.25	7,023.25
To, metrogas	-	-	-	-
E metrogas	-	-	-	-
D metrogas	0.52	0.52	0.42	0.42
T metrogas,transporte	-	-	-	-
T metrogas,industria	91.73	91.73	1,658.23	1,658.23
T metrogas,copures	496.56	496.56	564.07	564.07
T metrogas,renca	193.08	193.08	4,799.19	4,799.19
T metrogas,copec			0.81	0.81
T metrogas,shell			0.52	0.52
I renca				
To, renca	194.00	801.34	5,512.29	5,512.29
E renca	105.39	336.17	2,998.68	2,998.68
D renca	88.62	465.17	2,513.60	2,513.60

Notación: **I**, corresponde al flujo que viene del exterior a la empresa; **E**: corresponde a su flujo de exportación; **D**: a su flujo de disipación; **To**: al flujo de entrada desde otros componentes; y, **T** empresa X–empresa Y: el flujo que deja empresa X y contribuye directamente a empresa Y.

Al final de la Tabla 2, aparecen adicionalmente los flujos correspondientes al componente RENCA, los mismos reflejan el paso de esta central al consumo de gas natural que se intensificó en 1998, puesto que en 1997 aún funcionó con combustibles gruesos y en parte con diesel.

En el anexo 3 (página 77) se presentan los demás resultados entre los componentes del período 1997-1998.

Por otra parte, en la Figura 11 se muestra comparativamente el ingreso de combustibles (energía) hacia el sistema desde el año 1990, considerando para ello el grupo de combustibles A (explicados en la página 23).

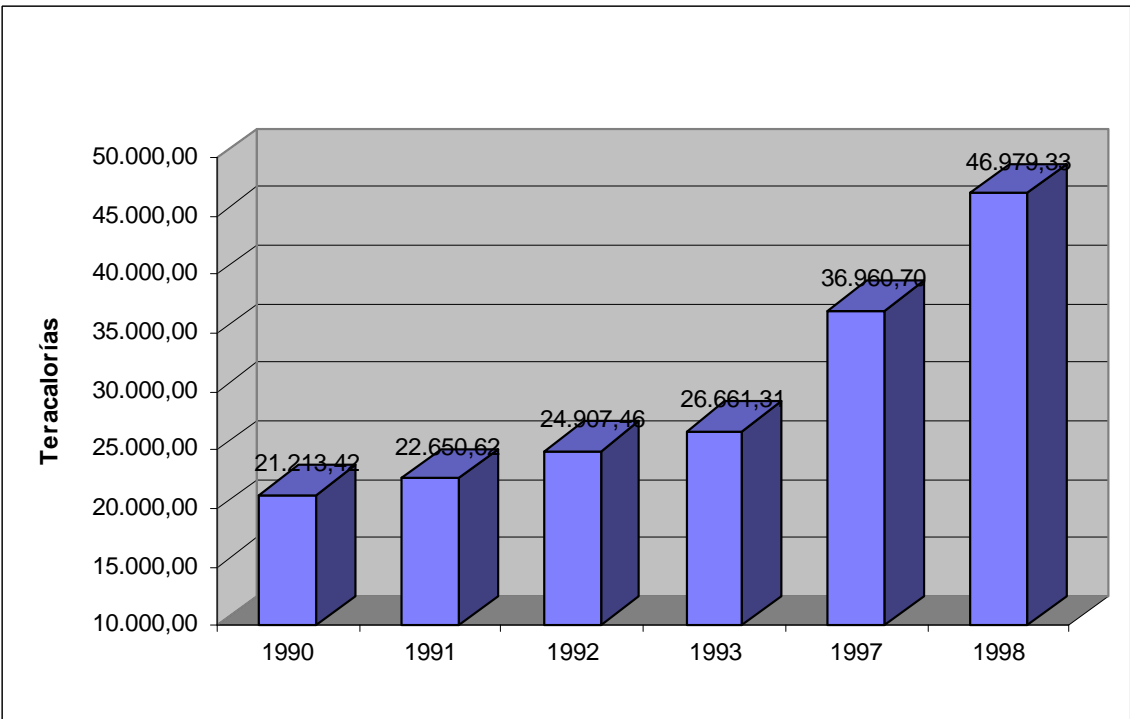


Figura 11. Comparación de la Entrada de Combustibles al Sistema entre 1990 y 1998

Realizando un resumen general de lo sucedido en la estructura del sistema para los dos períodos analizados. Se observa que en el período 1990-1993 el sistema inició con 16 componentes y 40 interrelaciones, luego durante el año 1992 ingresó un nuevo componente, por lo que finaliza con 17 componentes y 44 interrelaciones. Existiendo una diferencia considerable con lo observado para el período 1997-1998, donde el sistema cuenta con 19 componentes y 53 interrelaciones.

Además, el sistema pasa de tener dos relaciones intersistémicas a cuatro, pues en el período 1997-1998 el sistema cuenta con el ingreso de combustible a través del gasoducto propiedad de la empresa GASANDES que complementa a los combustibles que ingresan por SONACOL y también presenta un nuevo flujo de exportación a través de la generación de electricidad por parte de la CENTRAL RENCA que sale por medio del SIC.

3.2 Organización de los Flujos de Combustibles Grupo A, 1990-93/1997-98

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos respecto a la organización del sistema en cuanto a los flujos de combustibles para los años 1990-1993 y 1997-1998, vale la pena recordar que se trata de valores que reflejan la información mutua promedio y por tanto son a-dimensionales.

**Tabla 3. Resultados sobre la Organización del Sistema
(Información mutua promedio unidades a-dimensionales)**

	1990	1991	1992	1993	1997	1998
Capacidad, C	0,7847	0,7865	0,7883	0,7890	0,7835	0,8175
Exportación, E	0,0187	0,0203	0,0185	0,0175	0,0241	0,0506
Disipación, D	0,2315	0,2286	0,2315	0,2314	0,2307	0,2382
Redundancia, R	0,1716	0,1749	0,1780	0,1799	0,1719	0,1721
Overhead E+D+R	0,4219	0,4239	0,4281	0,4288	0,4268	0,4610
Ascendencia, A	0,3628	0,3625	0,3601	0,3601	0,3566	0,3565

Como puede apreciarse la Ascendencia del sistema disminuye de 0.3628 en 1990 a 0.3565 en 1998 y en general presenta una leve disminución año tras año –Tabla 4– a excepción de 1992-1993 donde prácticamente no varía (aumenta 0.00002). Esto indicaría la organización del sistema ha disminuido levemente.

Para determinar las causas por las que el índice Ascendencia disminuye resulta útil analizar la evolución de sus componentes. Así, si se recuerda que Ascendencia (A) es el resultado de la diferencia entre la Capacidad y el Overhead del sistema, $A = C - (E + D + R)$, donde la Capacidad del sistema (C), es el porcentaje del flujo total que pasa por cada uno de los componentes sumados a través de todos los componentes del ecosistema y que Overhead

(**E + D + R**), es el costo físico del mantenimiento de la red. En la tabla 4, se observa que tanto la Capacidad como el Overhead incrementan su valor de año en año.

Tabla 4. Variación Anual en los Componentes de Ascendencia
(Información mutua promedio unidades a–dimensionales)

	1990-1991	1991-1992	1992-1993	1997-1998
Variación Capacidad	0,00181	0,00179	0,00072	0,03402
Variación Overhead	0,00208	0,00416	0,00070	0,03419
Variación Exportación	0,00164	-0,00185	-0,00103	0,02647
Variación Disipación	-0,00286	0,00289	-0,00011	0,00752
Variación Redundancia	0,00330	0,00311	0,00185	0,0002
Variación Ascendencia	-0,00027	-0,00237	0,00002	-0,00016

El incremento de la Capacidad se entiende por cuanto refleja el permanente aumento en la cantidad de combustibles que ingresa al sistema –figura 11–. Sin embargo, se observa que es el Overhead el que se incrementa más rápidamente.

Precisamente esta variación más rápida del Overhead es la responsable de los descensos más notorios de la Ascendencia. Lo que evidencia que los costos físicos de mantenimiento del sistema durante esos años fueron más importantes.

Ahora bien, a ¿qué se debe los cambios en el Overhead?, para responder esta interrogante resulta necesario analizar los componentes del Overhead. Por lo que a continuación se analizan sus componentes: Exportación **E**, Disipación **D**, y Redundancia **R** del sistema.

La tabla 5 muestra el peso porcentual de estos tres indicadores en el Overhead, en la misma se observa que la Disipación y la Redundancia son los principales componentes del Overhead, mientras que la Exportación es la de menor peso, ya que precisamente esta es la actividad menos característica del sistema y que tan sólo repunta los dos últimos años cuando ingresa en el análisis la central RENCA.

Tabla 5. Composición Porcentual del Overhead Combustibles Grupo A

	1990	1991	1992	1993	1997	1998
Exportación, E	4,4%	4,8%	4,3%	4,1%	5,7%	11,0%
Disipación, D	54,9%	53,9%	54,1%	54,0%	54,1%	51,7%
Redundancia, R	40,7%	41,3%	41,6%	42,0%	40,3%	37,3%
Overhead E+D+R	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dada la importante participación de la Disipación en el Overhead resulta de interés conocer como varía este, junto a los otros dos, para analizar las razones por las que varía el valor del Overhead y en consecuencia la Ascendencia. A continuación se presenta este análisis.

3.2.1 Período 1990-1991

Como se puede observar en la figura 12, en el lapso 1990-1991, tanto el valor de la Redundancia como el de la Exportación aumentan, mientras que la Disipación disminuye, pese a ello el valor del Overhead aumenta –tabla 3 y 4– en una cuantía tal que Ascendencia se reduce. Esto quiere decir que los aumentos en Redundancia y en Exportación fueron suficientes para contrarrestar la caída de la Disipación.

Ahora bien, qué hechos explican los incrementos en la Exportación y Redundancia, y la disminución en la Disipación. En cuanto a la Exportación se explica por el hecho que el principal exportador del sistema para 1991; el componente TRANSPORTE aumenta su flujo de Exportación respecto al año 1990 –ver anexo 4 (página 80)–. Dentro del sector transporte es la aviación quien más responsabilidad tiene en este cambio, ya que el consumo de Kerosene de aviación pasa de representar el 8,2% de los combustibles consumidos en 1990 al 9,1% en 1991 –anexo 1 (página 67)–.

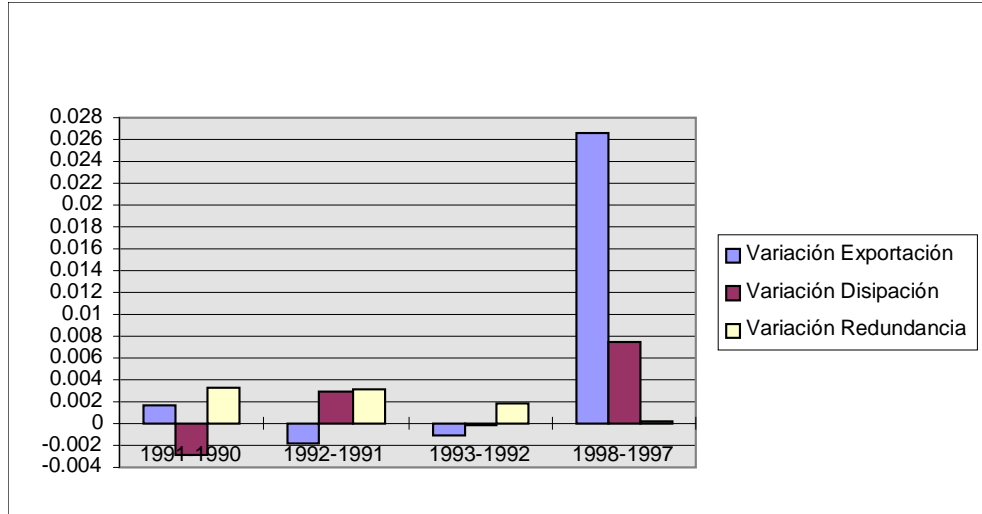


Figura 12. Variación Anual de Exportación, Disipación, Redundancia

Redundancia, refleja la sumatoria de los flujos de vías alternativas que se dirigen hacia los componentes TRANSPORTE y COPURES aumentan –ver detalle en anexo 4 (página 80)–. Lo que se debe a un mayor consumo de combustibles por parte de estos sectores.

Mientras que la Disipación disminuye como consecuencia de una menor Disipación del componente TRANSPORTE y de otras pequeñas disminuciones (respecto a 1990) de los componentes COPEC, ESSO y de las demás empresas comercializadoras de combustibles líquidos –anexo 4 (página 80)–. La explicación para la disminución en la Disipación corresponde por una parte, a que una mayor cantidad de combustibles se disipa fuera del sistema y por otra parte, las empresas comercializadoras puede haber tenido menores pérdidas en el consumo interno y en la evaporación.

No obstante, se debe recordar que la variación en el valor de la Ascendencia es aún más pequeña que la sucedida en los otros años –tabla 3–, lo que revela que durante este período no existieron factores de importancia que hagan disminuir la organización del sistema.

3.2.2 Período 1991-1992

Para estos años el Overhead aumenta debido al aumento en la Disipación y en la Redundancia, aumentos que cubren suficientemente la disminución registrada por la Exportación –figura 12–.

La Disipación aumenta principalmente debido a un incremento en la Disipación del componente TRANSPORTE y en menor cuantía debido a incrementos en la Disipación de las empresas distribuidoras de combustibles líquidos –anexo 4 (página 80)–. El TRANSPORTE aumenta su Disipación debido a que una mayor parte del combustible que consume se disipa dentro del sistema, es decir, la Exportación baja. Esto se constata al saber que el consumo de kerosene de aviación pasa de representar el 9,1% de los combustibles consumidos en 1991 al 8,13% en 1992 –anexo 1 (página 67)–.

Por su parte la Redundancia aumenta debido a los aumentos en los flujos hacia las vías alternativas y debido al ingreso de TEXACO, lo que significa un nuevo componente en el sistema, que si bien tiene una participación menor en el mercado significa una nueva vía alternativa.

Por lo que durante este período se sucedieron cambios visibles en la configuración de la organización (componente e interrelaciones), lo que precisamente ocasiona la disminución más evidente del valor de Ascendencia.

3.2.3 Período 1992-1993

En estos años se observa que la Exportación disminuye, aunque en menor cuantía que para el lapso anterior, la Disipación apenas disminuye y la Redundancia aumenta pero también en una menor cuantía que para 1991-1992 (figura 12). Todo esto hace que el valor de Overhead varíe apenas un poco menos que el de Capacidad, resultando un valor de Ascendencia prácticamente igual al observado en 1992.

Los pequeños cambios se explican, en el caso de la Exportación, nuevamente por una disminución en los flujos que se exportan por el componente TRANSPORTE –menor peso del kerosene de aviación, anexo 1 (página 67)–. Sin embargo esta disminución en la Exportación, con su equivalente aumento en la Disipación del TRANSPORTE, no son suficientemente grandes para compensar la disminución en la Disipación por parte de los

componentes empresas distribuidoras –anexo 4 (página 80)– que finalmente lo superan ligeramente y hacen que la Disipación total casi no varíe del año 92 al 93 –figura 12–.

En cuanto a la Redundancia el incremento que experimenta se debe fundamentalmente a los mayores flujos que van por las vías alternativas, ya que durante estos años no ingresa ningún componente.

Los cambios descritos se refieren más a los flujos, por lo que la articulación de la organización no varía, lo que explica que el valor de la Ascendencia para 1993 sea casi igual al de 1992. Por lo que la organización del sistema se mantiene casi constante.

3.2.4 Período 1997-1998

Para este período resalta el considerable aumento de la Exportación, seguida de un también importante aumento de la Disipación, mientras que la Redundancia prácticamente no varía – figura 12–.

El aumento de la Exportación se explica por el ingreso del componente CENTRAL NUEVA RENCA, pues esta Central al cambiar su tecnología (ciclo combinado) consume una considerable cantidad de diesel, que ocasiona el incremento en el flujo de Exportación. Este incremento hace que la Exportación pase de representar el 5,7% del Overhead en 1997 al 11% en 1998 –tabla 5–. Nótese que hasta aquí no se considera el ingreso del Gas Natural, pues este análisis sólo incluye los combustibles del grupo A.

La Disipación también se incrementa en forma importante debido al ingreso de la CENTRAL RENCA.

Finalmente, hay que señalar que son estos cambios en la articulación del sistema los que hacen que la Ascendencia disminuya levemente –tabla 3–. Sin embargo, este período de tiempo no permite visualizar cambios más representativos, como son los que debieron suceder entre los años 1995-1996 o 1996-1997 cuando ingresan en el sistema METROGAS y la CENTRAL RENCA inicia el consumo de diesel.

3.3 Organización de los Flujos de Combustibles Grupo B, 1997-98

En la tabla 6 se presentan los resultados sobre la organización del sistema para los flujos de combustibles grupo B (explicado en página 23), que incluye a una mayor cantidad de combustibles, pero que únicamente está disponible para los años 1997 y 1998.

Tabla 6. Resultados sobre la Organización de los Flujos de Combustibles Grupo B 1997-1998 (Información mutua promedio unidades a–dimensionales)

	1997	%	1998	%	Variación 1997-98
Capacidad, C	0,7895		0,8151		0,02562
Exportación, E	0,0264	6,1	0,0517	11,2	0,02529
Disipación, D	0,2365	54,7	0,2393	51,9	0,00279
Redundancia, R	0,1695	39,2	0,1698	36,8	0,0003
Overhead E+D+R	0,4325	100	0,4609	100	0,02839
Ascendencia, A	0,3570		0,3542		-0,00276

Como se observa, la Ascendencia del sistema disminuye entre 1997 y 1998, lo que se debe a un incremento en el Overhead, mayor al que se produce en Capacidad. El Overhead se incrementa debido al considerable incremento en la Exportación, que pasa de representar el 6,1% del Overhead en 1997 al 11,2% en 1998, y al incremento de la Disipación.

La razón del incremento de la Exportación es el ingreso de gas natural al sistema y, en particular, su posterior uso por la central nueva RENCA donde parte del mismo lo exporta al SIC como energía eléctrica. La misma razón ocasiona que la Disipación aumente, ya que parte del gas natural que ingresa al sistema es disipado dentro del sistema.

Ahora bien, si se compara estos resultados con los obtenidos para el grupo de combustibles A, para el mismo período –tabla 7–, se observa que en general pese a existir diferencias en los valores, la tendencia de variación de un año a otro se mantiene para los dos grupos de combustibles, cambiando únicamente la cuantía de las mismas.

**Tabla 7. Comparación Resultados Organización de los Flujos Grupos A y B
(Información mutua promedio unidades a–dimensionales)**

	GRUPO A		GRUPO B	
	1997	1998	1997	1998
Capacidad, C	0,7835	0,81758	0,7895	0,8151
Exportación, E	0,0241	0,05066	0,0264	0,0517
Disipación, D	0,2307	0,23825	0,2365	0,2393
Redundancia, R	0,1719	0,17216	0,1695	0,1698
Overhead E+D+R	0,4268	0,46107	0,4325	0,4609
Ascendencia, A	0,3566	0,35652	0,3570	0,3542

Así para el caso de la Ascendencia, se observa que la caída en su valor en 1998, es más pronunciada cuando se considera el grupo de combustibles más amplio (grupo B), lo que implica que a mayor sea el grupo de combustibles analizados, Ascendencia refleja con más claridad lo que sucede en la organización del sistema.

En cuanto a los otros, si bien Capacidad se incrementa para ambos grupos, para el grupo B el aumento es menos pronunciado que para el grupo A, lo mismo ocurre para el Overhead, la Exportación y la Disipación. Lo que se explica por la presencia del gas natural en el grupo B.

Dado que los resultados obtenidos para el grupo B mantienen la tendencia de los resultados obtenidos para el grupo A, esto explica que la leve disminución en Ascendencia responde a cambios sucedidos en la configuración del sistema (número de componentes e interrelaciones entre ellos) durante los períodos analizados. Estos cambios hacen que el sistema aumente levemente en complejidad.

3.4 Relación entre Actividad Económica y Organización del Sistema

3.4.1 Evolución del Sistema Económico Período 1990-1998

Entre 1990 y 1998 el PIB de la RM pasó de 1.736.608 millones de pesos a 3.178.937 millones de pesos (constantes de 1986), es decir, en ocho años casi se duplica. Y como se puede observar en la tabla 8, el PIB de la RM pasa de representar el 38,7% del PIB Nacional de 1990, al 39,2% en 1998. Este acelerado crecimiento de la economía chilena se tradujo en una expansión en el consumo de energía primaria, que entre 1986-1992 creció a una tasa promedio anual de 7,9%, mientras que sólo para 1992 la demanda de combustibles líquidos creció en un 8,1% (Maldonado, 1996).

Tabla 8. Producto Interno Bruto de la Región Metropolitana 1990-1993
En Millones de Pesos de 1986

Año	PIB RM	% del PIB Nacional	Variación Anual
1990	1.736.608	38.7	3.8
1991	1.904.349	39.3	9.7
1992	2.174.295	40.0	14.2
1993	2.352.444	40.5	8.2
1994	2.422.839	39.4	3.0
1995	2.685.251	39.5	10.8
1996	2.866.987	39.2	6.7
1997	3.099.931	39.2	6.8
1998	3.200.334	39.2	3.4

Fuente: Banco Central, Cuentas Nacionales, 2002.

Así también, en este período las principales actividades que contribuyeron al PIB de la RM fueron: la industria manufacturera, el comercio, los servicios financieros, los servicios personales y el transporte –tabla 9–. Las que en conjunto contribuyeron en más del 85% del producto de la región para cada uno de los años del período 1990-98. Si se considera que la mayoría de estas actividades se producen en la ciudad de Santiago, entonces resulta válido pensar que el PIB de la RM representa en gran medida la actividad económica de la ciudad.

Tabla 9. Participación de la RM 1990-1997 en el PIB según Actividad Económica

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Agropecuario-Silvícola	3,4%	3,4%	3,1%	2,9%	2,9%	2,7%	2,6%	2,2%

Sector	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Pesca	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,002%
Minería	0,9%	1,0%	1,0%	1,0%	1,1%	1,0%	0,9%	0,8%
Industria Manufacturera	22,1%	21,4%	21,2%	21,3%	21,1%	20,8%	20,5%	20,0%
Electricidad, Gas y Agua	1,4%	1,5%	1,8%	1,6%	1,7%	1,6%	1,2%	1,2%
Construcción	5,5%	5,4%	5,8%	6,6%	5,3%	5,7%	5,5%	5,7%
Comercio, Restaurantes y Hoteles	26,3%	26,6%	27,7%	27,6%	27,5%	28,5%	29,4%	30,1%
Transporte y Comunicaciones	9,0%	9,0%	9,2%	9,3%	9,6%	10,0%	10,2%	11,0%
Servicios Financieros (1)	26,1%	27,3%	26,5%	26,2%	27,2%	26,8%	26,7%	26,6%
Propiedad de Vivienda	6,0%	5,6%	5,0%	4,8%	4,8%	4,5%	4,4%	4,2%
Servicios Personales (2)	10,8%	10,2%	9,7%	9,3%	9,3%	8,7%	8,7%	8,4%
Administración Pública	3,5%	3,3%	2,9%	2,8%	2,7%	2,5%	2,4%	2,2%
Menos: Imputaciones Bancarias	-15,1%	- 14,7%	- 14,0%	- 13,5%	-13,3%	-12,9%	-12,7%	-12,4%
Producto Interno Bruto	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Banco Central, Cuentas Nacionales, 2000.

- (1) Incluye servicios financieros, seguros, arriendos de inmuebles y servicios prestados a empresas
(2) Incluye educación y salud pública y privada y otros servicios.

3.4.2 Análisis Estadístico

Tal como se señaló en los métodos de investigación de la sección 2.3.4 del segundo capítulo, a los resultados obtenidos se aplicó el coeficiente de correlación de rangos spearman (r_s) y una prueba estadística no paramétrica para un nivel de significancia a un valor de $p < 0.005$. En la Tabla 10 se exponen los resultados de este análisis.

Tabla 10. Correlación entre PIB-Ascendencia y sus Componentes

Par de Variables	Nº de casos	R Spearman	t(N-2)	p-level
PIB – ASCENDENCIA *	6	-0,942857	-5,65945	0,004805
PIB – CAPACIDAD	6	0,428571	0,948683	0,396501
PIB – OVERHEAD *	6	0,828571	2,9598	0,041563
PIB – REDUNDANCIA	6	0,142857	0,288675	0,787172
PIB – EXPORTACION	6	0,485714	1,111325	0,328723
PIB – DISIPACION	6	0,314286	0,662122	0,544093

De acuerdo a la Tabla 10 se observa que existen resultados significantes para las relaciones entre PIB–Ascendencia y PIB–Overhead. Sin embargo, la relación que se comprueba entre PIB–Ascendencia resulta ser negativa, lo que conlleva a rechazar la hipótesis planteada en la presente investigación.

Estos resultados muestran que existe una correlación monotónica negativa no paramétrica entre PIB y Ascendencia (-0.9428) para un nivel de significancia de 0.004, lo que permite afirmar que existe una asociación negativa entre estas dos variables. Lo que conduce a rechazar la relación positiva planteada en la hipótesis de la investigación.

La relación negativa entre PIB y Ascendencia implica que a incrementos en el PIB se suceden disminuciones en el índice de Ascendencia. La figura 13, representa la relación negativa existente entre estos dos indicadores.

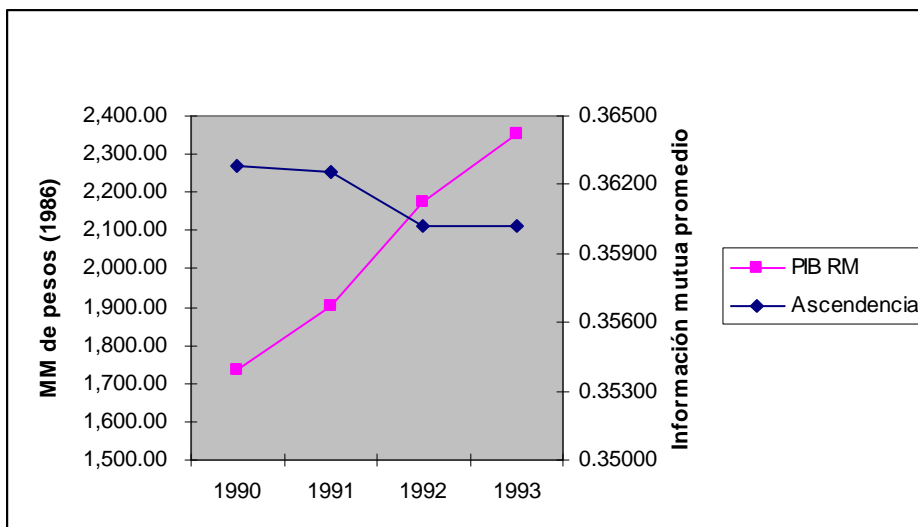


Figura 13. Relación entre PIB y Ascendencia

El segundo resultado importante que se ha obtenido del análisis estadístico corresponde a la comprobación de la existencia de una relación positiva entre PIB y Overhead. Existiendo entre estas dos variables una correlación monótonica positiva de 0.8285 para un nivel de significancia de 0,041. La figura 14 representa esta correlación.

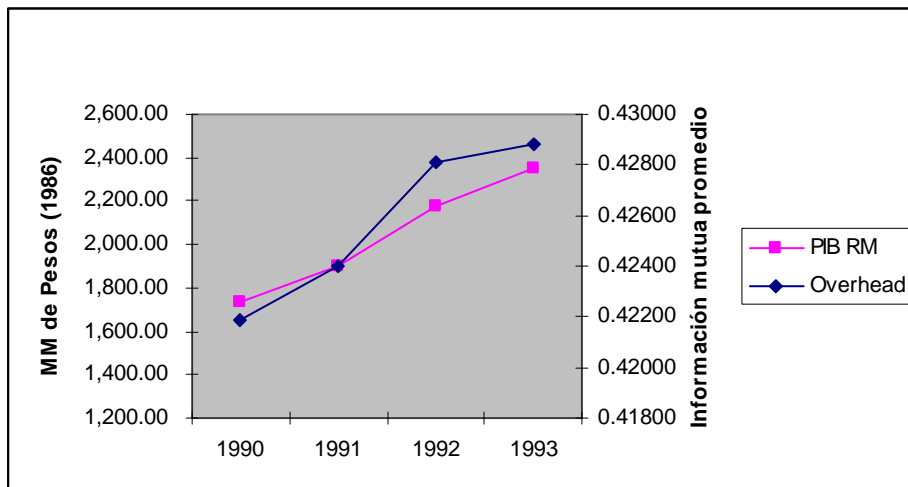


Figura 14. Relación entre PIB y Overhead

Esta correlación implica que incrementos ocurridos en el PIB influyen directamente en el costo de mantenimiento del sistema. Por lo que el crecimiento económico requiere de mayores costos (físicos) lo que provoca en última instancia un menor estado de organización del sistema. Puesto que se debe recordar que Ascendencia es el resultado de la diferencia entre el índice de Capacidad y el Overhead.

CAPITULO CUARTO

4. DISCUSIÓN

4.1 Cambios Temporales en la Organización

Se entiende por organización *al complejo de interacciones y propiedades de las estructuras que hacen posible la perpetuidad de la misma* (Kolasa y Pickett, 1989), y a Ascendencia como el un *indicador que mide la organización*, reflejando el *crecimiento de los flujos* en un incremento del indicador (Ulanowicz, 1987, 2000). Sin embargo, los resultados obtenidos en esta tesis muestran que a pesar que el ingreso de combustibles al sistema creció más del doble durante 1990 y 1998 –ver figura 10– el valor de Ascendencia disminuyó de forma leve –ver tabla 3–. Lo que significa que el sistema al final del período presentó un grado de organización levemente menor. Este hecho se explica por los cambios que ocurren en la estructura del sistema, pues como lo afirma la literatura de ecosistemas, los cambios en Ascendencia no suceden únicamente por cambios en los flujos sino que también pueden sucederse por cambios en la estructura. Los que suceden por alguno de los siguientes hechos: 1) existen cambios en el número de componentes, 2) variaciones en las interacciones establecidas entre los componentes, o bien 3) cambios en las tasas de transferencia entre los componentes (Ulanowicz y Abarca–Arenas, 1997, Ulanowicz, 2000). Estos cambios ocurren al comparar la estructura y las interrelaciones entre los componentes del sistema para los períodos: 1990-1993 –figura 5– y 1997-1998 –figura 10–, observándose que el número de componentes y de interrelaciones se incrementan, explicando la disminución de la Ascendencia del sistema.

Otro aspecto de importancia en la aproximación considerada en esta tesis, es que más allá del valor absoluto de Ascendencia, los resultados enfatizan los aspectos de la configuración de las relaciones y direcciones de los flujos más que el valor absoluto del flujo total de energía que ingresa al sistema (Ulanowicz, 1987). Por tanto, los resultados indican que el sistema es poco sensible al incremento en los flujos de energía, pero sí representan los cambios en la articulación del mismo, es decir, de las interacciones entre los componentes.

4.2 Crecimiento Económico y Organización del Sistema

De acuerdo a los resultados, la hipótesis que propone la relación positiva entre el crecimiento del PIB regional y Ascendencia fue rechazada. Pues el crecimiento económico no se traduce en una mayor articulación del sistema, ya que el incremento en el flujo total de energía, no se ve acompañado de un valor mayor de Ascendencia, por lo que no hay una relación directa entre mayor flujo y mayor organización del sistema estudiado.

Por lo contrario se observa que esta relación es negativa, lo que implica que el crecimiento económico, además de incrementar el consumo de combustibles fósiles y de flujos de energía en el sistema, influye en los cambios sucedidos en la estructura e interrelaciones del sistema, factores que explican la disminución de Ascendencia. Por lo que en definitiva son los incrementos en el PIB los que producen la leve disminución en los valores de Ascendencia.

Sin embargo, los resultados también han aportado una segunda explicación con sentido económico para la reducción de Ascendencia. El mismo tiene que ver con la existencia de la correlación positiva significativa entre PIB y Overhead, la que sugiere que ha incrementos del PIB se suceden también incrementos leves en el valor de Overhead. Es decir, el crecimiento económico ocasiona que los costos físicos de mantención del sistema – Overhead– también se incrementan levemente, con relación al valor de Ascendencia del sistema.

Por lo que, al menos en esta etapa de desarrollo económico de Chile (Banco Mundial, 2000) el crecimiento del PIB implica un mayor costo energético, lo que se refleja en un aumento en el valor del Overhead. Hecho que se constata al comprobar que para el período estudiado, Overhead se incrementa en mayor proporción –9,3%– que la Capacidad del sistema –4,2%–, ver tabla 3, y si se recuerda que Ascendencia es el resultado de la diferencia entre Capacidad y Overhead, entonces se entiende que la disminución de la Ascendencia se debe a que los costos de mantención se han incrementado más que el incremento en la Capacidad.

Esto significa que el sistema requiere de mayores insumos de energía para su funcionamiento, lo que tiene relación a lo señalado desde la teoría de ecosistemas en cuanto a que los organismos, los ecosistemas y la ecosfera entera poseen características termodinámicas capaces de crear y mantener un alto estado de orden interno, o lo que es lo mismo una condición de baja entropía (Jorgensen y Müller, 2000). Así como también, a lo planteado desde la teoría de sistemas, en cuanto a que las ciudades al ser sistemas abiertos son capaces de intercambiar materia y energía con los sistemas que la circundan, consiguiendo mayor orden interno –baja entropía– a cambio de un mayor desorden –alta entropía– en el ambiente externo (Bettini, 1998).

Esto concuerda con lo señala la teoría de ecosistemas, en cuanto a que el orden en el ecosistema es mantenido por la respiración, que continuamente produce desorden –disipación– hacia fuera del sistema (Jorgensen y Müller, 2000). Por lo que controlar el desorden interno –reparar y reemplazar las infraestructuras– le cuesta a la ciudad un consumo adicional de energía de la que emplea en su proceso de expansión (Bettini, 1998). Lo que concuerda con la analogía planteada por van Valen (1973), en la que al igual que la Reina Roja de la historia de Alicia en el país de las maravillas corre para mantenerse en el mismo sitio, la ciudad incrementa permanentemente el consumo de energía con el fin de mantener al sistema (Rueda, 1998).

Por otro lado se ha comprobado que el incremento de la Disipación también influye en el apareamiento del fenómeno denominado isla de calor de las ciudades (Bettini, 1998, Naredo, 1999, EPA, 2001). Fenómeno que ha sido muy bien analizado para Santiago, donde se ha comprobado que entre 1994 y 2001 hubo un aumento promedio de 2,7° en las temperaturas, que incluso superaron los 4° en algunos sectores del sur de la ciudad (Romero *et al.*, 1999).

Por otro lado, el incremento de la disipación tiene otra connotación que ha sido discutida con mucho interés por parte de autores de la llamada economía ecológica. Estos han planteado, entre otros temas, que la ley de la entropía supone un problema para los actuales modelos de desarrollo económico, por lo que es imposible mantener los actuales patrones de crecimiento económico (Georgescu-Roegen, 1971, Daly, 1980, Costanza, 1997, Costanza *et al.*, 2000). En consecuencia, plantean la necesidad que el modelo de crecimiento económico considere los límites biofísicos, el paradigma energético y la salud de los ecosistemas (Martinez-Alier, 1987, Costanza, 1992, 1997, Costanza *et al.*, 2000), proponiendo incluso la necesidad de lograr un estado estacionario de la economía (Boulding, 1966, Daly, 1980).

4.3 Limitaciones a la Aproximación Utilizada

No obstante, lo cuantitativo de esta aproximación y la elegancia para capturar la organización del sistema. La aproximación utilizada presenta algunas limitaciones que se exponen a continuación:

- La forma de cálculo de la Ascendencia usada por Hirata y Ulanowicz (1984), no considera un factor de proporcionalidad del sistema. Lo cual es común cuando se usa la teoría de la información. Sin embargo, posteriores desarrollos sugieren usarlo como una constante de proporcionalidad a la suma de los flujos que atraviesan el sistema.
- No considera los stocks de combustibles que pueden tener los componentes del sistema. Sin embargo, esto es aceptable debido a que en el sistema urbano los stocks no son muy representativos, pues responden a la lógica de maximización de beneficios económicos y por tanto las empresas mantienen los stocks mínimos necesarios.
- La estimación de la participación del mercado de combustibles se realizó con la información disponible que corresponde al ámbito nacional y no con la del área metropolitana como hubiese sido lo ideal, debido a que esta información al tener carácter confidencial para las empresas no esta disponible al público.

4.4 Implicaciones Teóricas

La aproximación desarrollada permite considerar algunos aspectos de relevancia:

- Existe una diferencia en el comportamiento de la organización de los flujos energéticos entre los sistemas urbanos y los ecosistemas naturales. Pues mientras que en los ecosistemas naturales un incremento de los flujos de energía conduce a un incremento en la organización del sistema (Contreras, 1998. Ulanowicz y Abarca, 1997), en los sistemas urbanos de acuerdo a los resultados de la investigación, no se apoya una conducta similar, debido a que la articulación del sistema cambia, lo que ocasiona que la organización disminuya levemente.

- Los resultados apoyan la existencia de una relación negativa entre PIB–Ascendencia y una relación positiva entre PIB–Overhead. Esto implica que el crecimiento de la actividad económica incide en los cambios de la articulación del sistema, y por otra parte sugiere, que el crecimiento económico aumenta el costo físico de mantención del sistema urbano. Este tipo de análisis permitiría cuantificar los costos físicos de mantención asociados al crecimiento económico en las ciudades.
- La Ascendencia es una aproximación que tiene su origen en la idea de flujos de la economía, considerada de una forma particular en la ecología y se ha usado en esta tesis para estudiar la organización de los flujos energéticos en la ciudad. Pues existe una similitud entre el método de cálculo del indicador Ascendencia y el PIB, ya que ambos se construyen sobre la base flujos de entrada y salida (Ulanowicz, 1987).

4.5 Aporte para la Gestión Ambiental

El aumento en el consumo de energía con el desarrollo de las ciudades es un tema conocido y estudiado por distintas disciplinas científicas. Sin embargo, la presente tesis, utilizando una aproximación ecosistémica analiza esta problemática desde la visión de la teoría general de sistemas, lo que permite dar una visión más holística de forma que se pueda abordar desde la interdisciplinariedad.

Las conclusiones de esta tesis permiten pensar que la Ascendencia puede servir para cuantificar el costo energético de mantención del sistema urbano (overhead) asociado a cambios en el PIB. Esto permitiría contar con una herramienta para la gestión ambiental, que ayudaría a tomar decisiones en lo relacionado al uso de la energía, el crecimiento económico y la expansión urbana sobre la base de variables cuantificables, puesto que permite evaluar sí los costos físicos de exportación, disipación y redundancia aumentan o disminuyen cuando incrementa la cantidad total de energía que requiere la ciudad.

De esta forma se podría diseñar políticas de gestión que permita a los sistemas urbanos ajustarse lo más posible a los principios energéticos que rigen para los sistemas naturales prósperos, tal como lo demandaba Odum (1980). Los sistemas

naturales tienden a un uso más eficiente de la energía, tienden a ajustar su estructura para cumplir ese propósito, tienden también a proporcionar retroalimentaciones que recompensan a sus fuentes de energía y materiales, y tienden a una mayor articulación y organización. Hechos que no cumplirían los sistemas urbanos y que se reflejan en gran parte en los valores obtenidos para Ascendencia, Capacidad y Overhead calculados en esta investigación. La implementación de políticas que promueven el uso eficiente de la energía, así como las que apoyan la sustitución de tecnologías por aquellas menos intensivas en el uso de energía, entre otras, están más acordes con los requerimientos para un mejor desempeño del sistema urbano, que deberían traducirse en menores valores de los componentes del overhead (exportación, disipación y redundancia) de la red energética de la ciudad y en consecuencia en un aumento de la ascendencia.

5. CONCLUSIONES

- El modelo propuesto sobre la estructura del ecosistema (figura 3) representa en buena forma al ecosistema, aunque fue necesario ajustarlo a las particularidades propias del sistema para los períodos en estudio 1990-1993 (figura 5) y 1997-1998 (figura 10).
- Existen variaciones temporales significativas, en cuanto al número de componentes y al número de interacciones, fluctuando entre 17 y 19 los componentes del ecosistema y entre 30 a 50 (aprox.) los flujos intrasistémicos. Además de la existencia de pocos flujos intersistémicos que varían entre 2 a 4 flujos, pero de importancia para el sistema.
- El volumen de combustibles que ingresa al sistema, tanto durante el período 90-93 como durante el período 97-98, se incrementa anualmente, llegando a ser en el año 1998 más del doble de los que ingresan en el año 1990. Esto era esperado dado que durante estos años el PIB de la RM se incrementó en casi el doble, lo que conlleva una mayor consumo de combustibles por parte de los distintos sectores de la economía.
- La investigación mostró que entre los años analizados la organización del sistema se reduce levemente. Lo que se debe a los cambios sucedidos en la articulación del sistema (componentes e interrelaciones).
- De acuerdo a los resultados, la hipótesis que propone la relación positiva entre el PIB regional y Ascendencia fue rechazada, por lo contrario se comprueba que esta relación es negativa. Por lo que incrementos en el PIB regional ocasionan disminuciones en el valor de Ascendencia.
- Se comprueba que el crecimiento económico ha influenciado en los factores del sistema que ocasionan la disminución en el valor de Ascendencia. Específicamente, se ha encontrado que existe una relación positiva y significativa entre PIB y Overhead, lo que sugiere que ha incrementos de PIB se suceden también incrementos en el valor de Overhead. Es decir, el crecimiento económico ocasiona que los costos físicos de mantención del sistema también se incrementen.

- Lo anterior significa que el sistema requiere de mayores insumos de energía para su funcionamiento, lo que tiene relación a la analogía planteada por Van Valen en 1973, en la cual al igual que la Reina Roja de la historia de Alicia en el país de las maravillas corre para mantenerse en el mismo sitio, la ciudad incrementa permanentemente el consumo de energía con el fin de mantener al sistema (Rueda, 1998).
- El crecimiento económico genera un mayor costo (físico) de mantención del sistema. Costo que se traduce en la generación de fenómenos que se denominan contaminantes como por ejemplo: isla de calor, polución, entre otros.
- El análisis con el grupo de combustibles B (más amplio) no cambia los resultados, al contrario marca aún más las tendencias observadas en los resultados para con el grupo de combustibles A.
- Por último, la realización de esta tesis muestra que es factible aplicar las herramientas de la teoría de ecosistemas en combinación con disciplinas como la economía con la finalidad de determinar el comportamiento de sistemas como las ciudades.

6. BIBLIOGRAFIA

- ATLAN, H., 1974. On a Formal Definition of Organization, *Journal of Theoretical Biology*, 45: 295-304.
- BANCO CENTRAL, 2002. Estadísticas. Cuentas Nacionales de Chile. (En línea), <<http://www.bancocentral.gov.cl>>. (Consulta: Abril del 2002).
- BANCO MUNDIAL, 2000. Beyond Economic Growth: Meeting the challenges of global development. (En línea) <<http://www.worldbank.org/depweb/beyond/beyondsp.htm>>. (Consulta: Abril 2002).
- BERTALANFFY, L. Von, 1968. Teoría General de Sistemas: Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. Fondo de Cultura Económica, México, 311 p.
- BETTINI, V., 1998. El balance de la ciudad y la ciudad como sistema disipador, p 77-132. En: Bettini, V. (Ed). *Elementos de Ecología Urbana*, Editorial Trotta, Madrid, 397 p.
- BOULDING, K., 1966. The economics of the coming spaceship Earth. En: H. Daly, 1980. *Economía, Ecología y Ética: Ensayos hacia una economía en estado estacionario*, pp 77-95, 1ra Edición en Español, Fondo de Cultura Económica, México, 387 p.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA, 1993. *El Sector Energía en Chile*, Alerce Talleres Gráficos, Santiago, 244 p.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA, 1998. *Balance Nacional de Energía: 1979-1998*, Alfabeta Artes Gráficas, Santiago, 206 p.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA, 1998. *El Sector Hidrocarburos en Chile*, Grupo 3 Comunicaciones Ograma, Santiago, 48 p.
- CONTRERAS, M., 1998. *Flujo de Carbono en el Ecosistema Río Clarillo*, Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, 147 p.
- COSTANZA, R., 1992. Toward an operational definition of ecosystem health, En: R. Costanza, B.G. Norton, and B.D: Haskell, (Eds). *Ecosystem Health: New Goals for Environmental Management*, Island Press, Washington, DC, 269 p.
- COSTANZA, R., 1997. An Introduction to Ecologic Economics, *Journal of Ecologic Economics*, Florida, 13: 232-267.
- COSTANZA, R., CLEVELAND, C., PERRINGS, Ch., 2000. Ecosystem and Economic Theories in Ecological Economics. En: Jorgensen, S.E., Müller, F.

- (Eds.), 2000. Handbook of Ecosystem Theories and Management, Lewis Publishers, New York, 584 p.
- DALY, H., 1980. Economía, Ecología y Ética: Ensayos hacia una economía en estado estacionario, 1ra Edición en Español, Fondo de Cultura Económica, México, 387 p.
 - DÍAZ, S., BUTERA, F., 1993. Prometeo e Proserpina. Le professioni dell' energia e dell' ambiente, Somedia. En: Bettini, V. (Ed). Elementos de Ecología Urbana, Editorial Trotta, Madrid, 397 p.
 - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2001. The Heat Island Reduction Initiative. (En línea). <www.epa.gov/globalwarming/action/local/heatisland/> (Consulta: abril 2002).
 - FLEISCHAKER, G., 1988. Autopoiesis: The status of its system logic, BioSystems, Elsevier Scientific Publishers Ireland, 22: 37-49
 - GEORGESCU-ROEGEN, N., 1971. The Entropy Law and The Economic Problem, en: H. Daly, 1989. Economía, Ecología y Ética: Ensayos hacia una economía en estado estacionario, 1ra Edición en Español, Fondo de Cultura Económica, México, 387 p.
 - HIGASHI, M., BURNS, T., 1991. Enrichment of Ecosystem Theory. En: M. Higashi & T. Burns, (Eds.), Theoretical Studies of Ecosystems: The Network Perspective, Cambridge University Press, London, pp 1-38.
 - HIRATA, H., ULANOWICZ, R., 1984. Information Theoretical Analysis of Ecological Networks, Int. J. Systems, 15 (3): 261-270.
 - JORGENSEN, S.E., 1992. Integration of ecosystem theories: a pattern. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 331 p.
 - JORGENSEN, S.E., 1994. Fundamentals of Ecological Modelling, 2nd edition, En: Developments in Environmental Modelling, 19, Elsevier, Amsterdam, 628 p.
 - JORGENSEN, S.E., MÜLLER, F. (Eds.), 2000. Handbook of Ecosystem Theories and Management, Lewis Publishers, New York, 584 p.
 - KEYNES, J.M., 1936. The general theory of employment interest and money. Mac Millan, London, 403 p.

- KIRK, R., 1984. Elementary Statistics, 2nd Edition, Brooks/Cole Publishing Company, California, p. 140-149.
- KOLASA, J., PICKETT, A., 1989, Ecological Systems and The Concept of Biological Organization, Ecology, 86: 8837-8841.
- LEONTIEF, 1951. The structure of the American Economy 1919-1939. En: R. ULANOWICZ, 1987. Growth and Development Variational Principles Reconsidered, European Journal of Operational Research, North Holland, 30: 173-178.
- MACARTHUR, R., 1955, Ecology, 36, 533. En: Hirata, H., Ulanowicz, R., 1984. Information Theoretical Analysis of Ecological Networks, Int. J. Systems, 15 (3): 261-270.
- MALDONADO, P., 1996. Energía y Sustentabilidad del Desarrollo Chileno, 147-190. En Osvaldo Sunkel (Ed). Sustentabilidad Ambiental del Crecimiento Económico Chileno, Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile, Santiago, 380 p.
- MARTINEZ-ALIER, 1987. Ecological economics: energy, environment and society. Blackwell, Cambridge, p 1-19.
- MARGALEFF, R. 1995. La Ecología entre la vida real y la física teórica. Investigación y ciencia. Editorial Prensa Científica, Barcelona, 951 p.
- MILLER, T., 1994. Recursos Energéticos No Renovables, pp 524-562. En: T. Miller (Ed), Ecología y Medio Ambiente. Grupo Editorial Iberoamérica, México, 876 p.
- MÜLLER, F., 1997. State of the Art in Ecosystem Theory. Ecological Modelling, 100: 135-161.
- NAREDO, J.M. 1999. Ciudades para un Futuro más Sostenible. Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla. (En línea). Universidad Politécnica de Madrid, Ministerio de Fomento de España, Madrid, <<http://www.habitat.aq.upm.es>> (Consulta: Noviembre 2000 y Abril 2002).
- ODUM, H.T., 1953. Fundamentals of Ecology. En: HIRATA, H., ULANOWICZ, R., 1984. Information Theoretical Analysis of Ecological Networks, Int. J. Systems, 15 (3): 261-270.

- ODUM, H.T., 1980. Ambiente, Energía y Sociedad. Editorial Blume, Barcelona, 409 p.
- O'NEIL, R.V., DE ANGELIS, D.L., WAIDE, J.B., ALLEN, T.F.H. 1989. A Hierarchical Concept of Ecosystems. New Jersey, Princeton University Press, 253 p.
- OTT, L., 1984. An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis, 2nd Edition, Duxbury Press, Boston, p. 121-274.
- PERAGALLO, A., 1997. Impacto del Gas Natural en el Consumo de Combustibles Derivados del Petróleo, Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Chile, 145 p.
- ROMERO, H., IHL, M., RIVERA, A., SALAZAR, P., AZOCAR, P., 1999. Rapid urban growth, land-use changes and air pollution in Santiago, Chile, Atmospheric Environment, 33: 4039-4047.
- RUEDA, S., 1998. Metabolismo y complejidad del sistema urbano a la luz de la ecología. (En línea) Universidad Politécnica de Madrid, Ministerio de Fomento de España, Madrid, <<http://www.habitat.aq.upm.es/cs/p2/a008.htm>> (Consulta: Octubre 2000).
- RUTLEDGE, R., BASORE, B., MULIOLLAND, R., 1976. Ecological stability: An information theory viewpoint, Journal of Theoretical Biology, 57: 355-371.
- SAMUELSON, P. 1999. Economía, 16ta edición, McGraw–Hill, Madrid, 771 p.
- SEREY, I., BUSTAMANTE, R.O., TOREL, M.I., RICHTER, P., YATES, L.R., 1997. Copper Contents in Mediterranean Ecosystem in South America. Environmental Monitoring and Assessment. 45(3): 223-235.
- TANSLEY, A., 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology, 16 (3): 284-307.
- ULANOWICZ, R., 1980. An hypothesis on the development of natural communities. Journal of Theoretical Biology, 85: 223-245.
- ULANOWICZ, R., 1987. Growth and Development Variational Principles Reconsidered, European Journal of Operational Research, North Holland, 30: 173-178.
- ULANOWICZ, R., ABARCA–ARENAS L., 1997. An informational synthesis of ecosystem structure and function. Ecological Modelling, 95: 1-10

- ULANOWICZ, R. 2000. Ascendancy: A Measure of Ecosystem Performance. En: S.E. Jorgensen and F. Müller (Eds), 2000. Handbook of Ecosystem Theories and Management, Lewis Publishers, New York, 584 p.
- VALERA, F., MATURANA, H., URIBE, R., 1974. Autopoiesis: The organization of living systems, its characterization and a model, BioSystems, Elsevier Scientific Publishers Ireland, 5: 187-196.
- VAN VALEN, L., 1973. A New Evolutionary Law, Evolutionary Theory, 1: 1-30.

ANEXOS

ANEXO 1

DATOS ESTADÍSTICOS PARA LA REGIÓN METROPOLITANA

Venta de Combustibles Terminal Región Metropolitana (m3)

Año	GLP	Gasolina 81 oct	Gasolina 93 Oct	Kerosene Doméstico	Kerosene Aviación	Diesel	TOTAL
1990	584.848	36.997	851.180	151.092	207.447	695.242	2.526.806
1991	631.504	32.860	910.691	175.318	246.056	706.602	2.703.031
1992	705.123		1.027.506	228.561	244.182	773.548	3.002.880
1993	757.559	4.833	1.112.991 ^a	242.542	250.752	825.624	3.194.301

Fuente: Boletín Estadístico ENAP para cada año.

a. Incluye gasolina 93 sin plomo

Porcentajes Venta de Combustibles por Tipo de Usuario

	Diesel			
	1990	1991	1992	1993
Industria	30.5%	29.1%	28.2%	27.0%
Transporte	68.0%	69.7%	70.9%	72.5%
Copures	-	-	-	
C Interno	0.5%	0.4%	0.4%	0.3%
Ranchos	1.0%	0.8%	0.7%	0.5%
	100%	100%	100%	100%

Calculado en base a: CNE, Balance de Energía 1973-1992 y SEC, Estadísticas 1997.

Porcentajes Venta de Combustibles por Tipo de Usuario

Años	Kerosene Doméstico			
	1990	1991	1992	1993
Industria	26.6%	26.6%	26%	25.4%
Copures	73%	73.4%	74.3%	74.6%
Años	GLP			
	1990	1991	1992	1993
Industria	9.7%	9.2%	9.5%	9.3%
Copures	90.3%	90.8%	90.5%	90.7%

Calculado en base a: CNE, Balance de Energía 1973-1992 y SEC, Estadísticas 1997.

Ventas RM Gas Ciudad (o Manufacturado)

Año	Miles de m3
1990	94.053
1991	95.053
1992	96.188
1993 ^e	97.161

Fuente: CNE, El Sector Energía en Chile, 1993. e) Estimado

El 10% lo consume la Industria y el 90% el sector COPURES, GASCO distribuye el 100%

Porcentajes de Participación de Mercado Combustibles Líquidos

	1990	1991	1992	1993 (estimado)
Copec	39	39	38	38
Apex	4	4	4	4
Esso	19	19	20	20
Shell	17	17	17	17
Comar	5	5	5	5
Gazpesa	3	4	3	3
Enap (mayoreo)	5.3	2.1	5.9	5
Texaco	0	0	2	3
Otros	7.7	9.9	5.1	5.0
Suma	100	100	100	100

Fuente: CNE, El Sector Energía en Chile, 1993

Nota: ENAP, comercializa directamente a grandes empresas, además del kerosene de aviación

Porcentajes de Participación Mercado Gas Licuado de Petróleo

	1990	1991	1992	1993(estim)
Abastible	33	34	35	36
Gasco	44	43	43	42
Codigas	17	17	17	17
Agrogas	4	4	3	3
Otras	2	2	2	2
	100	100	100	100

Fuente: CNE, El Sector Energía en Chile, 1993

Ventas en RM de Compañías Distribuidoras y ENAP por Producto y por Usuario. (m3) 1997

Combustible	Ind-Comer-Residencial	Empresas de Transporte ¹	Barcos y Aviones	Canal Minorista ²	Consumo interno ³	TOTAL
Gasolina 110-130	3,255	0	0	0	0	3,255
Gasolina 97 s/p	6,946	911	0	334,294	0	342,152
Gasolina 95 s/p	3,517	994	0	147,080	0	151,591
Gasolina 93 s/p	20,484	2,565	0	277,033	6	300,088
Gasolina 93	35,801	4,358	0	572,047	0	612,207
Gasolina 91	0	0	0	3,728	0	3,728
Gasolina 81(*)	41	7	0	13	0	61
Kerosene Aviación	323,712	118,321	0	0	4	442,037
Kerosene doméstico	109,447	5,880	0	104,020	9	219,357
Petróleo diesel	603,623	461,717	2,177	314,237	3,325	1,385,080
Petróleo N°5	54,528	0	0	0	31	54,559
Petróleo N°6	155,640	1	0	0	0	155,641
IFO-180	22,653	1,423	0	0	2,198	26,274
TOTAL	1,339,649	596,178	2,177	1,752,453	5,574	

Fuente: SEC, Estadísticas, 1997.

Notas:

1. Transporte por calles y caminos
 2. Ventas a Estaciones de Servicio y locales de venta al público en general.
 3. Consumos de los vehículos de las Empresas Distribuidoras.
- (*) incluye gasolina 87

**Ventas en RM de Compañías Distribuidoras y ENAP por Producto y por Usuario.
(m3) 1998**

Combustible	Ind-Com-Residencial	Empresas Transporte¹	Barcos y Aviones	Canal Minorista²	Consumo interno³	TOTAL
GASOLINA 81	0	0	0	0	0	0
GASOLINA 86	0	0	0	0	0	0
GASOLINA 87		0				0
GASOLINA 91	0	0	0	1,857	0	1,857
GASOLINA 93	18,591	3,642	0	462,583	5	484,821
GASOLINA 93 SP	23,210	2,406	0	251,539	10	277,165
GASOLINA 95 SP	5,416	3,788	0	203,976	0	213,180
GASOLINA 97 SP	6,996	2,887	0	451,154	0	461,037
GASOLINA AVIACION	3,656	9	0	0	0	3,665
KEROSENE AVIACION	393,715	135,962	10,962	0	0	540,639
KEROSENE DOMESTICO	125,486	4,637	0	89,988	16	220,127
NAFTA LIVIANA	6,756	0	0	0	0	6,756
P. COMBUSTIBLE N° 180	79,629	478	48,041	0	0	128,148
P. COMBUSTIBLE N° 5	20,874	0	0	0	24	20,898
P. COMBUSTIBLE N° 6	199,794	0	0	0	0	199,794
P. DIESEL	857,596	424,651	25,074	333,790	2,200	1,643,311
P. DIESEL A1	5,740	10,580	0	9,353	20	25,693
P. DIESEL A2	3,375	892	0	1,757	10	6,034
P. DIESEL B	12,720	2,627	20	0	0	15,367
Total	1,763,554	592,559	84,097	1,805,997	2,285	

Fuente: SEC, Estadísticas 1998

Notas:

1. Transporte por calles y caminos
2. Ventas a Estaciones de Servicio y locales de venta al público en general.
3. Consumos de los vehículos de las Empresas Distribuidoras.

Porcentajes de Participación de Mercado Combustibles Líquidos

	1997	1998
Copec	44%	45%
Apex	4%	4%
Esso	19%	20%
Shell	21%	24%
Comar	3%	
Texaco	1%	1%
Ypf	3%	4%
Otros	4%	2%

Fuente: CNE, El Sector Hidrocarburos en Chile

Nota: Apex es filial de Copec,

Comar desde 1998 comercializa bajo Shell

**GAS DE RED: Gas de ciudad (elaborado en la RM en base a Nafta, biogás y GL)
Ventas Mensuales por Región y Tipo de Consumidor (Mm³). Año 1997**

REGION METROPOLITANA							
Mes	Residencial	Comercial	Fiscal	Industrial	Empleados	Otros	Total
Enero	5,087	1,703	329	2,041	9	0	9,169
Febrero	4,038	1,593	277	1,915	7	0	7,830
Marzo	4,384	1,638	219	1,437	7	0	7,685
Abril	5,819	1,870	334	2,234	9	0	10,265
Mayo	6,856	2,182	381	2,519	10	0	11,948
Junio	9,513	2,638	540	2,094	14	0	14,799
Julio	10,672	2,923	752	2,112	16	0	16,474
Agosto	10,127	2,888	813	2,237	15	0	16,080
Septiembre	10,185	2,894	724	2,089	14	0	15,906
Octubre	8,657	2,504	541	2,206	10	0	13,919
Noviembre	8,438	2,425	659	1,383	11	0	12,916
Diciembre	7,048	2,037	452	666	9	0	10,211
TOTAL	90,824	27,296	6,021	22,932	130	0	147,204

Fuente: SEC, Estadísticas 1997

Ventas Mensuales GLP por Región y Tipo de Consumidor (Tn)
Año 1997 REGION METROPOLITANA

MES	ENVASADO (1)	GRANEL (2)	INYECCION RED (3)	TOTAL
Enero	17,309	8,340	0	25,649
Febrero	15,568	7,634	0	23,202
Marzo	23,534	11,446	0	34,980
Abril	24,139	11,603	0	35,742
Mayo	32,505	13,005	0	45,510
Junio	39,122	16,579	0	55,701
Julio	40,946	18,891	0	59,837
Agosto	35,638	15,879	0	51,517
Septiembre	32,170	13,126	0	45,296
Octubre	30,477	12,686	0	43,163
Noviembre	24,087	9,271	0	33,358
Diciembre	24,873	8,181	0	33,054
TOTAL	340,368	146,641	0	487,009

Fuente: SEC, Estadísticas 1997.

(1) Gas Licuado vendido en cilindros. Se supone utilizado principalmente por el componente COPURES

(2) Gas Licuado distribuido a estanques de almacenamiento, que es vendido contra entrega o a través de medidores. Por los volúmenes se lo clasifica bajo el componente INDUSTRIA

(3) Gas Licuado inyectado en las fábricas de Gas de Ciudad(Gas Manufacturado).

Ventas Mensuales de Gas de Ciudad por Regiones y Tipo de Consumidor
Año 1998. Región Metropolitana (Mm³)

Mes	Residencial	Comercial	Fiscal	Industrial	Empleados	Total
Enero	6,254	1,881	408	612	9	9,164
Febrero	4,962	1,695	319	500	7	7,482
Marzo	5,451	1,769	266	305	6	7,797
Abril	7,200	2,135	394	383	8	10,120
Mayo	8,903	2,359	528	389	10	12,188
Junio	9,915	2,724	591	424	9	13,664
Julio	11,523	2,881	734	452	11	15,601
Agosto	11,550	2,952	852	402	11	15,767
Septiembre	10,173	2,643	749	310	10	13,885
Octubre	7,885	2,101	605	225	9	10,825
Noviembre	6,609	1,914	520	190	8	9,241
Diciembre	4,869	1,801	418	172	7	7,267
TOTAL	95,293	26,854	6,384	4,365	106	133,001

Fuente: SEC, Estadísticas 1998.

**Ventas Totales de GLP por Mes y para cada Región (Tn)
Año 1998. Región Metropolitana**

Mes	Envasado	Granel	Inyección Red	TOTAL
Enero	20,235	6,884	0	27,119
Febrero	19,157	6,549	0	25,706
Marzo	25,161	10,256	0	35,417
Abril	29,673	11,639	0	41,312
Mayo	32,725	11,735	0	44,460
Junio	39,803	13,845	0	53,648
Julio	45,295	16,539	0	61,834
Agosto	39,195	14,817	0	54,012
Septiembre	32,227	12,306	0	44,533
Octubre	26,369	9,025	0	35,394
Noviembre	23,414	7,629	0	31,042
Diciembre	24,294	7,074	0	31,368
TOTAL	357,548	128,297	0	485,845

Fuente: SEC, Estadísticas 1998.

**Gas Natural Distribuido por Regiones y Tipo de Consumidor
Año 1998. Región Metropolitana (Mm3)**

Mes	Industrial	Comercial	Residencial	Fiscal	Estaciones de Servicio GNC	Otros	Total
Enero	21,346	-	87		1	21,434	42,868
Febrero	22,777	-	64		15	22,856	45,713
Marzo	24,788	0	91		(5)	24,874	49,748
Abril	29,392	0	148		21	29,561	59,122
Mayo	27,612	7	195		8	27,822	55,644
Junio	30,408	6	322		10	30,746	61,491
Julio	31,091	19	442		17	31,569	63,138
Agosto	31,531	38	620		22	32,212	64,423
Septiembre	30,691	35	759		15	31,532	63,032
Octubre	29,870	30	743		11	30,675	61,329
Noviembre	31,341	36	725		14	32,135	64,250
Diciembre	31,071	47	931		16	32,097	64,161
Total	341,916	219	5,128		144	347,514	694,921

Fuente: SEC, Estadísticas 1998

Nota: Las Empresas que comercializaron, como prueba, GNC fueron Copec y Shell
Otros, incluye centros de transformación

Porcentajes de Participación Mercado Gas Licuado de Petróleo

Compañía	1997	1998
Abastible	33%	33%
Gasco	42%	42%
Lipigas	No RM	No RM
Codigas	19%	19%
Enagas	No RM	No RM
Agrogas	4%	4%
Otras	2%	2%

Fuente: CNE, El Sector Hidrocarburos en Chile, 1998
Gasco, página web, 2000.

Nota: Las empresas Lipigas, Enagas y Codigas están relacionadas en términos de propiedad.

**Producto Interno Bruto para la Región Metropolitana 1986-1998
(Millones de pesos de 1986)**

Año	PIB RM	Participación en PIB Nacional (%)	Variación Anual (%)
1,985	1,206,464	37.3	
1,986	1,298,379	38.0	7.6
1,987	1,403,977	38.5	8.1
1,988	1,500,177	38.4	6.9
1,989	1,673,117	38.7	11.5
1,990	1,736,608	38.7	3.8
1,991	1,904,349	39.3	9.7
1,992	2,174,295	40.0	14.2
1,993	2,352,444	40.5	8.2
1,994	2,422,839	39.4	3.0
1,995	2,685,215	39.5	10.8
1,996	2,865,621	39.2	6.7
1,997	3,099,931	39.2	6.8
1,998 p	3,200,334	39.2	3.4

Fuente: Banco Central, Cuentas Nacionales, 2002

Nota: p. dato provisional

ANEXO 2

Flujos de Entrada y Salida para los Componentes Período 1990-1993 En Teracalorías

FLUJOS	1990	1991	1992	1993
Iemalco	20,743.16	22,175.35	24,426.52	26,175.50
To,emalco	-	-	-	-
Eemalco	-	-	-	-
Demalco	-	-	-	-
Temalco,copec	5,844.48	6,146.56	6,664.62	7,174.19
Temalco,apex	599.43	630.42	701.54	755.18
Temalco,esso	2,847.31	2,994.48	3,507.70	3,775.89
Temalco,shell	2,547.59	2,679.27	2,981.54	3,209.50
Temalco,comar	749.29	788.02	876.92	943.97
Temalco,gazpesa	449.58	630.42	526.15	566.38
Temalco,enap	2,659.41	2,543.26	3,230.21	3,198.48
Temalco,otros	1,153.91	1,560.28	894.46	943.97
Temalco,abastible	1,284.41	1,428.90	350.77	566.38
Temalco,gasco	1,712.55	1,807.14	1,642.41	1,814.96
Temalco,codigas	661.67	714.45	2,017.82	2,117.45
Temalco,agrogas	155.69	168.11	797.74	857.06
Temalco,otrasgases	77.84	84.05	140.78	151.25
Temalco,texaco			93.85	100.83
Icopec	-	-	-	-
To,copec	5,844.48	6,146.56	6,664.62	7,174.19
Ecopec	24.83	20.19	18.84	14.36
Dcopec	12.41	10.09	10.77	8.62
Tcopec,transporte	4,520.24	4,767.29	5,095.15	5,555.56
Tcopec,industria	898.12	897.76	959.66	986.08
Tcopec,copures	388.88	451.23	580.21	618.18
Iapex	-	-	-	-
To,apex	599.43	630.42	701.54	755.18
Eapex	2.55	2.07	1.98	1.51
Dapex	1.27	1.04	1.13	0.91
Tapex,transporte	463.61	488.95	536.33	584.80
Tapex,industria	92.11	92.08	101.02	103.80
Tapex,copures	39.88	46.28	61.07	65.07
Iesso	-	-	-	-
To,esso	2,847.31	2,994.48	3,507.70	3,775.89
Eesso	12.09	9.83	9.92	7.56
Desso	6.05	4.92	5.67	4.54
Tesso,transporte	2,202.17	2,322.53	2,681.66	2,923.98
Tesso,industria	437.55	437.37	505.09	518.99
Tesso,copures	189.45	219.83	305.37	325.36
Ishell	-	-	-	-
To,shell	2,547.59	2,679.27	2,981.54	3,209.50

FLUJOS	1990	1991	1992	1993
Eshell	10.82	8.80	8.43	6.43
Dshell	5.41	4.40	4.82	3.86
Tshell,transporte	1,970.36	2,078.05	2,279.41	2,485.38
Tshell,industria	391.49	391.33	429.32	441.14
Tshell,copures	169.51	196.69	259.57	276.56
Icomar	-	-	-	-
To,comar	749.29	788.02	876.92	943.97
Ecomar	3.18	2.59	2.48	1.89
Dcomar	1.59	1.29	1.42	1.13
Tcomar,transporte	579.52	611.19	670.41	731.00
Tcomar,industria	115.14	115.10	126.27	129.75
Tcomar,copures	49.86	57.85	76.34	81.34
Igazpesa	-	-	-	-
To,gazpesa	449.58	630.42	526.15	566.38
Egazpesa	1.91	2.07	1.49	1.13
Dgazpesa	0.95	1.04	0.85	0.68
Tgazpesa,transporte	347.71	488.95	402.25	438.60
Tgazpesa,industria	69.09	92.08	75.76	77.85
Tgazpesa,copures	29.91	46.28	45.81	48.80
Ienap	-	-	-	-
To,enap	2,659.41	2,543.26	3,230.21	3,198.48
Eenap	3.37	1.09	2.93	1.89
Denap	1.69	0.54	1.67	1.13
Tenap,transporte	2,479.45	2,468.99	2,986.53	2,985.51
Tenap,industria	122.05	48.34	149.00	129.75
Tenap,copures	52.85	24.30	90.08	81.34
Iotros	-	-	-	-
To,otros	1,153.91	1,560.28	894.46	943.18
Eotros	4.90	5.12	2.53	1.89
Dotros	2.45	2.56	1.44	1.13
Totros,transporte	892.46	1,210.16	683.82	730.20
Totros,industria	177.32	227.89	128.80	129.75
Totros,copures	76.78	114.54	77.87	81.34
Itextaco			350.77	566.38
To,texaco			0.99	1.13
Etexaco			0.57	0.68
Dtexaco			268.17	438.60
Ttexaco,transporte			50.51	77.85
Ttexaco,industria			30.54	48.80
Ttexaco,copures			-	-
Iabastible	-	-	-	-
To,abastible	1,284.41	1,428.90	1,642.41	1,814.96
Eabastible	-	-	-	-
Dabastible	-	-	-	-
Tabastible,transporte	-	-	-	-
Tabastible,industria	124.59	130.03	156.03	172.42

FLUJOS	1990	1991	1992	1993
Tabastible,copures	1,159.83	1,297.44	1,486.38	1,642.54
Igasco	470.26	475.27	480.94	485.80
To,gasco	1,712.55	1,807.14	2,017.82	2,117.45
Egasco	-	-	-	-
Dgasco	94.05	95.05	96.19	97.16
Tgasco,transporte	-	-	-	-
Tgasco,industria	203.74	202.47	230.17	240.02
Tgasco,copures	1,885.02	1,983.08	2,172.40	2,266.07
Icodigas	-	-	-	-
To,codigas	661.67	714.45	797.74	857.06
Ecodigas	-	-	-	-
Dcodigas	-	-	-	-
Tcodigas,transporte	-	-	-	-
Tcodigas,industria	64.18	65.02	75.79	81.42
Tcodigas,copures	597.49	648.72	721.96	775.64
Iagrogas	-	-	-	-
To,agrogas	155.69	168.11	140.78	151.25
Eagrogas	-	-	-	-
Dagrogas	-	-	-	-
Tagrogas,transporte	-	-	-	-
Tagrogas,industria	15.10	15.30	13.37	14.37
Tagrogas,copures	141.21	152.64	127.40	136.88
Iotras	-	-	-	-
To,otras	77.84	84.05	93.85	100.83
Eotras	-	-	-	-
Dotras	-	-	-	-
Totras,transporte	-	-	-	-
Totras,industria	7.55	7.65	8.92	9.58
Totras,copures	70.29	76.32	84.94	91.25
Itransporte				
To,transporte	13,455.52	14,436.11	15,603.73	16,872.44
Dtransporte	11,590.37	12,223.82	13,408.29	14,617.93
Etransporte	1,865.16	2,212.29	2,195.44	2,254.51
Iindustria				
To,industria	2,718.03	2,722.42	3,009.70	3,112.75
Dindustria	2,718.03	2,722.42	3,009.70	3,112.75
Eindustria				
Icopures				
To,copures	4,850.95	5,315.20	6,119.93	6,539.18
Dcopures	4,850.95	5,315.20	6,119.93	6,539.18
Ecopures				

ANEXO 3

Flujos de Entrada y Salida de los Componentes Período 1997-1998 Grupos de Combustibles A y B (En Teracalorías)

FLUJOS	1997 Grupo A	1997 Grupo B	1998 Grupo A	1998 Grupo B
Iapex	-	-	-	-
To,apex	1,047.23	1,141.61	1,168.56	1,306.38
Eapex	0.80	0.80	9.19	28.08
Dapex	1.22	2.10	0.83	0.84
Tapex,transporte	747.37	747.93	758.97	759.16
Tapex,industria	260.43	353.38	367.21	485.94
Tapex,copures	37.41	37.41	32.36	32.36
Tapex,renca	-	-	-	-
Iesso	-	-	-	-
To,esso	4,974.34	5,422.66	5,842.82	6,531.88
Eesso	3.79	3.79	45.95	140.38
Desso	5.81	9.97	4.14	4.18
Tesso,transporte	3,550.00	3,552.66	3,794.87	3,795.81
Tesso,industria	1,237.05	1,587.46	1,836.06	2,429.71
Tesso,copures	177.70	177.70	161.82	161.82
Tesso,centrotransformación	-	91.10	-	-
Ishell	-	-	0.03	0.03
To,shell	5,497.96	5,993.47	7,011.91	7,838.78
Eshell	4.19	4.19	55.14	168.46
Dshell	6.42	11.02	4.93	4.99
Tshell,transporte	3,923.69	3,926.63	4,554.34	4,555.47
Tshell,industria	1,367.27	1,703.41	2,203.28	2,915.65
Tshell,copures	196.40	196.40	194.18	194.18
Tshell,centrotransformación	-	151.83	-	-
Icomar	-	-	-	-
To,comar	785.42	856.21	-	-
Ecomar	0.60	0.60	-	-
Dcomar	0.92	1.57	-	-
Tcomar,transporte	560.53	560.95	-	-
Tcomar,industria	195.32	265.04	-	-
Tcomar,copures	28.06	28.06	-	-
Tcomar,centrotransformación	-	-	-	-
Itexaco	-	-	-	-
To,texaco	261.81	285.40	292.14	326.59
Etexaco	0.20	0.20	2.30	7.02
Dtexaco	0.31	0.52	0.21	0.21

FLUJOS	1997 Grupo A	1997 Grupo B	1998 Grupo A	1998 Grupo B
Ttexaco, transporte	186.84	186.98	189.74	189.79
Ttexaco, industria	65.11	88.35	91.80	121.49
Ttexaco, copures	9.35	9.35	8.09	8.09
Ttexaco, centro transformación	-	-	-	-
lypf	392.71	393.10	440.33	440.33
To, ypf	785.42	856.21	730.58	868.39
Eypf	0.90	0.90	9.19	28.08
Dypf	1.38	2.03	0.83	0.84
Typf, transporte	840.79	841.21	758.97	759.16
Typf, industria	292.99	363.09	367.21	485.94
Typf, copures	42.09	42.09	32.36	32.36
Typf, centro transformación	-	-	-	-
lotros	-	-	-	-
To, otros	5,021.58	5,115.97	5,445.17	5,568.46
Eotros	0.80	0.80	4.60	14.04
Dotros	1.26	2.14	0.41	0.42
Totros, transporte	4,721.72	4,722.28	5,240.37	5,240.46
Totros, industria	260.43	353.38	183.61	297.36
Totros, copures	37.41	37.41	16.18	16.18
Totros, centro transformación	-	-	-	-
labastible	-	-	-	-
To, abastible	1,944.63	1,944.63	1,939.98	1,939.98
Eabastible	-	-	-	-
Dabastible	-	-	-	-
Tabastible, transporte	-	-	-	-
Tabastible, industria	585.54	585.54	512.29	512.29
Tabastible, copures	1,359.09	1,359.09	1,427.69	1,427.69
lgasco	-	-	-	-
To, gasco	2,474.98	2,474.98	2,469.06	2,469.06
Egasco	-	-	-	-
Dgasco	-	-	-	-
Tgasco, transporte	-	-	-	-
Tgasco, industria	745.23	745.23	652.01	652.01
Tgasco, copures	1,729.75	1,729.75	1,817.06	1,817.06
lcodigas	-	-	-	-
To, codigas	1,119.63	1,119.63	1,116.96	1,116.96
Ecodigas	-	-	-	-
Dcodigas	-	-	-	-

FLUJOS	1997 Grupo A	1997 Grupo B	1998 Grupo A	1998 Grupo B
Tcodigas,transporte	-	-	-	-
Tcodigas,industria	337.13	337.13	294.95	294.95
Tcodigas,copures	782.51	782.51	822.00	822.00
Iagrogas	-	-	-	-
To,agrogas	235.71	235.71	235.15	235.15
Eagrogas	-	-	-	-
Dagrogas	-	-	-	-
Tagrogas,transporte	-	-	-	-
Tagrogas,industria	70.97	70.97	62.10	62.10
Tagrogas,copures	164.74	164.74	173.05	173.05
Iotras	-	-	-	-
To,otras	117.86	117.86	117.57	117.57
Eotras	-	-	-	-
Dotras	-	-	-	-
Totras,transporte	-	-	-	-
Totras,industria	35.49	35.49	31.05	31.05
Totras,copures	82.37	82.37	86.53	86.53
Itransporte				
To,transporte	22,752.01	22,765.85	23,836.48	23,841.18
Dtransporte	18,777.65	18,791.50	18,975.60	18,980.30
Etransporte	3,974.35	3,974.35	4,860.89	4,860.89
Iindustria				
To,industria	8,408.52	10,102.03	11,677.85	14,700.46
Dindustria	8,408.52	10,102.03	11,677.85	14,700.46
Eindustria				
Icopures				
To,copures	5,554.94	5,554.94	5,699.48	5,699.48
Dcopures	5,554.94	5,554.94	5,699.48	5,699.48
Ecopures			-	-

ANEXO 4

Resultados sobre Capacidad, Exportación, Disipación y Redundancia para los Flujos de Combustibles Grupo A

	1990	1991	1992	1993	1997	1998
T	62,982	67,300	74,067	79,383	109,656	133,220
I	21,213	22,651	24,907	26,661	36,961	46,979
Temalco	20,743	22,175	24,427	26,176	35,786	39,516
Tcopec	5,844	6,147	6,665	7,183	11,520	13,147
Tapex	599	630	702	756	1,047	1,169
Tesso	2,847	2,994	3,508	3,780	4,974	5,843
Tshell	2,548	2,679	2,982	3,213	5,498	7,012
Tcomar	749	788	877	945	785	X
Tgazpesa	450	630	526	567	X	X
Typf	X	X	X	X	1,178	1,169
Tenap	2,659	2,543	3,230	3,200	X	X
Totroslíquidos	1,154	1,560	894	944	5,022	5,445
Ttexaco	X	X	351	567	262	292
Tabastible	1,284	1,429	1,642	1,815	1,945	1,940
Tgasco	2,183	2,282	2,499	2,603	2,475	2,469
Tcodigas	662	714	798	857	1,120	1,117
Tagrogas	156	168	141	151	236	235
Totrosgas	78	84	94	101	118	118
Tmetrogas	X	X	X	X	782	7,023
Trenca	X	X	X	X	194	5,512
Ttransporte	13,456	14,436	15,604	16,872	22,752	23,836
Tindustria	2,718	2,722	3,010	3,113	8,409	11,678
Tcopures	4,851	5,315	6,120	6,539	5,555	5,699
CAPACIDAD						
Qemalco	0.246529	0.246529	0.246795	0.246835	0.244079	0.219289
Qcopec	0.069416	0.068333	0.067337	0.067734	0.078569	0.072959
Qapex	0.007120	0.007009	0.007088	0.007130	0.007143	0.006485
Qesso	0.033818	0.033290	0.035440	0.035649	0.033928	0.032424
Qshell	0.030258	0.029786	0.030124	0.030302	0.037499	0.038912
Qcomar	0.008899	0.008761	0.008860	0.008912	0.005357	X
Qgazpesa	0.005340	0.007009	0.005316	0.005347	X	X
Qypf	X	X	X	X	0.008035	0.006485
Qenap	0.031586	0.028274	0.032637	0.030172	X	X
Qotroslíquidos	0.013705	0.017346	0.009037	0.008905	0.034250	0.030217
Qtexaco	X	X	0.003544	0.005347	0.001786	0.001621
Qabastible	0.015255	0.015886	0.016594	0.017115	0.013263	0.010766
Qgasco	0.025926	0.025374	0.025246	0.024549	0.016881	0.013702
Qcodigas	0.007859	0.007943	0.008060	0.008082	0.007636	0.006198
Qagrogas	0.001857	0.001867	0.001422	0.001426	0.001608	0.001305
Qotrosgas	0.000925	0.000934	0.000948	0.000951	0.000804	0.000652

	1990	1991	1992	1993	1997	1998
Qmetrogas	X	X	X	X	0.005333	0.038975
Qrenca	X	X	X	X	0.001323	0.030590
Qtransporte	0.159814	0.160490	0.157654	0.159107	0.155180	0.132278
Qindustria	0.032283	0.030266	0.030409	0.029353	0.057350	0.064805
Qcopures	0.057616	0.059090	0.061833	0.061665	0.037887	0.031629
EXPORTACION						
Eemalco	-	-	-	-	-	-
Ecopec	0.004248	0.003284	0.002827	0.002000	0.000761	0.007864
Eapex	0.004248	0.003284	0.002827	0.002000	0.000761	0.007865
Eesso	0.004248	0.003284	0.002827	0.002000	0.000761	0.007865
Eshell	0.004248	0.003284	0.002827	0.002000	0.000761	0.007864
Ecomar	0.004248	0.003284	0.002827	0.002000	0.000761	X
Egazpesa	0.004248	0.003284	0.002827	0.002000	X	X
Eypf	X	X	X	X	0.000761	0.007865
Eenap	0.001269	0.000427	0.000906	0.000591	X	X
Eotroslíquidos	0.004248	0.003284	0.002827	0.002001	0.000159	0.000844
Etexaco	X	X	0.002827	0.002000	0.000761	0.007865
Eabastible	-	-	-	-	-	-
Egasco	-	-	-	-	-	-
Ecodigas	-	-	-	-	-	-
Eagrogas	-	-	-	-	-	-
Eotrosgas	-	-	-	-	-	-
Emetrogas	X	X	X	X	-	-
Erenca	X	X	X	X	0.543218	0.544000
Etransporte	0.138616	0.153247	0.140700	0.133621	0.174681	0.203926
Eindustria	-	-	-	-	-	-
Ecopures	-	-	-	-	-	-
DISIPACION						
Remalco	-	-	-	-	-	-
Rcopec	0.002124	0.001642	0.001615	0.001200	0.001168	0.000708
Rapex	0.002124	0.001642	0.001615	0.001200	0.001168	0.000708
Resso	0.002124	0.001642	0.001615	0.001200	0.001168	0.000708
Rshell	0.002124	0.001642	0.001615	0.001200	0.001168	0.000704
Rcomar	0.002124	0.001642	0.001615	0.001200	0.001168	X
Rgazpesa	0.002124	0.001642	0.001615	0.001200	X	X
Rypf	X	X	X	X	0.001167	0.000708
Renap	0.000634	0.000214	0.000517	0.000354	X	X
Rotroslíquidos	0.002124	0.001642	0.001615	0.001201	0.000251	0.000076
Rtexaco	X	X	0.001615	0.001200	0.001168	0.000708
Rabastible	-	-	-	-	-	-
Rgasco	0.043088	0.041646	0.038494	0.037323	-	-
Rcodigas	-	-	-	-	-	-
Ragrogas	-	-	-	-	-	-
Rotrosgas	-	-	-	-	-	-
Rmetrogas	X	X	X	X	0.000665	0.000060
Rrenca	X	X	X	X	0.456782	0.456000

	1990	1991	1992	1993	1997	1998
Rtransporte	0.861384	0.846753	0.859300	0.866379	0.825319	0.796074
Rindustria	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
Rcopures	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
REDUNDANCIA						
Hacia Transporte	0.107285	0.110497	0.108633	0.111080	0.092957	0.073753
Hacia Industria	0.026157	0.024329	0.025419	0.024734	0.048509	0.050672
Hacia Copures	0.038202	0.040111	0.044003	0.044089	0.027424	0.022402
Hacia Renca	X	X	X	X	0.003069	0.025329