

La sustentabilidad ecológica en la gestión de residuos sólidos urbanos

Indicadores para la Región Metropolitana de Buenos Aires

María Di Pace
Alejandro Crojethovich



©UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SARMIENTO

Marzo de 1999

ISBN: 987-9300-11-4

1° Edición



Licencia Creative Commons 4.0
Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada (by-nc-nd)

La sustentabilidad ecológica en la gestión de residuos sólidos urbanos Indicadores para la Región Metropolitana de Buenos Aires

*María Di Pace**
*Alejandro D. Crojethovich***

** Investigador docente. Profesora Titular del Área de Ecología Urbana. Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento.*

*** Investigador docente. Asistente del Área de Ecología Urbana. Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento.*

Colección Investigación
Serie Informes de Investigación N° 3

INSTITUTO DEL CONURBANO



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SARMIENTO

AUTORIDADES

Rector

Prof. José Luis Coraggio

Vicerrectora

Lic. Susana Hintze

Director del Instituto de Ciencias

Lic. Adolfo Vispo

Directora del Instituto del Conurbano

Dra. María Di Pace

Director del Instituto de Industrias

Dr. Francisco Gatto

Director del Instituto del Desarrollo Humano

Dr. Roberto Noel Domecq

Secretaria de Investigación

Lic. Susana Hintze

Secretaria Académico

Lic. Claudia Danani

Secretario General

Prof. José María Beltrame

Secretaria Administrativa

Dra. Daniela Guardado

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Aclaración. | 9 |
| Introducción. | 11 |
| I. Conceptos sobre sustentabilidad. | 12 |
| I.1 El significado de sustentabilidad. | 13 |
| I.2 La sustentabilidad ecológica. | 14 |
| II. Funciones ecológicas y sustentabilidad. | 15 |
| II.1 El ciclo de la materia en la Región Metropolitana de Buenos Aires. | 19 |
| II.2 Funciones ecológicas. | 25 |
| III. Indicadores de sustentabilidad ecológica. | 29 |
| III.1 Criterio conceptuales. | 29 |
| III.2 Condiciones necesarias de los indicadores. | 29 |
| IV. Indicadores de sustentabilidad urbana para la gestión de residuos sólidos. | 32 |
| IV.1 Algunas consideraciones generales. | 32 |
| IV.2 ¿Qué está pasando en esta parte del ciclo de la materia?. | 32 |
| IV.3 Estudio de caso: la Región Metropolitana de Buenos Aires. | 32 |
| V. Cálculo de los indicadores. | 35 |
| V.1 Indicadores de referencia. | 35 |
| V.2 Indicadores holísticos. | 49 |
| V.3 Indicadores distributivos. | 53 |
| V.4 Indicadores proyectivos. | 56 |
| V.5 Indicadores de control de gestión. | 59 |
| VI. Consideraciones finales. | 61 |
| Anexo I. Estimación de la cantidad de residuos producidos en la RMBA. | 69 |
| Glosario. | 75 |
| Bibliografía citada. | 76 |

*"De una ciudad no disfrutas las siete o
las setenta maravillas, sino la respuesta que
da a una pregunta tuya"*

**Italo Calvino,
Las ciudades invisibles**

ACLARACIÓN

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación de carácter interdisciplinario denominado “Características de la Producción, Recolección y Eliminación de los Residuos Sólidos y sus efectos sobre la Competitividad y la Sustentabilidad Ambiental en la Zona del ex partido de General Sarmiento”, que se lleva a cabo en el Área de Ecología Urbana del Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS).

El equipo del proyecto de investigación está formado por los siguientes investigadores-docentes:^I

Borello, José A. (geógrafo, economía industrial)

Cassano, Daniel (abogado, derecho ambiental)

Crojethovich, Alejandro D. (biólogo, ecología urbana)

Di Pace, María (bióloga, ecología urbana)

Federico Sabaté, Alberto M. (economista, economía ambiental)^{II}

González, Julia (ayudante alumna)

Pasquali, Ricardo (ingeniero químico, ecología industrial)

Suárez, Francisco (antropólogo, actores y políticas ambientales)

Los documentos que forman parte de la investigación en la actualidad, son los que se mencionan a continuación:

Francisco Martín Suárez. “Que las recojan y arrojen fuera de la Ciudad: Historia de la gestión de los residuos sólidos (las basuras) en Buenos Aires”. **Serie Documentos de Trabajo N° 8**. Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento, febrero de 1998.

Daniel Cassano. Manual de Gestión “Residuos Sólidos Urbanos. Cuestiones Institucionales y Normativas”. **Colección Extensión N° 2**. Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento, julio de 1998.

Daniel Cassano. El marco jurídico institucional de la gestión ambiental de los residuos sólidos urbanos. Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento, en preparación.

José Borello. “El reciclado de papel y cartón en la Argentina: Obstáculos y posibilidades”. **Serie Documentos de Trabajo N° 5**. Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento, setiembre de 1997.

Alberto Federico Sabaté. “El circuito de los residuos sólidos urbanos, su situación en la Región Metropolitana de Buenos Aires y en el partido de General Sarmiento”. **Serie Informes de Investigación N° 5**. Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento, febrero de 1999.

Queremos agradecer a nuestros compañeros de trabajo: José Borello, Alberto Federico Sabaté, Rubén Lombardo, Griselda Alsina y Ricardo Pasquali por la discusión y las correcciones sugeridas a este trabajo. A Laura Reboratti por su ayuda en la utilización del Sistema de Información Geográfica.

I- Los nombres de los investigadores docentes van seguidos de su profesión y campo de actividad en el equipo de investigación.

II- Coordinador del equipo de investigación.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se discuten algunos aspectos relacionados con la sustentabilidad, en particular con la sustentabilidad ecológica en relación con la gestión de los residuos sólidos urbanos. La escala geográfica se refiere en general la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) y de manera particular a los distintos municipios que la componen, comparando el manejo de los residuos sólidos que se realiza en ellos a través del diseño y aplicación de indicadores de sustentabilidad urbana.

Existe, a nivel internacional y particularmente a nivel nacional, una reducida bibliografía y sobre todo escasa investigación aplicada a los indicadores de sustentabilidad en general y a lo urbano en particular. Hay aún menos si se focaliza en la gestión de residuos sólidos urbanos. Entre las principales causas de esta escasez se encuentran la carencia de series temporales y espaciales de datos sobre generación, recolección y disposición de los residuos. Lo mismo puede comentarse respecto a los datos referidos al estado de los recursos, fundamentalmente agua y suelo, por la carencia de trabajos continuos de monitoreo de los mismos. Dicha información resulta esencial para la aplicación de indicadores de sustentabilidad para los cuales las variables tiempo y espacio son de enorme significación.

En esta investigación, a) se contempla el análisis de los conceptos de sustentabilidad y sustentabilidad ecológica y sus principales relaciones con los servicios ecológicos, b) se analiza el ciclo de la materia en la RMBA focalizando los principales flujos relacionados con la producción, circulación y disposición de los residuos sólidos y c) teniendo en cuenta un marco general de criterios y condiciones para la formulación de indicadores de sustentabilidad ecológica y de manera específica, para indicadores de sustentabilidad para los residuos urbanos, se formulan un conjunto de indicadores de sustentabilidad urbana para la gestión de residuos sólidos. Una serie de ellos son aplicados a las distintas etapas de la gestión de los residuos sólidos de la RMBA.

Consideramos que la aplicación de este tipo de herramienta puede ser de utilidad para el monitoreo de la gestión de residuos a nivel municipal. Así, este trabajo intenta más allá de la discusión y aplicación de una metodología de análisis del manejo de los residuos sólidos urbanos y el cálculo de algunos indicadores, fomentar la discusión sobre la utilidad de los mismos y su aplicabilidad en el campo de la ecología urbana.

I. CONCEPTOS SOBRE SUSTENTABILIDAD

El concepto de sustentabilidad está íntimamente ligado al de Desarrollo Sustentable o Sostenible y frecuentemente es asumido como un término “mágico” de superación en el debate que se viene dando en las últimas tres o cuatro décadas sobre conceptos anteriores tales como desarrollo integral y ecodesarrollo, en referencia a desarrollo y ambiente.

Si bien el término Desarrollo Sustentable fue utilizado por primera vez por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources - IUCN) en el documento denominado *World Conservation Strategy* (1980), alcanza una conceptualización más definida en el informe de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo formada a partir de la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972) titulado **Nuestro Futuro Común** (1987), también llamado Informe Brundtland por el rol protagónico de la Primer Ministro de Noruega en dicha comisión. El documento hace un llamamiento en pos de un desarrollo sustentable, enunciado como: “**la humanidad está en condiciones de realizar un desarrollo sustentable en el tiempo, en forma tal que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones en atender sus propias necesidades**”.

A partir de allí, el concepto de desarrollo sustentable comienza a ser utilizado y citado por distintas personas y sectores de la sociedad a nivel nacional e internacional, variando los contenidos del mismo, de acuerdo a quien lo emplea.

Si consideramos que el objetivo del desarrollo sustentable es el mejoramiento de la calidad de vida humana, que puede implicar el manejo e incluso la transformación de los ecosistemas, aprovechando sus bienes y servicios, minimizando los conflictos que producen la explotación de los mismos y distribuyendo los costos y beneficios ecológicos entre las poblaciones involucradas; el concepto de desarrollo sustentable no supone

como objetivo único la conservación de la naturaleza en su estado original, sino que significa la aplicación de un modelo de desarrollo que minimize la degradación o destrucción de la base ecológica de producción y habitabilidad, y permita el desarrollo de las futuras generaciones¹.

La naturaleza de esta concepción sugiere que este concepto se basa en tres pilares:

- El manejo ambiental;
- El desarrollo social, económico y político; y
- El bienestar humano.

La sustentabilidad de los recursos naturales básicos de las ciudades (particularmente referidos al relieve, al agua, al suelo, al aire, a la cubierta vegetal) se ha vuelto crítica debido fundamentalmente al tipo de uso y manejo que se ha hecho de dichos recursos. Se entorpecen o alteran las funciones ecológicas relacionadas con procesos ecosistémicos básicos como el desarrollo del ciclo hidrológico; de los ciclos biogeoquímicos más importantes: como el del carbono, del oxígeno, del azufre, del nitrógeno y otros; y el ciclo de la materia en general.²

En la Argentina, los estudios sobre la problemática ambiental de las ciudades son poco frecuentes y la mayoría considera aspectos parciales de dicha problemática. Existe un sesgo muy marcado a contemplar las consecuencias - generalmente negativas - de la actividad del hombre sobre los sistemas urbanos, y no la interacción entre ambos. Es decir, la dimensión social, económica y física, entendida como una resultante de la relación de la población y sus actividades con el medio físico, es muchas veces mal valorada.

Del mismo modo, algunos estudios urbanos están frecuentemente sesgados hacia el análisis del comportamiento social y su relación con

1- Di Pace (1992).

2- Morello (1996).

el ambiente construido, (la dotación de la infraestructura de la ciudad); menospreciando la interpretación de la relación establecida con los recursos naturales básicos. Los problemas considerados como ambientales se refieren fundamentalmente al hábitat, sin acceder a una escala mayor de análisis que integre las distintas variables (físicas, biológicas, antrópicas) y cuyas interrelaciones den cuenta del funcionamiento del así llamado "ambiente urbano".

Existen en la conformación de las ciudades distintas interacciones entre los recursos naturales básicos (el relieve, el agua, el aire, el suelo, la fauna y la flora); los recursos construidos (sus edificios e infraestructura) y la población que vive en ellas. El uso y manejo de estos recursos dependen de una serie de relaciones que algunos autores sintetizan en la relación entre la sociedad y la naturaleza, y otros en la relación hombre - ambiente. Esta relación varía fundamentalmente de acuerdo a las políticas socioeconómicas implementadas a lo largo de los distintos procesos históricos.

Como se expresó anteriormente existe distinta conceptualización sobre el desarrollo sustentable y una enorme cantidad de literatura producida a partir de la publicación del Informe Brundtland, sin embargo si procuramos un análisis sintético es posible reconocer tres enfoques principales³:

- a. Un enfoque "neo - liberal" que enfatiza la necesidad de sostener un crecimiento económico a partir de la incorporación de los costos de degradación y agotamiento de los recursos naturales que dicho crecimiento impone. Desde este enfoque, la degradación ambiental puede ser monetizada y sus costos deben incorporarse al mercado como una forma de alcanzar un uso eficiente de los recursos naturales. Está asociado a este enfoque el concepto de "eco- eficiencia" sostenido por E. Bruger en el seno del Consejo Empresario para el Desarrollo Sustentable, con sede en Suiza.
- b. Un enfoque que puede definirse como asociado al concepto de "necesidades básicas", fun-

damentalmente expuesto por autores como J. Hardoy y D. Satterthwaite, que propone al desarrollo sustentable como un medio para alcanzar el bienestar social a partir del reconocimiento y mantenimiento de la existencia de una serie de condiciones ecológicas que son necesarias para sustentar la vida humana a un nivel específico de bienestar transgeneracional.

- c. Un enfoque más "estructuralista" asumido por autores como Redcliffe, que critica el acceso y control inequitativo de los recursos naturales que caracterizan los patrones contemporáneos de desarrollo y propone un paradigma que reformule los medios y fines del desarrollo basándose en los principios de equidad y justicia social no sólo entre los individuos sino también entre las regiones y las naciones.

1.1 El significado de sustentabilidad

Vemos así que hay una serie de conceptualizaciones y enfoques - y muchas veces una considerable confusión - sobre lo que se dice o pretende realizar en base al concepto de desarrollo sustentable.

Como bien expresan Hardoy, Mitlin y Satterthwaite⁴ "el término 'sustentable' se usa más ampliamente en referencia a la sustentabilidad ecológica.,alguna literatura sobre desarrollo sustentable menciona términos como 'sustentabilidad social' pero no existe consenso sobre su significado". Lo mismo ocurre con los términos "sustentabilidad económica", "sustentabilidad cultural", "sustentabilidad del proyecto", etc., todas ellos carentes de conceptualización.

De acuerdo con Hardoy, Mitlin y Satterthwaite, nos referiremos aquí al concepto de sustentabilidad **sólo en relación a la sustentabilidad ecológica**. Como expresan los autores citados, " El encuentro de objetivos económicos, sociales y políticos cae dentro del com-

3- Pearce (1993).

4- Hardoy et al. (1992).

ponente *desarrollo* del desarrollo sustentable. Obviamente su logro debe ser sustentable en sentido ecológico ya que la vida humana y el bienestar dependen de ello”.

1.2 La sustentabilidad ecológica

El concepto de sustentabilidad ecológica supone la propuesta de criterios necesarios para establecer la evaluación de cambios, adaptaciones y límites del sistema ecológico, frente a la presión ejercida por los procesos de desarrollo socioeconómico. Desde la perspectiva de las cien-

cias naturales, se han introducido varios criterios para operar el concepto de sustentabilidad, con el objetivo de evaluar cambios y respuestas de los ecosistemas frente a la intervención humana. Conceptos tales como mantenimiento de ecosistemas, salud de ecosistemas y desarrollo de ecosistemas, han sido revisados y traducidos en indicadores capaces de proveer un conocimiento temprano de cambios negativos en el estado de un determinado ecosistema antes de que dicho cambio pase a ser irreversible. Un ejemplo de ello es la aplicación de especies indicadoras, animales y vegetales, para detectar niveles de concentración de contaminación, antes que ella ponga en riesgo la salud humana.

II. FUNCIONES ECOLÓGICAS Y SUSTENTABILIDAD

Los ciclos naturales de la energía y la materia en la Tierra pueden ser estudiados como flujos entre compartimentos, en los cuales interesa conocer el tipo de ciclo desarrollado y la cantidad transportada.

La Tierra se comporta como un sistema energético abierto en cuanto a que la mayor parte de la energía que circula por ella proviene del Sol y vuelve al espacio diariamente⁵, y como un sistema cerrado en cuanto a la materia ya que el intercambio con el espacio es mínimo comparado con los flujos internos de materia. Existen cuatro reinos o compartimentos materiales en la Tierra: la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera y la biosfera⁶. La biosfera o “la capa de la vida” es la estrecha zona de tierras y océanos que contiene la mayor parte de la vida. Como los seres vivos no pueden vivir separados de su ambiente, la biosfera incluye parte de la atmósfera, la hidrosfera y la capa superficial del suelo de la litosfera. Siendo nuestro interés el estudio de los ciclos de la materia que afecta principalmente a los seres vivos vamos a considerar al sistema-Tierra como compuesto por dos grandes compartimentos: la biosfera y la litosfera⁷. El tipo de intercambio de materia entre la biosfera y la litosfera es de flujo circular. En la

Figura 1⁸ se muestran los principales ciclos dentro de la biosfera y entre ella con la litosfera.

El flujo desde la litosfera a la biosfera se realiza principalmente por la actividad volcánica terrestre y marina y por la erosión de materiales en la superficie terrestre hacia el mar⁹. El camino inverso se realiza en el mar donde los materiales sedimentados se acumulan en el fondo dando lugar a las rocas sedimentarias en la litosfera. También se producen flujos internos de materia en la biosfera llamados ciclo biogeoquímicos relacionados con la fotosíntesis (ciclos del carbono (C), del hidrógeno (H), del nitrógeno (N), del oxígeno (O) y del azufre (S)), la respiración y el ciclo del fósforo (P).

La actividad humana (realizada en un nuevo compartimento que denominamos tecnosfera) influye en los flujos naturales de estos elementos en las siguientes formas:

- aumentando las cantidades de los elementos involucrados (Tabla 1);
- introduciendo en la biosfera sustancias de difícil metabolización (principalmente de origen industrial);
- modificando los ciclos biogeoquímicos;
- cambiando el flujo circular a lineal, y
- acumulando productos de desecho en la biosfera.

Los principales flujos de materia desde la litosfera a la tecnosfera y a la biosfera se han representado en la Figura 2.

5- El 100% de la energía que llega a la Tierra es devuelta al espacio: el 26% es reflejado directamente por la atmósfera y un 6% es reflejado por la superficie terrestre. El 68% restante es absorbido por la tierra y la atmósfera, siendo devuelto en la forma de ondas largas (otro tipo de energía) incluso durante la noche cuando no hay radiación solar (Strahler y Strahler, 1989). La cantidad de energía solar que llega en un año a toda la superficie terrestre es enorme: se calcula en 3,9 millones de exajoules. Para tener una idea de cuanto es esta cantidad, la podemos comparar con el consumo anual de energía en el mundo por toda la actividad humana (industrial y domiciliaria), que es de 350 exajoules (Ehrlich, 1994).

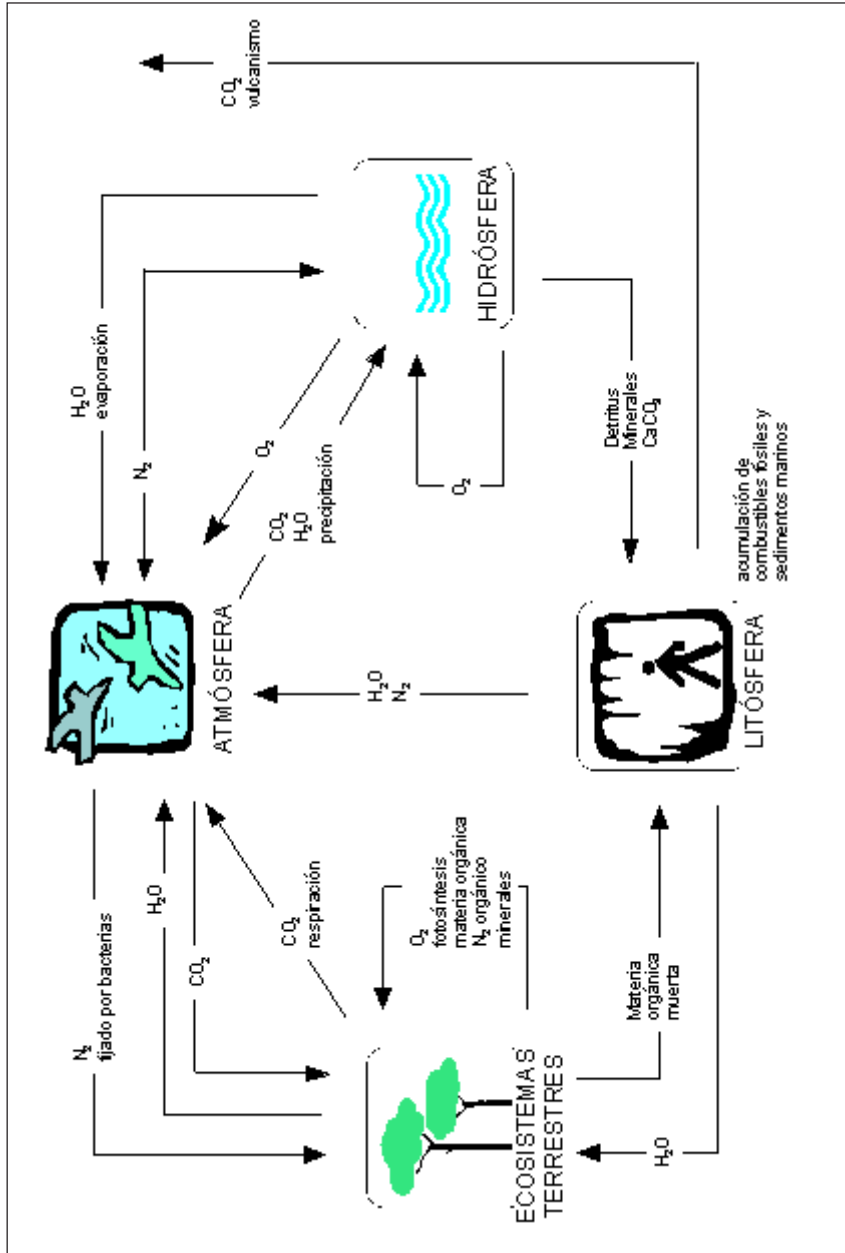
6- La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve la Tierra. En todas sus formas el agua de la Tierra constituye la hidrosfera. La tierra sólida constituye la litosfera. Estos tres reinos o esferas materiales son inorgánicos.

7- Es decir vamos a estudiar los ciclos de la materia relacionados con las partes de la atmósfera, hidrosfera y el suelo superficial que componen la biosfera y con las capas más profundas de la litosfera (las rocas).

8- Basado en Hutchinson (1970).

9- El transporte de materiales provenientes de la erosión, a través de los ríos hacia el mar, es de 20.000 millones de toneladas al año, en todo el mundo.

Figura 1



Ciclos biogeoquímicos más importantes en la biosfera-litosfera.

Tabla 1. Disturbios humanos sobre los ciclos naturales de algunos elementos y ecosistemas¹⁰.

| Elemento | Disturbio humano relativo a los niveles naturales | Compartimentos que intervienen en el ciclo |
|---------------------------------------|---|--|
| Carbono | aumento del 30% en la atmósfera | litosfera a biosfera |
| Nitrógeno | aumento del 200-300% en la fijación de Nitrógeno | litosfera a biosfera |
| Azufre | aumento del 1000% en el flujo a la atmósfera | litosfera a biosfera |
| Metales | aumento del 2400% en el flujo desde la litosfera | litosfera a tecnosfera |
| Compuestos artificiales ¹¹ | gran aumento con respecto al flujo a la biosfera | tecnosfera a biosfera |
| Ecosistemas terrestres | apropiación del 40% de la producción primaria terrestre ¹² | alteración de los ecosistemas amenazas a la biodiversidad |

El cambio de un flujo de materia circular a lineal tiene como consecuencia la acumulación neta en la biosfera de elementos como el carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, metales y también residuos (en la Figura 2 T_2 y T_3 , o sea los retornos de materia a la biosfera son menores que T_1). Esta acumulación se debe a que los flujos debidos a la actividad humana exceden la tasa de retorno natural de los materiales a la litosfera. Las actividades involucradas en este cambio en el ciclo de la materia son insustentables porque no podrán ser mantenidas durante muchos años sin comprometer el ambiente de las futuras generaciones.

Este transporte neto de materia desde el exterior del sistema sirve de indicador de otra de las propiedades de los ecosistemas urbanos: la tasa de producción propia (P) es inferior a la tasa

de consumo de materia (C). Esto marca una gran diferencia con los ecosistemas naturales donde la mayor cantidad de materia se produce dentro de ellos y es generalmente mayor que la consumida¹³. Los procesos ecosistémicos básicos se ven afectados por esta relación entre P/C.

Es decir, un ecosistema urbano tiene baja productividad, alta tasa de consumo de materia autóctona, gran cantidad de productos de desecho de su metabolismo que quedan en el sistema y tienen una baja capacidad de recirculación.

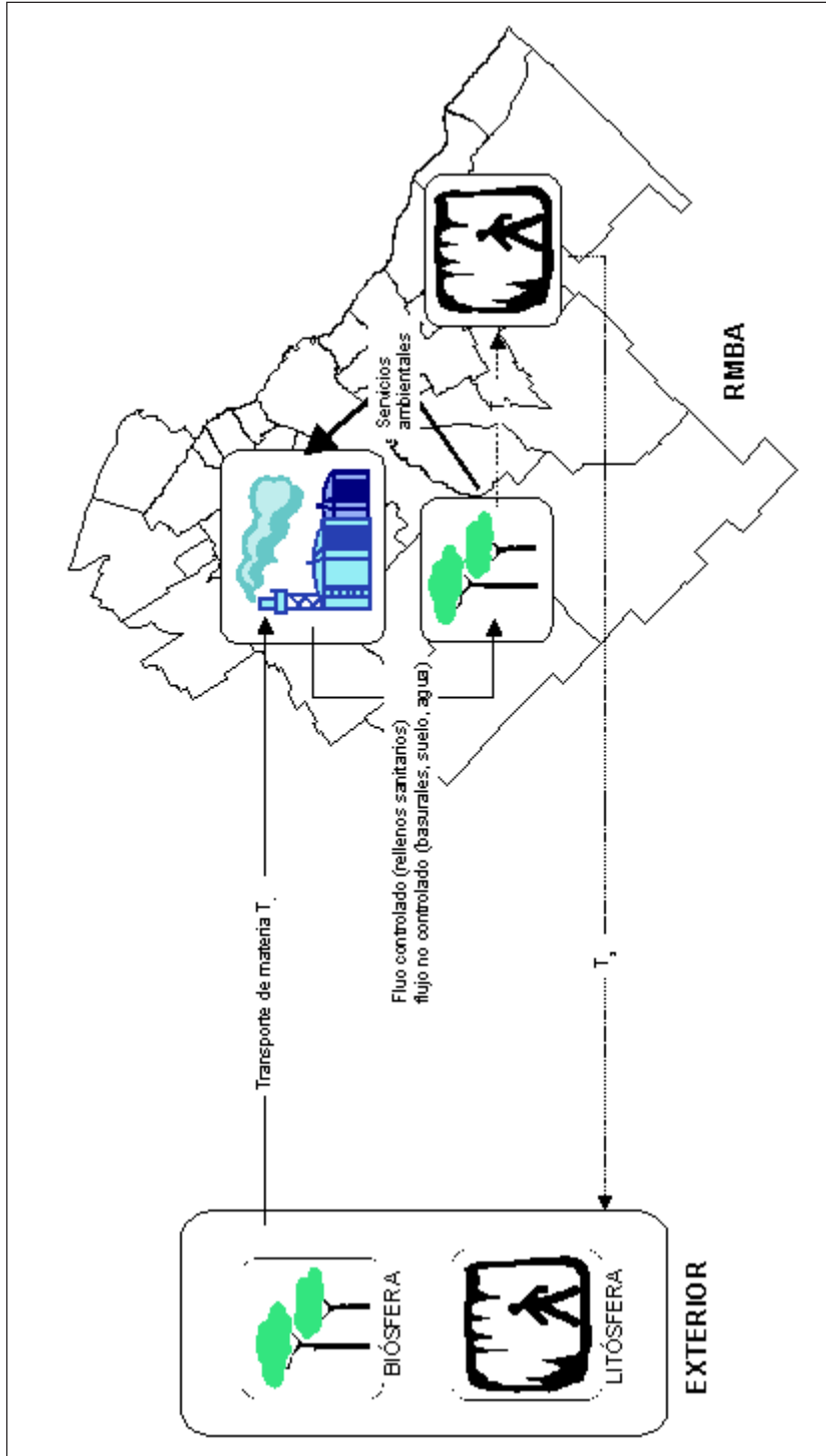
10- Modificado de Karlsson (1997).

11- Existen cerca de 10 millones de compuestos químicos sintéticos. Más de 120.000 son de uso común y cerca de 11.000 compuestos son producidos en más de 500 kg por año. Algunas de estas sustancias son muy persistentes y se acumulan en el ambiente y en los organismos, como los organohalogenados (por ejemplo los policlorobifenilos y el pesticida DDT), fenoles, etc. (Paasivirta, 1991).

12- La productividad primaria de una comunidad es la tasa con que la biomasa es producida por unidad de superficie por parte de las plantas que son los productores primarios. Puede ser expresada en unidades de energía (por ejemplo $\text{joule.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$) o de materia orgánica seca (por ejemplo $\text{kg.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$). La productividad primaria neta varía entre 12,8 $\text{kilojoule.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$ en ecosistemas agrícolas a 22,6 $\text{kilojoule.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$ en los bosques tropicales (Mc Naughton et al. 1991).

13- Nos referimos aquí a los ecosistemas dominados por productores primarios: bosques, pastizales, etc. Por supuesto que hay situaciones especiales momentáneas o partes de un ecosistema en el cual la cantidad de materia consumida es superior a la producida in situ.

Figura 2



Ciclos de la materia hacia y desde la Región Metropolitana de Buenos Aires. $T_1 > T_2 > T_3$.

De lo anterior se puede decir que la gestión de los residuos sólidos urbanos, hacia la cual está enfocado éste trabajo, tiene dos puntos en los cuales se puede evaluar su sustentabilidad y que serán analizados a continuación:

- la magnitud del transporte neto de materia de la litosfera a la biosfera con flujo lineal y
- los impactos ambientales de la acumulación en la biosfera.

II.1 El ciclo de la materia en la Región Metropolitana de Buenos Aires

Se ha elegido como área de trabajo a la Región Metropolitana de Buenos Aires conformada por los 25 partidos que integran la Región Metropolitana de Buenos Aires¹⁴ ampliada a los partidos que depositan sus residuos en la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE), sociedad mixta integrada por la Provincia de Buenos Aires y la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires. Creada en 1977 por la Ley N° 9111 de la Provincia de Buenos Aires tiene a su cargo la disposición final en forma controlada de los residuos producidos en los par-

tidos de: General San Martín, Hurlingham, Ituzaingó, José C. Paz, Malvinas Argentinas, Merlo, Moreno, Morón, Pilar, San Fernando, San Isidro, San Miguel, Tigre, Tres de Febrero, Vicente López, Almirante Brown, Avellaneda, Berazategui, Esteban Echeverría, Florencio Varela, Lanús, Lomas de Zamora, Quilmes, Ezeiza, La Matanza, Presidente Perón, Berisso, Ensenada, La Plata y Ciudad de Buenos Aires (ver Figura 3).

A continuación, al analizar los principales flujos de materia nos concentraremos en aquellos relacionados con los residuos sólidos:

I. El transporte de materia hacia la RMBA, desde la litosfera (metales, sílice, subproductos de combustibles fósiles, etc) y de la biosfera (productos vegetales y animales) a la tecnosfera (ver la Figura 4).

En base a datos del CEAMSE se ha estimado el flujo de materiales dentro del circuito de los residuos sólidos domiciliarios para el año 1996, que se presenta en la Figura 5¹⁵. Para la Ciudad de Buenos Aires el flujo de materiales se ha calculado considerando la composición de los residuos sólidos que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición de los residuos sólidos domiciliarios en la Ciudad de Buenos Aires en porcentaje¹⁶.

| Fuente | Materiales orgánicos | papel y cartón | metal | plástico | vidrio | varios |
|--|----------------------|----------------|-------|----------|--------|--------|
| Instituto de Ingeniería Sanitaria, UBA | 45 | 28 | 5 | 7 | 7 | 8 |
| CEAMSE | 56 | 15 | 3 | 13 | 6 | 8 |

14- Garay y Rodríguez (1997).

15- La producción de residuos en la RMBA es superior a la disposición por lo cual las cifras reales son sensiblemente mayores a las que se muestran en la Figura 5. Aunque nadie conoce cuanto es lo producido se estima que es 15-20% más que lo enviado al CEAMSE.

16- Fuentes citadas en Borello (1997): CEAMSE, en Clarín, 10/10/93. Instituto de Ingeniería Sanitaria UBA, en González (1992).

Figura 3

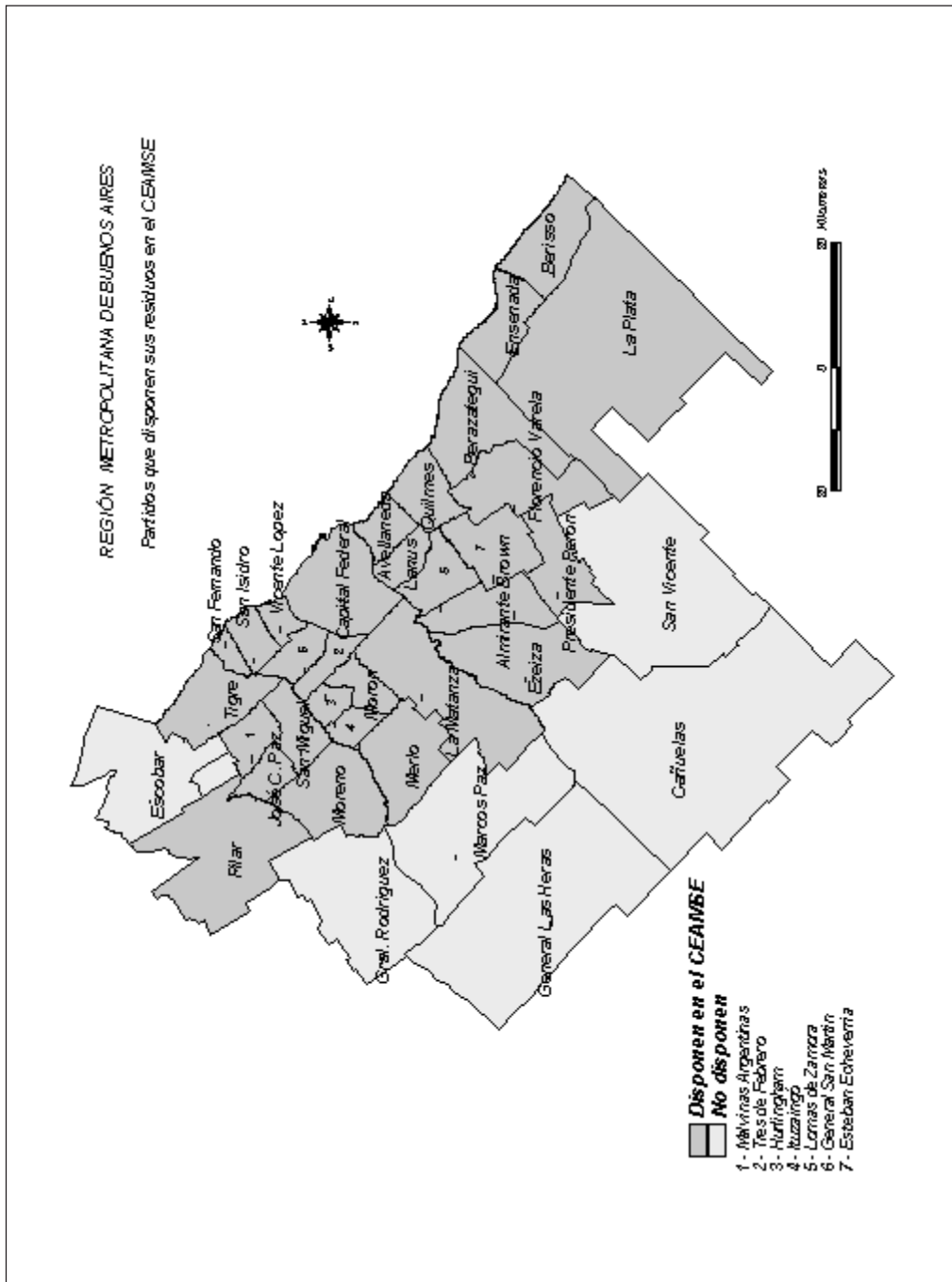
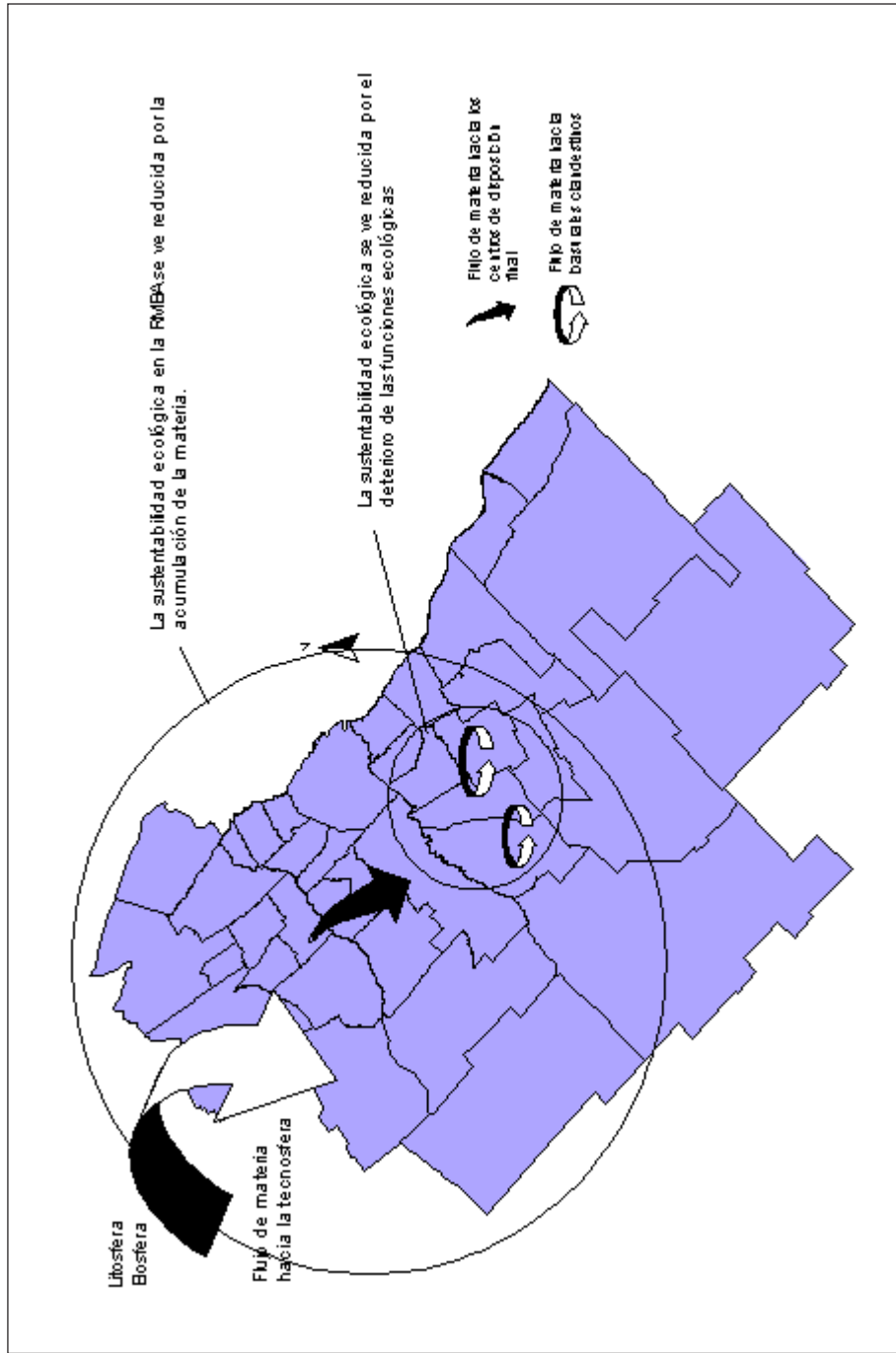
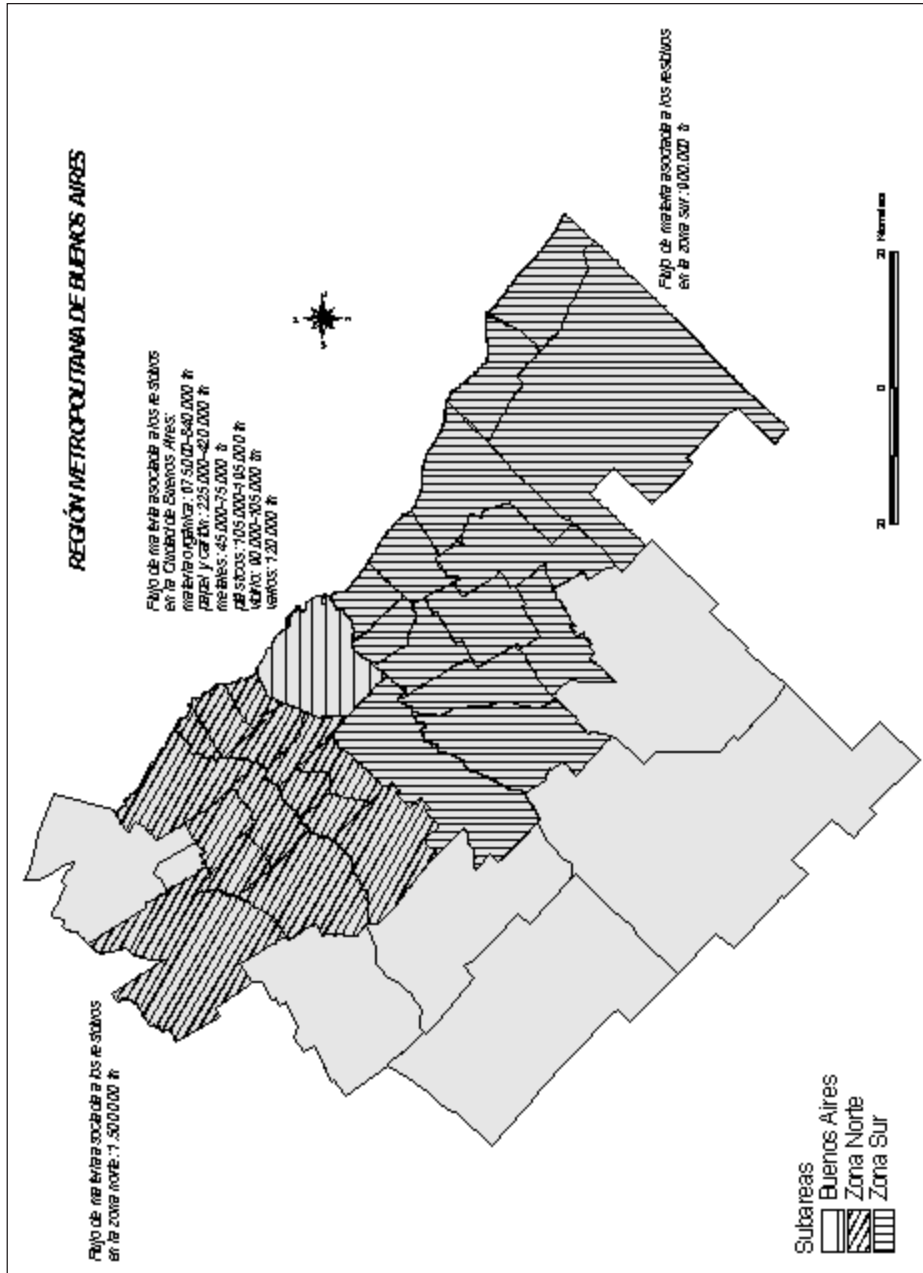


Figura 4



Esquema de los flujos de materia relacionados con los residuos sólidos hacia y en la RMBA.

Figura 5



Cantidad de materia asociada al ciclo de vida de los residuos sólidos durante el año 1996.

Para el resto de la RMBA donde no se cuenta con datos sobre la composición de los residuos se dividió en dos grupos de partidos: norte y sur para el cálculo de la materia que circula por el sistema.

Es importante rescatar las cifras del flujo de materia que anualmente ingresa al AMBA¹⁷ considerando su destino final¹⁸. No se incluye aquí (por falta de datos) el flujo de elementos de alto grado de peligrosidad (como sustancias sintetizadas) y tóxicos, pero como ejemplo podemos citar la cantidad de metales pesados que hay en los residuos domiciliarios en ciudades seleccionadas de Suiza (Tabla 3) y pensar que si las cifras para los residuos domiciliarios en la RMBA son siquiera aproximadas a las mencionadas, habría varios miles de kilogramos al año de elementos peligrosos en los residuos que van al CEAMSE.

Tabla 3. Cantidad en gramos de metales pesados y halógenos por tonelada de residuos domiciliarios¹⁹.

| Componente | gramos/t |
|------------|----------|
| flúor | 41,4 |
| doro | 5289 |
| cobre | 236,1 |
| zinc | 382,7 |
| cadmio | 5,84 |
| mercurio | 0,74 |
| plomo | 470,3 |

17- Se asume que la mayoría de la materia que conforma los residuos no se genera en el AMBA. Esto es particularmente cierto para los metales, la materia prima de los plásticos, del papel y del vidrio. Una proporción no conocida de la materia orgánica es seguramente generada en el AMBA.

18- Puesto que las cifras utilizadas corresponden a los residuos depositados finalmente por el CEAMSE no se considera aquí el reciclado de algunos materiales como el vidrio y el papel, que haría que las cifras del movimiento interno de materiales en el AMBA fuera de un 30% superior a los valores calculados.

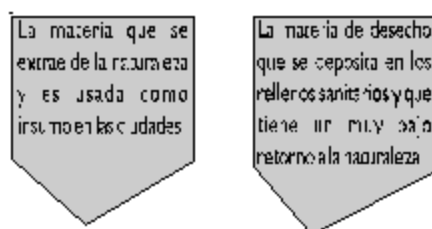
19- Maystre y Viret (1995).

2. El transporte de materia desde la tecnosfera a la biosfera tiene dos flujos principales (ver la Figura 4):

- a) La disposición en rellenos sanitarios controlados. Este flujo influye sobre la sustentabilidad ecológica en cuanto a que es un transporte neto lineal (de acumulación) que se produce entre la tecnosfera y la biosfera en la RMBA (considerando que los rellenos sanitarios forman parte de la biosfera), sin retorno a la naturaleza.
- b) Destino final en basurales a cielo abierto, terreros y cuerpos de agua (ríos, arroyos). Aquí la influencia sobre el medio ambiente se da principalmente por contaminación y reducción de los servicios ecológicos en recursos básicos como el suelo, el subsuelo y el agua (se analizará con más detalle en la sección II.2).

El flujo de materia por la disposición de los residuos hacia los cuatro rellenos sanitarios en la RMBA para los años 1996 y 1997 se muestra en la Figura 6.

A partir de lo mencionado hasta el momento, la sustentabilidad ecológica del ciclo:

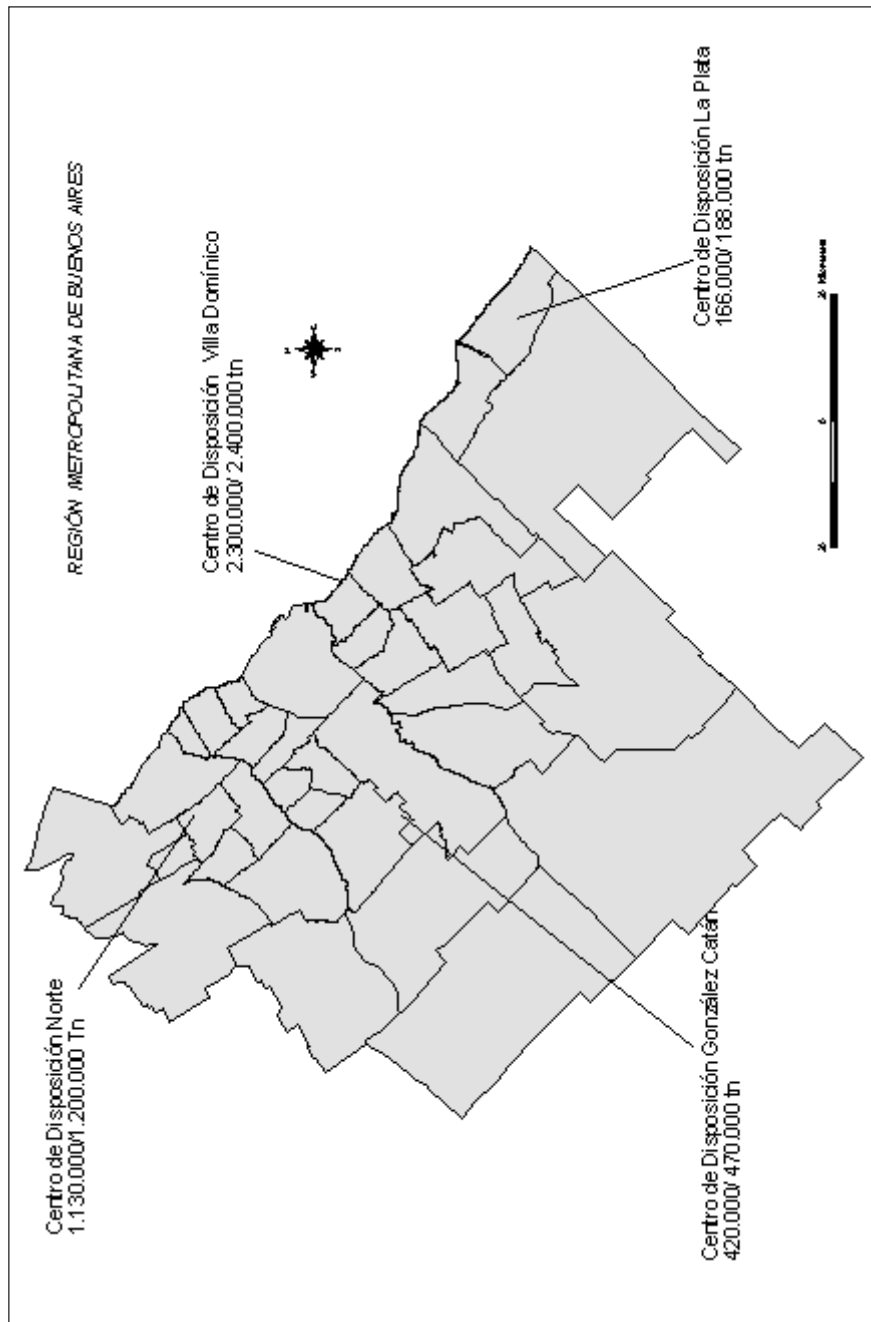


litosfera y biosfera → tecnosfera → biosfera → litosfera

puede evaluarse mediante la siguiente relación:

$$SE_1 = \frac{\text{Tasa de reincorporación a la litosfera (t/año)}}{\text{Tasa de extracción desde la litosfera y la biosfera (t/año)}}$$

Figura 6



Localización de los centros de disposición final de residuos del CEAMSE y cantidad de residuos recibidos durante los años 1996 y 1997.

Valores chicos de SE_1 estarían indicando una baja sustentabilidad ecológica, es decir donde la reincorporación de los materiales de nuevo a la litosfera se produciría con una lentitud mayor que la extracción. Por ejemplo si se están depositando entre 45.000 y 75.000 t/año de metales (solo de la Ciudad de Buenos Aires) y el ritmo de reinsertión promedio es de 112 t por año.²⁰

$$SE_1 = \frac{112 \text{ t/año}}{45.000 \text{ t/año}} = 0.0025^{(21)}$$

En resumen, la gestión de los residuos sólidos en la RMBA produce un aumento de los ciclos naturales de materia hacia la biosfera que no se encontrará disponible para retornar hasta dentro de varias generaciones. Este aumento y la acumulación es insustentable por las propias características del flujo lineal involucrado.

Se analizará en la siguiente sección la sustentabilidad ecológica del flujo de materia hacia basurales a cielo abierto, ríos, arroyos, etc. en la biosfera, el cual presenta las más graves consecuencias inmediatas sobre el medio ambiente local.

II. 2 Funciones ecológicas

Hemos ya definido el término desarrollo sustentable mencionando algunos conceptos que retomaremos aquí. Un primer concepto es la idea de que el desarrollo debe realizarse de tal forma que implique la menor degradación posible de los recursos que hacen posible dicho desarrollo. Es decir que cuando hablamos de la sustentabilidad del desarrollo estamos queriendo decir que tiene que haber sustentabilidad ecológica.

20- Cifra muy conservadora tomando como base que una cierta cantidad de metal puede reincorporarse al medio en unos 400 años. Metales como el plomo se reincorporan a la naturaleza a un ritmo mucho más lento. El 99,9% de una cantidad dada tarda 9.000 años en reducirse a una forma que sea utilizada por la naturaleza (Karlsson, 1997).

21 - Este ritmo de extracción 400 veces superior que el de reinsertación no se puede mantener indefinidamente.

El concepto de sustentabilidad ecológica está íntimamente relacionado con la pérdida o disminución de las funciones ecológicas. Funciones ecológicas son los procesos ecosistémicos básicos: ciclaje de nutrientes, productividad, ciclaje geoquímico, regulación poblacional y ciclaje hidrológico. Estas funciones son las que garantizan la continuidad en el tiempo de los servicios ecológicos que los recursos naturales como el suelo, agua, biodiversidad y atmósfera proveen, especialmente en el entorno urbano y que mejoran la calidad de la vida humana. Esta última es un segundo concepto relacionado con el desarrollo sustentable.

En particular algunas de las funciones ecológicas de interés para el mantenimiento de las condiciones de equilibrio de los ecosistemas urbanos son:

- capacidad de absorber dióxido de carbono;
- fijar energía solar en forma de energía química y transformarla en alimentos;
- descomponer materia orgánica;
- reciclar nutrientes;
- controlar el balance de poblaciones de animales y plantas;
- regular el flujo de agua;
- absorber, retener y distribuir los flujos pluviales;
- formar suelo, y
- permitir el desarrollo de los ciclos biogeoquímicos e hidrológicos.

Las funciones ecológicas mencionadas interactúan en el ecosistema urbano y se pueden dividir en aquellas que son reguladores del transporte de materia y energía (es decir ciclos biogeoquímicos) y aquellas funciones prestadas por las especies animales y vegetales (en su conjunto biodiversidad).

La inadecuada gestión de los residuos urbanos puede influir negativamente sobre los ciclos biogeoquímicos y la biodiversidad, afectando la sustentabilidad ecológica del ecosistema

(SE₂). Esta afectación puede ser evaluada por medio de dos propiedades que relacionan la degradación de los ciclos y la biodiversidad con la pérdida de las funciones ecológicas: la estabilidad del ecosistema y la reversibilidad²² de los cambios producidos por la gestión. Estas relaciones pueden verse en la Figura 7.

La estabilidad es la capacidad del ecosistema de mantener su estructura y funciones frente a una perturbación, por ejemplo la contaminación²³. La posibilidad de que *las futuras generaciones puedan*

atender sus propias necesidades está íntimamente relacionada con la pérdida de la estabilidad de los ecosistemas urbanos. Podemos decir entonces que la sustentabilidad ecológica es función de:

$$SE_2 = F(\text{Estabilidad del ecosistema urbano, reversibilidad de los efectos})$$

En la Tabla 4 se mencionan algunos efectos que se pueden producir por una inadecuada gestión de los residuos sobre las funciones ecológicas básicas y que pueden ser causa de inestabilidad.

Figura 7

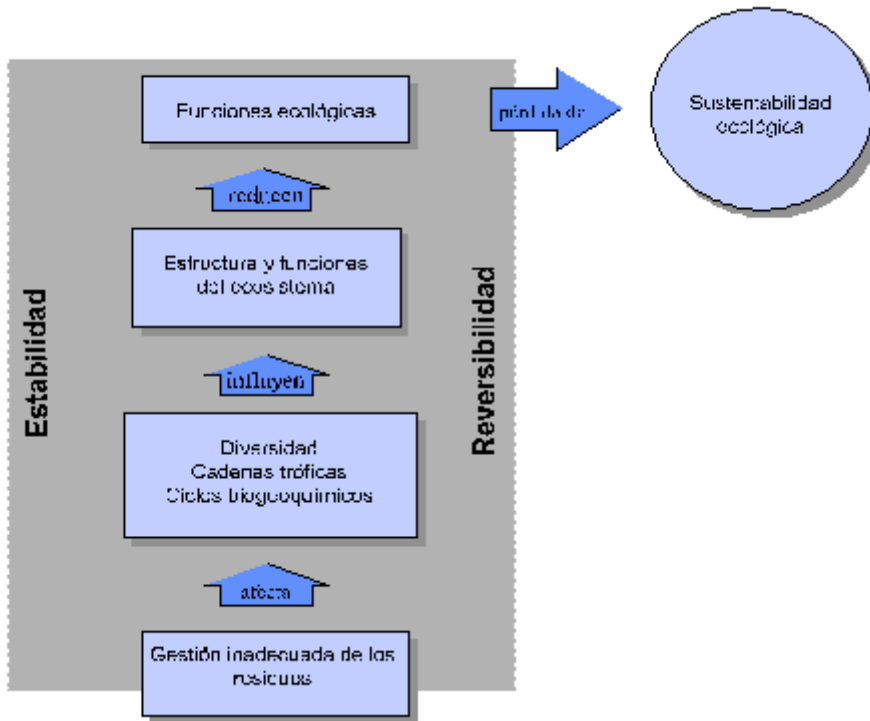


Diagrama de los efectos de una inadecuada gestión de los residuos sólidos sobre la sustentabilidad ecológica.

22- La reversibilidad se entiende en este contexto como la vuelta de un ecosistema a las condiciones previas a la intervención en tiempos generacionales. Algunos de los efectos producidos por la actividad humana pueden ser reversibles en tiempos ecológicos que en general se miden en decenas a cientos de años.

23- La estabilidad de un ecosistema está relacionada con el número de especies presentes y las relaciones entre ellas. El número de especies influye en el ciclaje de una apreciable cantidad de materia en los ecosistemas. Uno de los efectos más inmediatos de la contaminación es la disminución de la variedad y el número de ejemplares de las especies.

Tabla 4. Posibles efectos producidos por una inadecuada gestión de los residuos

| Función ecológica afectada | Efecto producido |
|---|---|
| Absorción de dióxido de carbono | <ul style="list-style-type: none"> ▪ pérdida de vegetación por contaminación de suelos en áreas de basurales clandestinos. ▪ pérdida de vegetación acuática en ríos por contaminación. ▪ reemplazo de vegetación natural por especies de menor capacidad de absorción de dióxido de carbono. |
| Fijación de la energía solar en forma de energía química. Producción de alimentos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ ídem²⁴ |
| Descomposición de materia orgánica | <ul style="list-style-type: none"> ▪ variación del pH del suelo con disminución de organismos descomponedores de la materia orgánica ▪ saturación del suelo y agua con materia orgánica (rebasamiento de la capacidad de carga²⁵). |
| Ciclaje de nutrientes | <ul style="list-style-type: none"> ▪ simplificación de las cadenas tróficas por pérdida de la biodiversidad |
| Control del balance de poblaciones de animales y plantas | <ul style="list-style-type: none"> ▪ pérdida de especies controladoras de vectores de plagas. ▪ selección de especies resistentes a la contaminación que sean a su vez vectores de enfermedades. ▪ transformaciones ambientales que pueden crear posibles nichos ecológicos de vectores de enfermedades. |
| Regulación del flujo de agua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ obstrucción y colmatación de los cauces naturales de ríos y arroyos. |
| Absorción, retención y distribución de los flujos pluviales de corta duración | <ul style="list-style-type: none"> ▪ modificación de las características naturales de infiltración de los suelos con sustratos como plásticos, metales, etc. |
| Formación de suelo | <ul style="list-style-type: none"> ▪ modificaciones fisicoquímicas que impiden la formación de suelo. |
| Ciclaje geoquímico e hidrológico | <ul style="list-style-type: none"> ▪ modificaciones de los ciclos por contaminantes. |

¿Cómo se ve afectada la estabilidad de los ecosistemas?

La presencia y abundancia de cada especie dependen de una gama de factores ambientales y de abundancia de recursos, un conjunto de condiciones pasadas a las cuales se encuentran adaptadas. Cuando esas condiciones se modifican, sea

por cambios naturales en el ambiente o por perturbaciones humanas, aparecen nuevos factores de selección²⁶. La contaminación (en este caso por residuos) puede actuar como un factor de

24- La eficiencia de las comunidades vegetales es bastante baja. Aproximadamente un 3% de la energía solar es aprovechada para producir nueva materia orgánica. La disminución en el número de organismos fotosintetizadores puede afectar en forma grave a un ecosistema.

25- Se entiende aquí por capacidad de carga a la máxima tasa de consumo de un recurso y descarga de residuos que puede ser sostenida o asimilada por un ecosistema dado sin comprometer su productividad y el funcionamiento integral del mismo.

26- Cada individuo de una especie es genéticamente único, teniendo la población de esa especie más o menos variabilidad genética. Frente a una amplia gama de condiciones ambientales que incluyen factores climáticos, presencia de otras especies, disponibilidad de alimentos, cada individuo responde en forma diferente, dependiendo de su estructura genética. Esta respuesta se manifiesta en la mayor o menor descendencia que puede dejar y que su vez amplía o reduce el porcentaje de su genotipo (su estructura genética) dentro del total de la población. Con el tiempo esta interacción del ambiente con los individuos lleva a la selección de los individuos mejor adaptados (es decir cuyo genotipo le es más favorable) y en períodos largos a la aparición de nuevas especies.

selección sobre las especies presentes en un ecosistema de dos formas diferentes: a) a corto plazo produciendo la pérdida de diversidad y b) en un plazo más largo favoreciendo el predominio de los individuos genéticamente resistentes a la contaminación. La pérdida de diversidad puede afectar la capacidad de absorber el CO₂, descomponer la materia orgánica y otras funciones ecológicas.

Los metales como cobre, cinc y plomo (que pueden ser introducidos en la biosfera por el depósito de residuos domiciliarios sobre el suelo desnudo o enterrados, y por residuos industriales) se encuentran en la naturaleza en bajas concentraciones que resultan toleradas por las plantas y son nutrientes necesarios para éstas. En altas concentraciones tienen los efectos mencionados en el párrafo anterior²⁷.

Uno de los efectos de la acumulación de residuos en grandes concentraciones (basurales a cielo abierto) o en pequeños montículos cercanos a las viviendas, es la creación de hábitats favorables para la reproducción de animales que son vectores de enfermedades como ratas, insectos, etc. Schweigmann y colaboradores²⁸ han estudiado la presencia del mosquito *Aedes aegypti* (vector del dengue y la fiebre amarilla) en viviendas y comercios de tres partidos de la RMBA. Los focos potenciales de cría de esta especie son los recipientes donde el agua queda acumulada por más de una semana. Encontraron que el 18% de los recipientes en el partido de Luján tenían larvas y/o pupas de *Aedes aegypti*, el 31% en Campana y el 9% en Avellaneda²⁹.

¿Son reversibles estos cambios de las funciones ecológicas?

Físicamente se dice que un proceso que es realizado sobre un sistema es reversible si aplicando una pequeña cantidad de energía es posible volver al estado inicial en que se encontraba el sistema. En el caso de los sistemas naturales que se encuentran influenciados por la actividad humana, podemos decir que los criterios de reversibilidad pueden ser a) que no se alteren los ciclos de la materia y energía naturales y b) que no desaparezcan especies que no puedan ser reincorporadas al ecosistema.

Dos variables deben ser tenidas en cuenta cuando evaluamos la reversibilidad. Algunos efectos de la actividad humana pueden ir disminuyendo con el tiempo por la capacidad autodepuradora y autorreguladora de los ecosistemas, como por ejemplo la actividad de los microorganismos descomponedores en el suelo y el agua, pero lo que nos importa es en cuanto tiempo puede volver el sistema a su estado original. Si esos procesos naturales de depuración se dan en un lapso de tiempo mayor a una generación humana, la reversibilidad debe ser discutida.

También es necesario tomar en cuenta la cantidad de los esfuerzos, llamémoslos trabajo, energía, que son necesarios para remediar los efectos de la actividad humana no planificada. A veces la reversibilidad puede ser posible, solo que a un costo demasiado alto. Otras veces la situación es irreversible.

27- Begon et al. (1987).

28- Schweigmann et al. (1996a, b, 1997).

29- Si bien no existen datos sobre la abundancia de recipientes en basurales del AMBA, de las observaciones de campo efectuadas por el equipo de Ecología Urbana de la Universidad Nacional de General Sarmiento, se puede conjeturar que luego de una lluvia las áreas con basurales son altamente propicias como sitios de reproducción para mosquitos y por lo tanto pueden constituir focos de irradiación del dengue y de la fiebre amarilla, en el caso de que un portador enfermo proveniente de una zona infectada se instalara cerca.

III. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA

III.1 Criterios conceptuales

La definición de indicadores es modelada por premisas teóricas y prácticas que delimitan el tipo de información a obtener, así como la interpretación de dicha información. Diferentes paradigmas y diferentes interpretaciones dentro de un mismo paradigma, han generado diferentes indicadores para la evaluación del proceso de desarrollo.

Por lo tanto, el primer paso en la definición de indicadores es el análisis y la traducción de los principios introducidos por el concepto de Desarrollo Sustentable. Si, por ejemplo consideramos tres componentes: a) el social, b) el económico y c) el ecológico, el bienestar social, el desarrollo económico y la integridad ecológica constituyen correlativamente los principales objetivos dentro de cada componente y dichos objetivos son altamente interdependientes en términos temporales y espaciales.

El logro simultáneo de objetivos de desarrollo social y económico a partir de niveles sustentables en el uso de los recursos naturales y, en el caso de las ciudades, fundamentalmente ligado a la generación de residuos, impone en muchos casos intercambios y negociaciones. Dichos intercambios se regulan por un conjunto de objetivos o principios de articulación definidos en términos de equidad, eficiencia, sustentabilidad ecológica y habitabilidad.

Específicamente en la sustentabilidad ecológica ello implica: el uso sustentable de los recursos naturales básicos renovables (como agua, suelo, aire, vegetación, fauna), la minimización del uso de recursos no renovables (petróleo, gas, etc.) y el mantenimiento de la generación de residuos dentro de los límites ecológicos de absorción locales, regionales y globales. Sus objetivos se centran en evitar impactos negativos sobre la vida humana y sus actividades, con una implicancia de tiempo actual y a futuro.

La articulación de objetivos propuestos bajo el paradigma de Desarrollo Sustentable, deman-

da el uso de indicadores capaces de desagregar el impacto de procesos de privación y vulnerabilidad ambiental, considerando aspectos como: **quién** sufre el impacto (desagregación socioeconómica), **dónde** (desagregación geográfica o territorial) y **cuándo** (articulación de causas y efectos a través del tiempo).³⁰

El principio de habitabilidad es clave en la articulación de los componentes ecológico y social. Fundamentalmente, los indicadores de habitabilidad evalúan la percepción, el comportamiento y el significado que da una comunidad sobre el ambiente en el que habita, incorporando aspectos de evaluación subjetiva, tradicionalmente relegados en la evaluación del desarrollo y de gran importancia en la definición de políticas y estrategias de la gestión ambiental del desarrollo. El principio de habitabilidad involucra la consideración de criterios de elección (preferencia de ciertos atributos del ambiente sobre otros), la concientización ambiental (comportamiento e información de los diferentes grupos sociales dentro de la comunidad) y el grado de flexibilidad (habilidad para incorporar cambios a lo largo del tiempo).

Para la definición de indicadores de sustentabilidad ecológica que provean información sobre el **estado, presión y respuesta** de los sistemas ambientales se debe tener en cuenta el criterio de integración entre los componentes social, económico y ecológico. Además, la incorporación de la evaluación de condiciones de riesgo e incertidumbre son importantes para identificar aquellas acciones antrópicas cuyo impacto puede ser irreversible, con el fin de prevenirlas.

III. 2 Condiciones necesarias de los indicadores

Los indicadores de sustentabilidad urbana constituyen los test conductores de

30- Allen (1996).

sustentabilidad y reflejan las situaciones básicas y fundamentales – considerando un período largo de tiempo – de los procesos económicos, sociales y de salud ambiental de una comunidad a través de las generaciones.³¹

Pero un indicador es literalmente sólo eso, es decir, provee sólo “indicaciones” de las condiciones de un problema. Su gran utilidad es que al ser cuantitativos o semicuantitativos permiten la comparación de elementos o procesos entre ciudades. Como un indicador no puede dar cuenta de todos los componentes del proceso ocurrido, se usan una serie de indicadores que caracterizan los distintos aspectos y dimensiones de una situación. Desafortunadamente, esto puede entrar en conflicto con la necesidad de identificar un conjunto lo más limitado posible con el propósito de que sean útiles para la toma de decisiones.

Los indicadores de sustentabilidad urbana se distinguen de los simples indicadores ambientales, económicos y sociales por el hecho de que ellos deben:

- **ser integradores:** deben poder unir o interrelacionar las dimensiones sociales, económicas y ambientales de la sustentabilidad;
- **poder predecir** situaciones a futuro, teniendo en cuenta las tendencias históricas;
- **ser distributivos**, deben poder medir no sólo la equidad intergeneracional sino también la intrageneracional.

Es por ellos que los indicadores de sustentabilidad urbana deben poseer las siguientes condiciones:

- *Perspectiva holística:* si bien los indicadores de sustentabilidad ecológica evalúan principalmente el estado de los recursos naturales y de las funciones ecológicas, es decir de los procesos ecosistémicos fundamentales actuantes, los indicadores deben articular diferente tipo de información (química, física, biológica, social, económica, etc.), se debe buscar - aunque

aún existe una formulación muy incipiente de los mismos - indicadores que privilegien y den cuenta del conjunto de interacciones sobre los indicadores sectoriales.

- *Capacidad distributiva:* otro aspecto relevante en la definición de indicadores es su capacidad para evaluar la distribución de un efecto o causa determinada. Por ejemplo, la medición sobre cuánta gente carece de un eficiente servicio de recolección de residuos debe articularse con la evaluación desagregada de quién sufre dicha carencia, en términos de ingreso, localización, densidad poblacional, etc. Como ya se expresó, el análisis de la sustentabilidad implica la consideración de cuestiones distributivas tales como quién, dónde, cuándo.
- *Articulación causa - efecto:* desde la perspectiva de la formulación de políticas, la evaluación causa - efecto es importante para identificar aquellos factores que imponen una negociación entre objetivos que colisionan o sinergismos entre objetivos complementarios. Así, el uso de indicadores muchas veces facilita la lectura de ‘árboles de problemas’ y sirve para identificar los puntos clave de presión o conflicto.
- *Aplicaciones proyectivas:* se requiere que los indicadores, o por lo menos alguno de ellos, posean una capacidad proyectiva, de lo contrario, si sólo evalúan condiciones retrospectivas, generan sólo políticas reactivas.
- *Riesgo e incertidumbre:* el tratamiento de aspectos tales como el comportamiento de ecosistemas posee un grado inherente de incertidumbre que se debe explicitar en la información provista. Esto se hace evidente al evaluar las variaciones críticas en la perturbación de los ecosistemas, los límites de explotación de sus recursos, los límites de la capacidad de carga de un ecosistema bajo determinadas circunstancias de explotación o perturbación. Estos criterios no son de fácil aplicación a nivel urbano.

31- Maclaren (1996).

- *Gestión*: la evaluación de la gestión ambiental es esencial para el mejoramiento o cambio de prácticas a nivel local en el uso y manejo de los recursos naturales. Otro aspecto importante es el grado de concientización ambiental y la participación de la comunidad en el proceso de gestión ambiental.
- *Economía en la selección de indicadores*: el proceso de toma de decisiones está generalmente acotado en tiempo y recursos; ésto demanda una economía en la selección de los indicadores para evaluar. Es decir, no utilizar la totalidad de las variables involucradas en los procesos a analizar, sino aquellos aspectos que constituyen los cuellos de botella críticos, recordando priorizar siempre la interrelación y la visión holística.

IV. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD URBANA PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

IV. 1 Algunas consideraciones generales

De acuerdo a lo dicho, los residuos producidos en una ciudad constituyen parte del ciclo de la materia: su degradación y la entrada nuevamente al sistema litosfera-biosfera.

El aumento de la población urbana y el cambio que se ha producido fundamentalmente en la segunda mitad del siglo XX en los patrones de producción y consumo han conducido a un agravamiento del problema de la eliminación de los residuos sólidos en casi todas las ciudades. Ello se expresa en un aumento de la producción de basura inorgánica (como derivado de formas de producción y comercialización que, por ejemplo, potencian el uso de material de embalaje), en fallas de recolección (en el espacio y en el tiempo) y en una inadecuada disposición final, prueba de ello son los numerosos basurales a cielo abierto, característicos de nuestras ciudades en general y de la Región Metropolitana de Buenos Aires en particular.

Si nos extendemos a los residuos sólidos de origen industrial, muchos de ellos constituyen los llamados residuos tóxicos y/o peligrosos, lo mismo ocurre con aquellos de origen hospitalario.

IV. 2 ¿Qué está pasando en esta parte del ciclo de la materia?

Como vimos, el proceso que tiende a la eliminación de los residuos ha rebasado en muchos casos la capacidad de *digestión* del ambiente, contaminándolo en todos o en parte de sus componentes, esto es: aire, agua y suelo. Como resultado de ello, los seres vivos en general y el ser humano en particular sufren un deterioro en su calidad de vida, siendo la salud uno de los aspectos más vulnerados.

Por otro lado, gran parte de las actividades de la producción necesitan utilizar los mismos recursos básicos que algunas actividades productivas degradan. En ese sentido, si bien el recurso agua tiene una gran significancia - siendo considerado desde escaso a potencial hipótesis de conflicto entre pueblos - no son menos importantes las condiciones del suelo y del aire.

La actividad industrial argentina en un mundo de intercambio cada vez más globalizado, comienza a preocuparse por el tratamiento a dar a los residuos que produce. Cada vez las condiciones de radicación industrial se vuelven más sensibles a las condiciones ambientales que las industrias deben cumplir. Por otro lado, la colocación de sus productos en el mercado externo, y aún en el interno, demandará normas ambientales cada vez más estrictas en el ciclo de vida de sus productos (producción, distribución, envases, etc).

IV. 3 Estudio de caso: la Región Metropolitana de Buenos Aires

La Región Metropolitana de Buenos Aires constituye un ejemplo paradigmático de degradación y contaminación ambiental cuyas consecuencias impactan la salud de la población y atentan contra la competitividad de sus actividades productivas. El enfoque de los problemas derivados y sus estrategias de solución se tornan complejos, dado los numerosos actores e intereses que están en juego.

Si bien existen varios estudios sobre los residuos producidos en distintas zonas de la RMBA, estos trabajos, en general, contemplan recortes parciales en los aspectos tratados y el espacio involucrado.

En este estudio se intenta entender, mediante el uso de indicadores, de qué manera la gestión de los residuos sólidos impacta los recursos naturales esenciales de una ciudad, tales como el

agua, el suelo y el aire. Ello se articula con diversos procesos, en particular el de contaminación, pero también tiene que ver con dimensiones de espacio, tiempo, cantidad y calidad de los residuos que actúan como agentes del impacto producido.

Se trata de distinguir qué consecuencias produce la gestión de los residuos sólidos urbanos (en cada etapa de la misma) sobre la calidad del ambiente, de analizar qué parámetros de la sustentabilidad ambiental se ven afectados por una inadecuada gestión y cómo ello puede llegar a comprometer la salud de la población y la competitividad de las actividades productivas.

La literatura consultada da cuenta de indicadores muy generales aplicados a la gestión de residuos sólidos, y casi no se registran indicadores ligados con la sustentabilidad ecológica, es decir cómo ligar la gestión de los residuos sólidos urbanos domiciliarios e industriales a los recursos naturales que impactan; y cómo es posible cuanti-

ficar ese impacto. Ante ello la mayor dificultad que se plantea es la escasa información, sobre todo de datos cuantitativos referidos a la gestión de los residuos sólidos en general y de la RMBA en particular.

A continuación se proponen algunos indicadores (directos o indirectos, cualitativos y cuantitativos) de sustentabilidad urbana ecológica, que fundamentalmente puedan dar cuenta, y sobre todo monitorear, una gestión de residuos sólidos para que ella pueda ser considerada ambientalmente adecuada.

Si bien, como puede observarse en la Tabla 5, se han elaborado una serie de indicadores, en este trabajo sólo nos referiremos a alguno de ellos, de acuerdo a la información que disponemos para el cálculo de los mismos. Dichos indicadores son formulados considerando las condiciones explicadas en la sección III.2 (Condiciones necesarias de los indicadores).

Tabla 5. Indicadores de sustentabilidad ecológica para residuos sólidos urbanos (domiciliarios e industriales)

| CRITERIOS | INDICADORES |
|--|---|
| INDICADORES DE REFERENCIA | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad de residuos dispuestos en relleno sanitario, por municipio del AMBA. ▪ Número de basurales a cielo abierto por partido del AMBA. ▪ Volumen (m³) de residuos en basurales por partido del AMBA. ▪ Toneladas de residuos en basurales por partido del AMBA. ▪ Superficie (ha) ocupada por basurales en cada partido del AMBA. ▪ Cantidad de residuos generados (por inferencias indirectas o datos) / cantidad de residuos dispuestos. ▪ Residuos per capita (kg/hab.día) dispuestos, por partido del AMBA. ▪ Cantidad y tipo de residuos que se reciclan o se rehusan. ▪ Características físicoquímicas del percolado exudado por residuos en basurales clandestinos del AMBA. |
| INDICADORES HOLÍSTICOS | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad de percolado exudado por residuos en basurales clandestinos del AMBA. ▪ Nivel de contaminación de cuerpos de agua superficial (cuencas del AMBA) ▪ Nivel de contaminación de las aguas subterráneas del AMBA. ▪ Nivel de contaminación de los suelos del AMBA. |
| INDICADORES DISTRIBUTIVOS | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Localización de basurales, respecto a la distancia a cuerpos de agua. ▪ Localización de basurales respecto a la densidad de la población. ▪ Localización de basurales respecto a la localización de villas de emergencia. ▪ Aparición de basurales clandestinos respecto a una serie temporal (últimos 5 - 10 años). ▪ Frecuencia de recolección de residuos respecto a zonas con población de distintos niveles socioeconómicos. ▪ Frecuencia de recolección de residuos respecto a áreas con población con Necesidades Básicas Insatisfechas. ▪ Localización de fábricas con residuos sólidos contaminantes respecto a basurales. ▪ Localización de comercios respecto a localización de basurales. |
| INDICADORES CAUSA-EFECTO | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Población afectada por enfermedades relativas a residuos por la cercanía a basurales y/o industrias productoras. ▪ Cuerpos de agua y aguas subterráneas afectadas por contaminación por residuos (domiciliarios e industriales). ▪ Proporción de suelo afectado por contaminación por residuos (domiciliarios e industriales). |
| INDICADORES PROYECTIVOS | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Potencialidad de contaminación de agua y suelo por residuos industriales, de acuerdo a la localización de establecimientos fabriles. ▪ Potencialidad de contaminación de agua y suelo por residuos domésticos, de acuerdo a la tendencia actual de su gestión. ▪ Potencialidad de reciclaje y rehuso de los residuos. |
| INDICADORES DE INCERTIDUMBRE Y RIESGO | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vulnerabilidad de los recursos naturales (fundamentalmente agua y suelo) por la inadecuada disposición de residuos. ▪ Posibilidades de disminución de basurales clandestinos mediante una disposición adecuada de los residuos. |
| INDICADORES DE CONTROL DE GESTIÓN | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preocupación del municipio por la desaparición de basurales clandestinos. ▪ Aumento de la frecuencia de recolección en las zonas con deficiencias. ▪ Aplicación de instrumentos de control municipal para la adecuada gestión de residuos industriales y domiciliarios. ▪ Recuperación de terrenos con basurales clandestinos. ▪ Número de denuncias de vecinos relacionadas con el mal tratamiento de residuos. ▪ Intervención de ONGs en el tema. ▪ Denuncias periodísticas sobre residuos a partir del análisis de recortes de prensa. |

V. CÁLCULO DE LOS INDICADORES

V.1 Indicadores de referencia

Pertenecen a esta categoría los siguientes indicadores descriptos en a, b, c, d, e y f.

a) Cantidad de residuos dispuestos en relleno sanitario por partido de la RMBA

Análisis espacial de la disposición de residuos de los años 1996 y 1997:

Se consideraron las cifras de los años 1996 y 1997 para la estimación de la mayoría de los indicadores siguientes por ser los últimos años completos de los cuales se tienen datos. Comparada con el resto de la región, la Ciudad de Buenos Aires es la que más contribuye al total de residuos dispuestos en la RMBA (37,5% de un total de 4.012.190 de toneladas dispuestas durante 1996).

Eliminando a la Ciudad de Buenos Aires se pueden observar mejor las diferencias entre el resto de los partidos. En la Figura 8 se han graficado

los valores de disposición de residuos para 1996 y 1997.

Con excepción de Ensenada todos los partidos han aumentado su disposición en 1997 respecto a 1996 y se han mantenido los porcentajes relativos entre los partidos, salvo para Vicente López que ha disminuido su disposición comparada con el resto.

Se pueden dividir los partidos de la RMBA en cuatro grupos, según el porcentaje de residuos dispuestos en 1996:

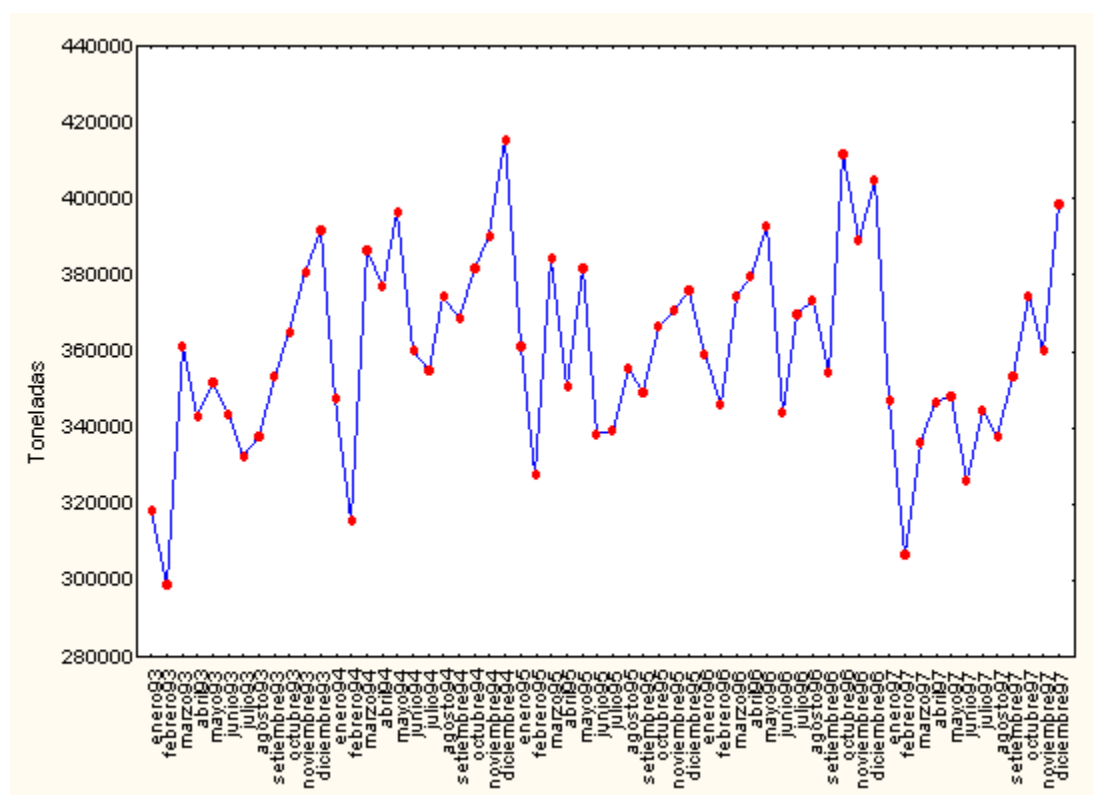
- El partido de La Matanza contribuye con más del 7% (sobre el total) de los residuos dispuestos en la RMBA,.
- Los partidos de General San Martín, San Isidro, Vicente López, Lanús, Lomas de Zamora, Tres de Febrero y La Plata dispusieron entre el 3 y 7% del total.
- Entre el 2 y 3% se encuentran Morón, Avellaneda y Quilmes.
- El resto de los partidos dispusieron menos del 2% del total.

Análisis temporal de la disposición de residuos en la RMBA

La disposición de residuos en los rellenos sanitarios del CEAMSE del conjunto de los partidos de la RMBA tiene una marcada estacionalidad. En los meses de enero y febrero la disposición es menor a raíz de la reducción de la producción de residuos relacionada con las vacaciones de los habitantes, con la reducción de la alimentación

durante el verano y con una disminución de las actividades productivas en el período. La disposición aumenta con la reactivación del consumo y la producción en marzo, y en diciembre con las fiestas de fin de año, según puede verse en la Figura 9. Aunque esta estacionalidad se ha mantenido entre 1993 y 1997, en enero de 1997 la disposición cayó a su punto mas bajo desde febrero de 1993, aumentando en marzo-abril aunque no al ritmo de los años anteriores.

Figura 9

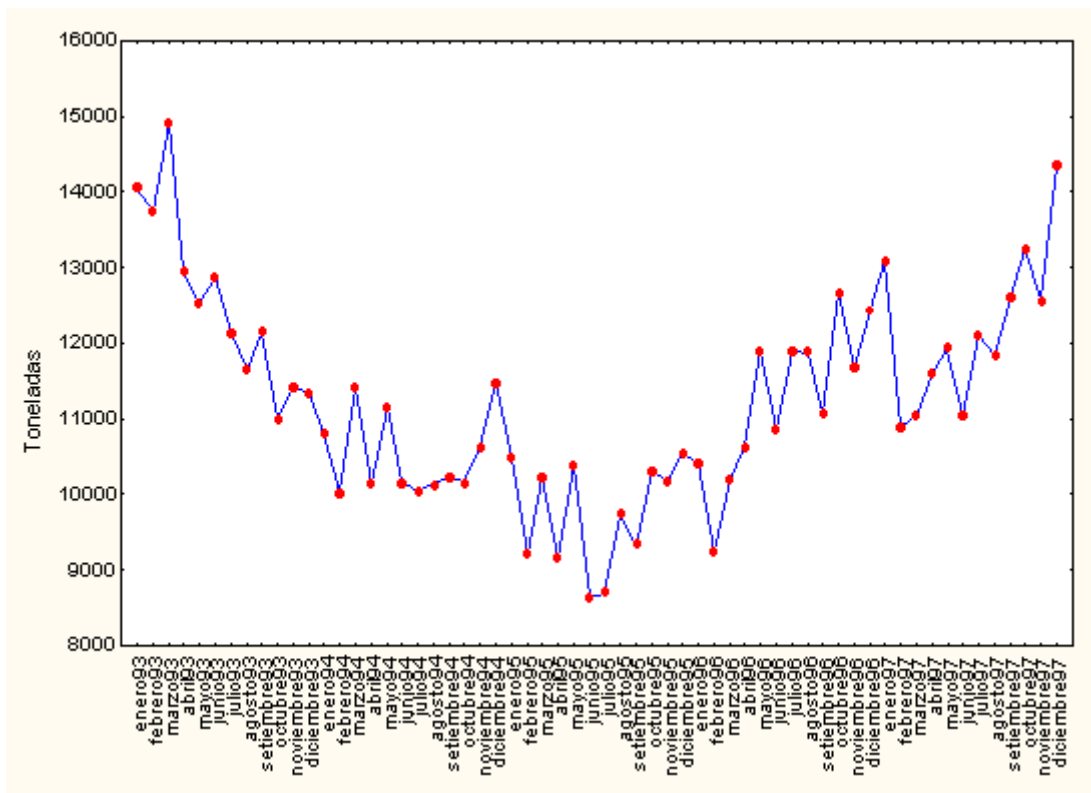


Serie temporal de la disposición de los residuos domiciliarios en el CEAMSE entre 1993 y 1997, para el conjunto de los partidos.

En el ex partido de General Sarmiento la serie histórica de la disposición de los residuos refleja la caída económica en el año 1995. A prin-

cipios de 1996 la disposición ha aumentado alcanzando a fines de 1997 los valores históricos de 1993 (Figura 10).

Figura 10



Residuos domiciliarios dispuestos en el CEAMSE entre 1993 y 1997, por el ex partido de General Sarmiento.

Indicador³² : Cantidad de residuos dispuestos en relleno sanitario por partido de la RMBA

Interpretación: parte de la materia transportada desde el sistema litosfera-biosfera hacia los centros urbanos es luego desechada en forma de residuos que se acumulan en los rellenos sanitarios. Esta acumulación sin retorno a la naturaleza no es

compatible con el uso sustentable de los recursos naturales dentro y fuera de la RMBA.

Evaluación : La disposición de los residuos se encuentra relacionada con el consumo de los recursos que realiza la población. Una menor disposición de residuos se considera que favorece la sustentabilidad. Se asume que no hay transferencia de residuos de un partido a otro.

b) Número de basurales a cielo abierto por partido de la RMBA

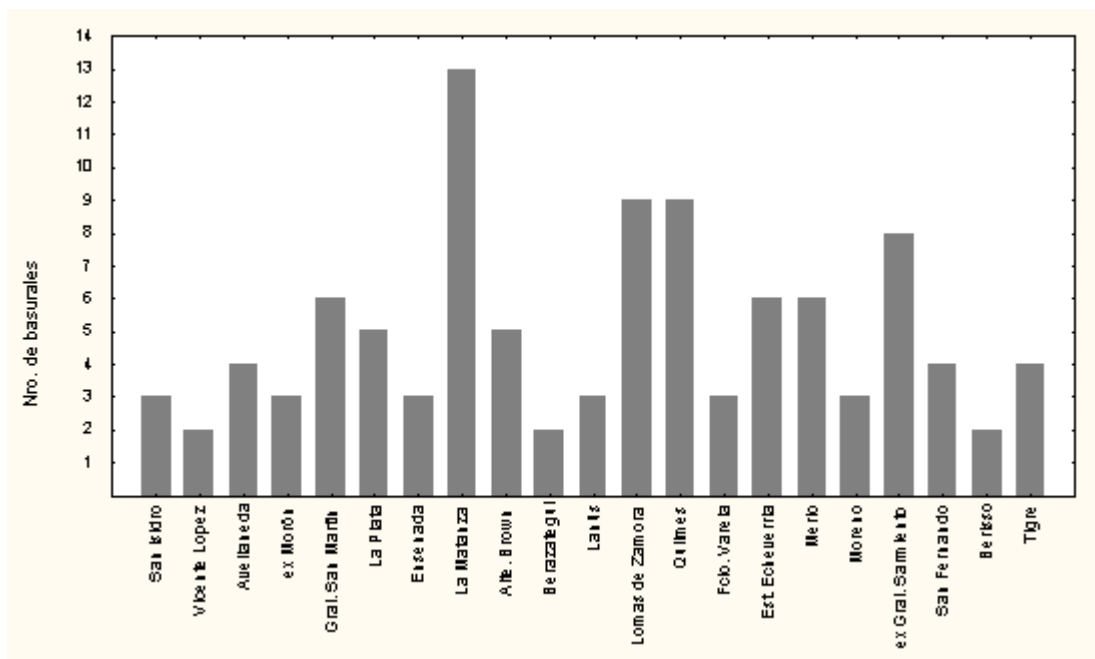
La cantidad de basurales detectados es bastante heterogénea en el área estudiada : La Ma-

32- Cuadro descriptivo del indicador que incluye su sentido, importancia y la evaluación de los datos obtenidos. Junto con los mapas y tablas de este trabajo, estos cuadros pueden ser utilizados en comunicaciones a municipios y público en general.

tanza con 13 basurales, Lomas de Zamora con 9, Quilmes con 11 y ex General Sarmiento con 8, son los partidos que mayor cantidad de basurales clandestinos a cielo abierto tenían a agosto de 1995 según la información suministrada por el CEAMSE³³ (ver la Figura 11).

General San Martín, Merlo y Esteban Echeverría forman un segundo grupo con 6 basurales cada uno.

Figura 11



Número de basurales clandestinos a agosto de 1995.

Indicador : Número de basurales a cielo abierto por partido de la RMBA

Interpretación: parte de los residuos domiciliarios e industriales terminan en basurales no controlados. Este método carece de todas las ventajas de los rellenos sanitarios y contamina gravemente suelo y agua con un alto riesgo para la salud.

Evaluación : Una menor cantidad de basurales clandestinos se considera que favorece la sustentabilidad. Se pondera cada partido con un número entre 1 (mayor sustentabilidad) a 10 (menor sustentabilidad) de acuerdo a lo siguiente³⁴ :

partidos que tienen entre 1 a 3 basurales: 1
partidos que tienen entre 4 a 6 basurales: 5
partidos que tienen entre 7 a 13 basurales: 10

33- La Figura 11 se refiere a los basurales clandestinos relevados por el CEAMSE. Es necesario hacer algunas aclaraciones. La dinámica de aparición de nuevos basurales es compleja y en ella intervienen elementos como: desvíos del circuito habitual de transferencia a rellenos sanitarios, disponibilidad de nuevos terrenos, etc. Esto hace que los números mencionados sólo sean un indicativo del momento en que fueron tomados. Además existen

muchos otros pequeños basurales (menores a 1 ha de superficie) cuya dinámica de aparición-desaparición es muy rápida y para los cuales no se cuenta con información.

34- En la Figura 11 puede observarse que hay tres niveles de partidos de acuerdo a las columnas que representan el número de basurales. En base a esa diferenciación se han elegido los rangos de clasificación mencionados.

c) Superficie ocupada por basurales en cada partido de la RMBA

La superficie de los basurales clandestinos puede dar idea del grado de modificación del terreno debido al flujo no controlado de residuos. El 0,16% de las 388.500 hectáreas que tiene el

área de estudio se encuentran ocupadas por basurales. Esta ocupación del suelo metropolitano no es homogénea, San Fernando con el 1,22% y Avellaneda con 0,53% son los partidos con mayor proporción de suelo transformado por basurales, mientras que La Plata solo tiene el 0,01% y Berisso el 0,04%. Los demás partidos pueden verse en la Tabla 6.

Tabla 6. Proporción de la superficie de los partidos ocupada por basurales³⁵.

| Partido | Superficie (ha) ^a | Superficie de los basurales ^b | Porcentaje de suelo ocupado por basurales |
|------------------------|------------------------------|--|---|
| Ciudad de Buenos Aires | 20.000 | 39 | 0,19 |
| Avellaneda | 5.500 | 29 | 0,53 |
| Berazategui | 18.800 | 14 | 0,07 |
| Ensenada | 10.100 | 13 | 0,13 |
| Esteban Echeverría | 37.700 | 51 | 0,13 |
| Florencio Varela | 20.600 | 21 | 0,10 |
| La Matanza | 32.300 | 95 | 0,29 |
| Lanús | 4.500 | 16 | 0,35 |
| Lomas de Zamora | 8.900 | 25 | 0,28 |
| Moreno | 18.000 | 19 | 0,10 |
| Quilmes | 12.500 | 55 | 0,44 |
| San Fernando | 2.300 | 28 | 1,22 |
| Almirante Brown | 12.200 | 28 | 0,23 |
| Berisso | 13.500 | 6 | 0,04 |
| General San Martín | 5.600 | 24 | 0,43 |
| Ex General Sarmiento | 19.600 | 25 | 0,13 |
| La Plata | 92.400 | 11 | 0,01 |
| Merlo | 17.000 | 78 | 0,46 |
| Ex Morón | 13.100 | 19 | 0,14 |
| Tigre | 15.200 | 23 | 0,15 |
| Vicente López | 3.900 | 4 | 0,10 |
| San Isidro | 4.800 | 13 | 0,27 |

35- Fuentes : a) INDEC, 1991. b) CEAMSE, 1995

Sin embargo si lo que nos interesa conocer es el impacto sobre el medio natural debemos evaluar la capacidad receptiva de residuos que puede tener cada basural. Para ello se puede tomar la superficie del conjunto de los rellenos sanitarios que tiene el CEAMSE y calcular el número

de “superficie sanitaria equivalente” por partido, definida como *la superficie ocupada por basurales a cielo abierto en relación a la superficie total de rellenos sanitarios del CEAMSE*, tomando en cuenta que los rellenos del CEAMSE reciben alrededor de 4.500.000 de toneladas por año:

$$\text{Sup. Sanitaria Equiv.}_{\text{partido } x} = \frac{\text{Superficie basurales Partido } x}{\sum \text{Sup. rellenos sanitarios CEAMSE } (\cong 400\text{ha})}$$

Los partidos de La Matanza, Merlo, Quilmes y Esteban Echeverría tienen entre 95 y 51 hectáreas ocupadas por basurales a cielo abierto. Puede parecer que estas áreas son sumamente pequeñas comparadas con las superficies de los partidos, pero en una hectárea de terreno se pueden depositar cientos de toneladas de residuos en una capa de varios metros de espesor. Por ejemplo en un basural de Berisso que tiene 2 ha de superficie se calcula que hay 2.000 toneladas de residuos.

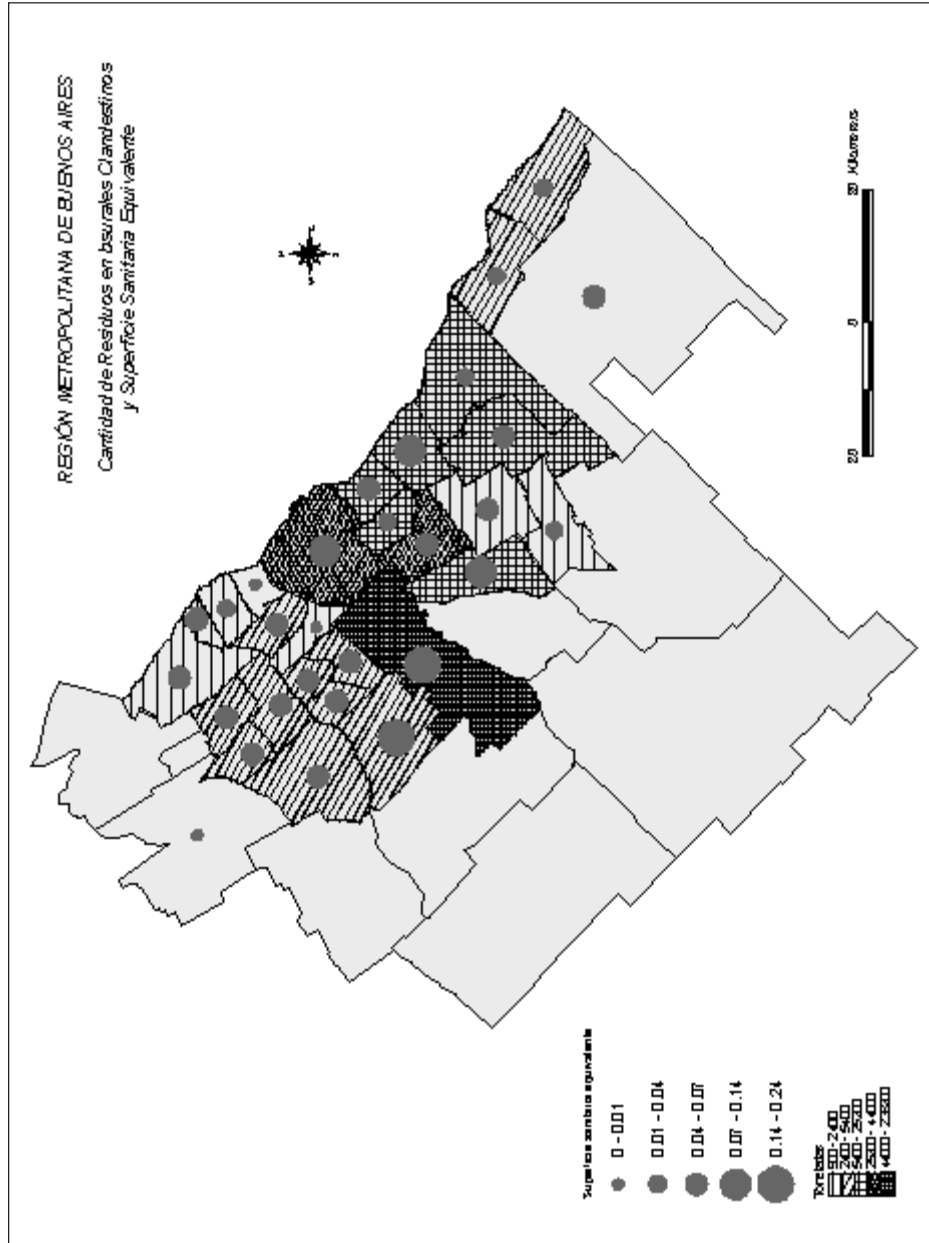
La superficie sanitaria equivalente y la cantidad estimada de residuos en basurales clandestinos

por partido se presentan en la Figura 12³⁶. Si se considera que un basural a cielo abierto “instalado”³⁷ es un atractor continuo de residuos, los partidos que tienen la mayor cantidad de superficie sanitaria equivalente serán los hipotéticos receptores de mayor cantidad de basura. Así, los partidos con mayor capacidad receptiva de residuos en basurales clandestinos son: La Matanza (que tiene una superficie de basurales propios equivalente al 22% de los rellenos sanitarios del CEAMSE), Merlo (que tiene un 20%), Esteban Echeverría, Quilmes y la Ciudad de Buenos Aires.

36- Los mapas, de elaboración propia, fueron realizados con el sistema de información geográfica ARCWIEW 3.1 utilizando la base cartográfica digitalizada del Área Metropolitana de Buenos Aires suministrada por el INDEC de acuerdo al convenio existente entre este organismo y el Instituto del Conurbano de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

37- Un basural que tiene varios años de existencia, que ha alcanzado un tamaño (tanto horizontal como vertical) tal que no es probable que desaparezca, si no es por un esfuerzo considerable programado de limpieza. Es probable que exista en un basural instalado un circuito de cirujeo y de reciclaje informal.

Figura I2



Indicador: Superficie Sanitaria Equivalente por partido de la RMBA

Interpretación: Los residuos domiciliarios e industriales que van a parar a los basurales clandestinos pueden formar con el tiempo columnas de decenas de metros de espesor. Si bien no es posible conocer exactamente la cantidad de residuos en cada basural, la superficie de los mismos da una idea de su capacidad para recibir residuos.

Evaluación: Una superficie sanitaria equivalente menor se considera que favorece la sustentabilidad. Se pondera cada partido con un número entre 1 (mayor sustentabilidad) a 10 (menor sustentabilidad) de acuerdo a lo siguiente³⁸:

- partidos con una superficie sanitaria equivalente entre 0.14 y 0.24: 10
- partidos con una superficie sanitaria equivalente entre 0.07 y 0.14: 7
- partidos con una superficie sanitaria equivalente entre 0.04 y 0.07: 5
- partidos con una superficie sanitaria equivalente entre 0.01 y 0.04: 2
- partidos con una superficie sanitaria equivalente menor a 0.01: 1

d) Volumen (m³) de residuos en basurales por partido de la RMBA.

Este indicador introduce una dimensión más al evaluar la cantidad de residuos que se encuentran en los basurales clandestinos de la RMBA. En la Figura 13 se pueden ver las proporciones relativas del volumen total de residuos por municipio. La Matanza tiene más del 50% del volumen de residuos de la RMBA (más de 790.000 m³)³⁹. Qué cantidad de residuos en peso representa este volumen es difícil de establecer porque depende del peso específico que varía con cada tipo de resi-

duo. Por ejemplo los residuos domésticos no compactados tienen un peso específico medio entre 50 kg/m³ (cartón) y 320 kg/m³ (metales)⁴⁰. En rellenos sanitarios medianamente compactados una cifra aceptable es de 450 kg/m³ para residuos urbanos en general. Tomando un valor conservador de 200 kg/m³, estarían depositados en los basurales de La Matanza más de 150.000 toneladas, esto es la mitad de los residuos depositados por el partido en el CEAMSE durante 1997. La Ciudad de Buenos Aires tiene 147.000 m³ en basurales (30.000 toneladas), Lomas de Zamora 100.000 m³ (20.000 t) y Lanús 84.000 m³ (16.800 t). En la Figura 12 se muestran las cifras del tonelaje en basurales clandestinos para todos los partidos.

Indicador: Volumen de residuos por partido en basurales de la RMBA

Interpretación: Análogamente al indicador anterior el volumen estimado permite evaluar la potencial contaminación de los recursos naturales, principalmente agua y suelo.

Evaluación: Un volumen menor de residuos en basurales de cada partido se considera que favorece la sustentabilidad. Se pondera cada partido con un número entre 0 (mayor sustentabilidad) a 10 (menor sustentabilidad) de acuerdo a lo siguiente:

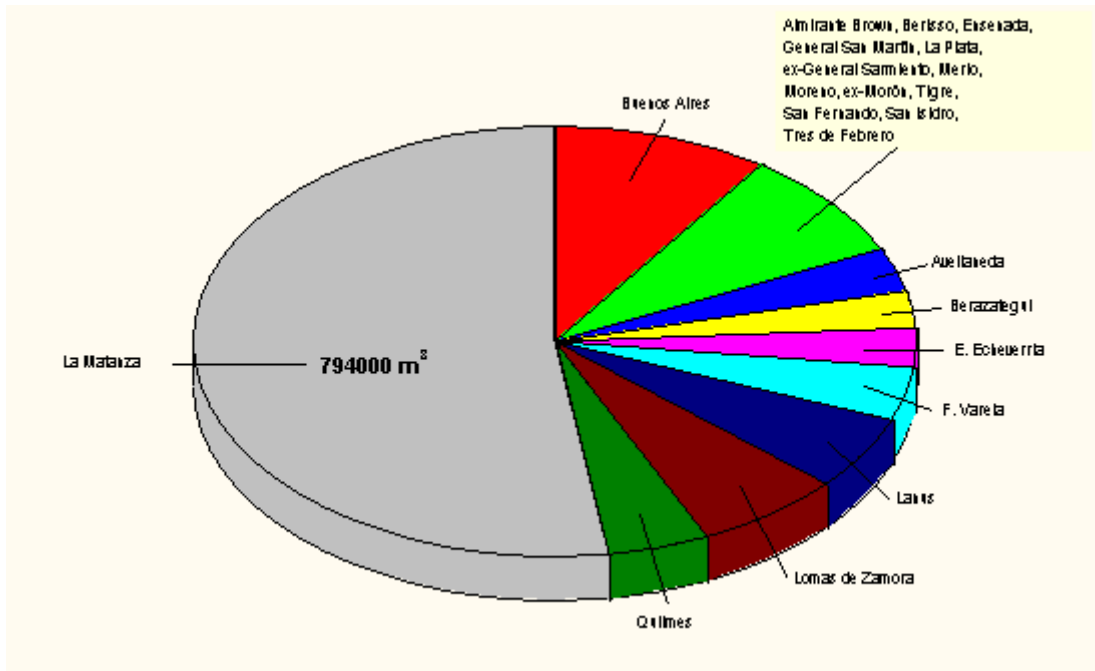
- partidos con un volumen menor a 10.000 m³: 0
- partidos con un volumen entre 10.000 y 20.000 m³: 3
- partidos con un volumen entre 20.000 y 40.000 m³: 5
- partidos con un volumen entre 40.000 y 80.000 m³: 9
- partidos con un volumen mayor a 80.000 m³: 10

38- La división en los siguientes rangos se ha considerado la más conveniente de la observación del conjunto de los valores.

39- Elaboración propia en base a los datos de volumen del CEAMSE.

40- Datos de Tchobanoglous et al. (1994).

Figura 13



Proporción del volumen ocupado por los residuos en basurales clandestinos por partido.

e) Residuos per capita (kg/hab.día) dispuestos, por partido de la RMBA

Cuando se estudia la recepción de los residuos, ya no como cantidad total de residuos dispuestos mensualmente, sino como Kg/hab.día dis-

puestos (Tabla 7) se observa un comportamiento diferente asociado a las condiciones socioeconómicas de los habitantes de cada partido. A un mayor nivel de ingreso *per capita* le corresponde una mayor cantidad de residuos domiciliarios dispuestos, lo que se puede observar en la Figura 23⁴¹.

⁴¹ - A un mayor nivel de ingreso *per capita* le corresponde también una mayor producción de residuos domiciliarios. Banco Mundial (1992).

Tabla 7. Residuos dispuestos por mes durante el año 1996 en Kg/hab.día. Elaboración propia en base a datos del CEAMSE

| | enero | febrero | marzo | abril | mayo | junio | julio | agosto | septiembre | octubre | noviembre | diciembre | promedio anual |
|---------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|----------------|
| Buenos Aires | 1,218 | 1,310 | 1,347 | 1,388 | 1,374 | 1,298 | 1,362 | 1,354 | 1,358 | 1,517 | 1,542 | 1,525 | 1,387 |
| General San Martín | 1,003 | 0,953 | 0,968 | 1,018 | 1,104 | 0,949 | 0,936 | 0,936 | 0,917 | 1,061 | 1,000 | 1,031 | 0,993 |
| Hurlingham | 0,881 | 0,841 | 1,018 | 0,977 | 1,127 | 0,859 | 0,790 | 0,842 | 0,936 | 1,073 | 1,068 | 1,300 | 0,980 |
| Ituzzaingo | 0,857 | 0,816 | 0,843 | 0,855 | 1,046 | 0,845 | 0,875 | 0,885 | 0,798 | 0,971 | 0,921 | 0,961 | 0,893 |
| José C. Paz | 0,338 | 0,346 | 0,347 | 0,382 | 0,437 | 0,388 | 0,404 | 0,386 | 0,368 | 0,433 | 0,413 | 0,417 | 0,390 |
| Madrinas Argentinas | 0,349 | 0,425 | 0,433 | 0,457 | 0,496 | 0,486 | 0,523 | 0,519 | 0,493 | 0,502 | 0,472 | 0,472 | 0,470 |
| Merlo | 0,457 | 0,453 | 0,487 | 0,498 | 0,480 | 0,444 | 0,444 | 0,471 | 0,421 | 0,516 | 0,482 | 0,487 | 0,472 |
| Moreno | 0,388 | 0,368 | 0,360 | 0,378 | 0,332 | 0,316 | 0,339 | 0,335 | 0,308 | 0,398 | 0,379 | 0,388 | 0,358 |
| Morón | 0,919 | 0,908 | 0,930 | 0,944 | 0,858 | 0,685 | 0,691 | 0,722 | 0,724 | 0,796 | 0,759 | 0,937 | 0,826 |
| Pilar | 0,084 | 0,464 | 0,218 | 0,706 | 0,728 | 0,712 | 0,716 | 0,754 | 0,684 | 0,874 | 0,828 | 0,791 | 0,627 |
| San Fernando | 0,815 | 0,729 | 0,792 | 0,871 | 0,849 | 0,835 | 0,818 | 0,821 | 0,829 | 0,957 | 0,905 | 0,988 | 0,854 |
| San Isidro | 1,496 | 1,466 | 1,509 | 1,578 | 1,645 | 1,460 | 1,368 | 1,420 | 1,371 | 1,633 | 1,594 | 1,621 | 1,518 |
| San Miguel | 0,684 | 0,518 | 0,553 | 0,596 | 0,623 | 0,591 | 0,623 | 0,645 | 0,634 | 0,723 | 0,697 | 0,744 | 0,638 |
| Tigre | 0,788 | 0,821 | 0,806 | 0,820 | 0,769 | 0,591 | 0,671 | 0,676 | 0,655 | 0,778 | 0,857 | 0,843 | 0,758 |
| Tres de Febrero | 1,017 | 0,959 | 0,989 | 1,024 | 1,070 | 0,962 | 0,964 | 0,961 | 0,932 | 1,066 | 1,057 | 1,074 | 1,009 |
| Vicente Lopez | 1,588 | 1,568 | 1,545 | 1,525 | 1,538 | 1,509 | 1,579 | 1,572 | 1,573 | 1,696 | 1,623 | 1,536 | 1,575 |
| Almirante Brown | 0,430 | 0,429 | 0,408 | 0,422 | 0,437 | 0,395 | 0,414 | 0,428 | 0,406 | 0,475 | 0,426 | 0,427 | 0,426 |
| Avellaneda | 0,945 | 0,923 | 0,893 | 0,980 | 0,919 | 0,943 | 0,927 | 0,947 | 0,945 | 1,026 | 0,924 | 0,961 | 0,947 |
| Berazategui | 0,431 | 0,398 | 0,404 | 0,381 | 0,388 | 0,334 | 0,414 | 0,425 | 0,425 | 0,473 | 0,439 | 0,470 | 0,417 |
| Esteban Echeverría | 0,462 | 0,444 | 0,462 | 0,478 | 0,417 | 0,381 | 0,419 | 0,421 | 0,418 | 0,454 | 0,426 | 0,469 | 0,439 |
| Florencio Varela | 0,362 | 0,340 | 0,333 | 0,354 | 0,341 | 0,318 | 0,343 | 0,345 | 0,328 | 0,366 | 0,328 | 0,349 | 0,343 |
| Lanús | 0,883 | 0,848 | 0,845 | 0,911 | 0,892 | 0,790 | 0,817 | 0,865 | 0,852 | 0,951 | 0,892 | 0,917 | 0,895 |
| Lomas de Zamora | 0,639 | 0,642 | 0,647 | 0,689 | 0,694 | 0,599 | 0,604 | 0,610 | 0,602 | 0,703 | 0,641 | 0,673 | 0,647 |
| Quilmes | 0,564 | 0,538 | 0,538 | 0,576 | 0,546 | 0,515 | 0,528 | 0,528 | 0,505 | 0,563 | 0,516 | 0,540 | 0,540 |
| Ezeiza | 0,426 | 0,416 | 0,406 | 0,390 | 0,368 | 0,344 | 0,393 | 0,376 | 0,388 | 0,427 | 0,405 | 0,428 | 0,398 |
| La Matanza | 0,622 | 0,664 | 0,642 | 0,673 | 0,661 | 0,588 | 0,630 | 0,651 | 0,638 | 0,697 | 0,651 | 0,662 | 0,650 |
| Presidente Perón | 0,248 | 0,307 | 0,303 | 0,313 | 0,292 | 0,287 | 0,322 | 0,330 | 0,294 | 0,351 | 0,321 | 0,330 | 0,309 |
| Berisso | 0,405 | 0,391 | 0,391 | 0,407 | 0,382 | 0,361 | 0,405 | 0,399 | 0,391 | 0,417 | 0,405 | 0,422 | 0,399 |
| Ensenada | 0,867 | 0,813 | 0,898 | 0,861 | 0,740 | 0,660 | 0,701 | 0,735 | 0,693 | 0,893 | 0,901 | 0,736 | 0,794 |
| La Plata | 0,634 | 0,665 | 0,678 | 0,739 | 0,721 | 0,653 | 0,685 | 0,684 | 0,644 | 0,735 | 0,689 | 0,687 | 0,686 |

Los partidos cuyos habitantes tienen un mayor nivel de ingresos⁴², Vicente López, General San Martín, San Isidro y la Ciudad de Buenos Aires son los que más residuos envían al CEAMSE. En un segundo grupo se encuentran Tres de Febrero, Avellaneda, Ensenada, La Plata, Lanús, San Fernando y ex Morón cuyos habitantes tienen un nivel socioeconómico más bajo, y tienen una disposición *per capita* menor. Moreno, Esteban Echeverría, Florencio Varela, Almirante Brown y Berisso tienen una disposición muy baja, entre 0,3 y 0,4 Kg/hab.día (ver la Figura 23 y para la disposición per capita la Figura 14).

Si se comparan las cifras entre 1996 y 1997 surge que el partido de Pilar ha aumentado su disposición *per capita* en un 31%, San Fernando en un 17%, José C. Paz en un 11% y la Ciudad de Buenos Aires en un 5%. El partido de Ensenada es el único que ha disminuido su disposición en forma significativa, un 11%.

Indicador: Residuos per capita dispuestos por partido de la RMBA

Interpretación: La cantidad de residuos dispuestos por habitante está íntimamente relacionada con su nivel socioeconómico. Es una medida del consumo de los recursos que un habitante realiza en una determinada economía y cultura.

Evaluación: Una menor cantidad de residuos por habitante se considera que favorece la sustentabilidad. Se pondera cada partido por la cantidad de residuos en Kg/hab.día.

f) Cantidad de residuos generados/cantidad de residuos dispuestos

Es necesario hacer algunas consideraciones. No existen datos reales de cuanto se produce per capita (Kg/hab./día) por partido en la RMBA. Existen estudios para algunas localidades aunque éstos: a) no son extrapolables al resto de los partidos, b) son de dudosa procedencia o c) se conoce su existencia pero no resultaron accesibles. Las metodologías que se usan para realizar las esti-

maciones parten de la premisa de que la cantidad de residuos producida por un sector de la población tiene una directa relación con su nivel socioeconómico⁴³, pero en la práctica las estadísticas socioeconómicas actualizadas para la RMBA tienen una serie de limitaciones que serán analizadas más adelante.

La metodología usada en este trabajo se encuentra desarrollada en el Anexo I, pero resumiendo se puede decir que nos ha permitido en principio encontrar una serie de partidos donde la producción de residuos puede ser superior a lo que realmente envían al CEAMSE (Figura 15). Los partidos donde existen diferencias entre lo producido y lo depositado serían: General San Martín, Merlo, Berazategui, Quilmes, Berisso, Ensenada y La Plata. En el área del ex partido de General Sarmiento esa diferencia no sería significativa.

Indicador: Cantidad de residuos generados/Cantidad de residuos dispuestos por partido de la RMBA

Interpretación: Los residuos urbanos pueden seguir dos vías desde su recolección en los domicilios: disposición en el CEAMSE o evacuación en distintas formas no controladas, que como se mencionó anteriormente son las que más afectan negativamente al ambiente. La diferencia entre la cantidad de residuos producidos y los dispuestos permite evaluar la segunda vía mencionada.

Evaluación: Una diferencia positiva entre los residuos producidos y los residuos dispuestos se considera que es desfavorable para la sustentabilidad. Se pondera cada partido con 1 (mayor sustentabilidad) y 5 (menor sustentabilidad) de acuerdo a lo siguiente:

partidos con residuos producidos = residuos dispuestos: 1
partidos con residuos producidos > residuos dispuestos: 5

42- El nivel de ingresos es medido por un índice de ingresos relativo entre partidos del Informe sobre el Desarrollo Humano en la Provincia de Buenos Aires 1996.

43- Ver Federico Sabaté (1998). Está demostrada la relación para un buen número de regiones y situaciones socioeconómicas. También ver: U.S. EPA 1994.

Figura I4

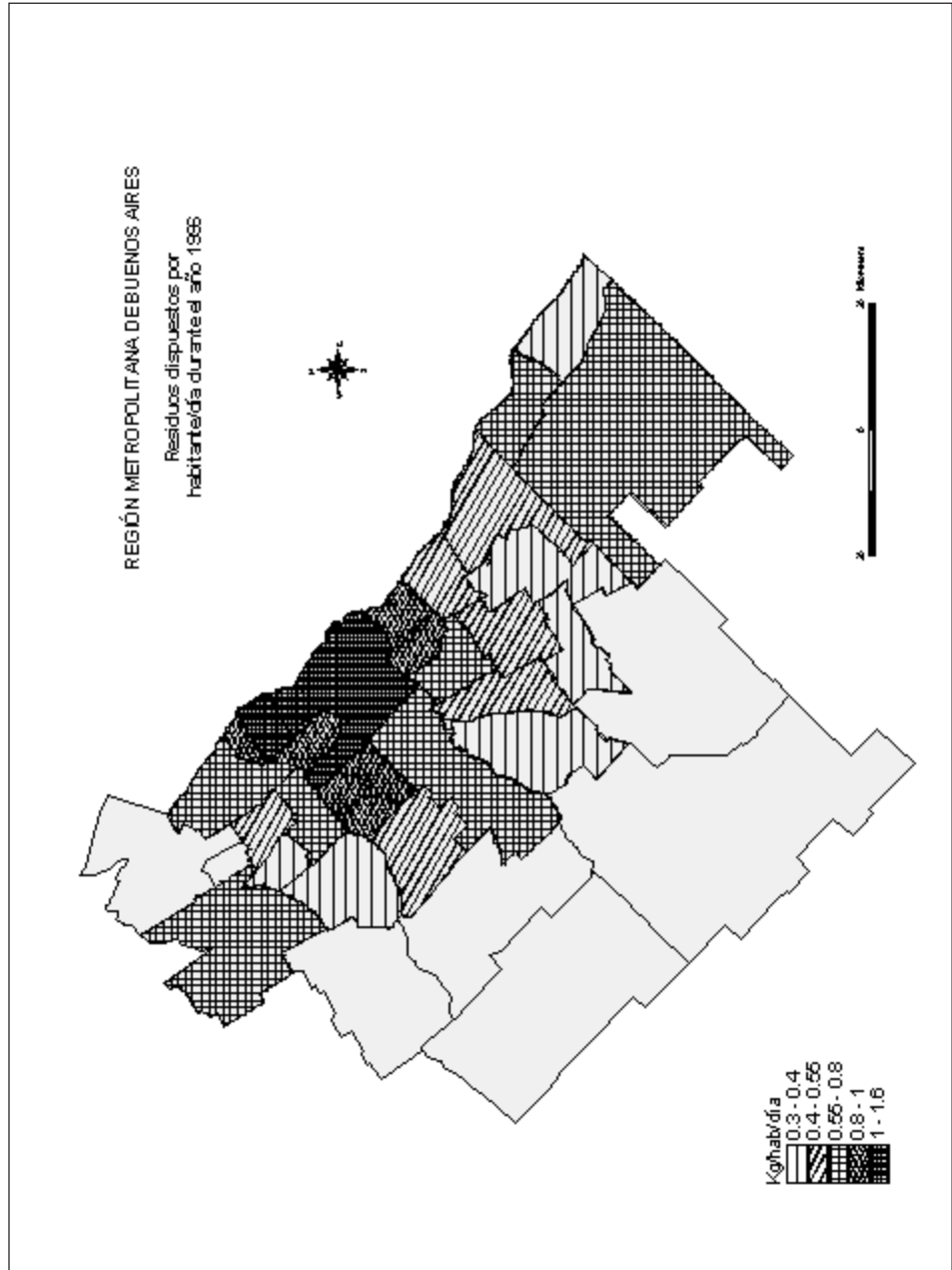
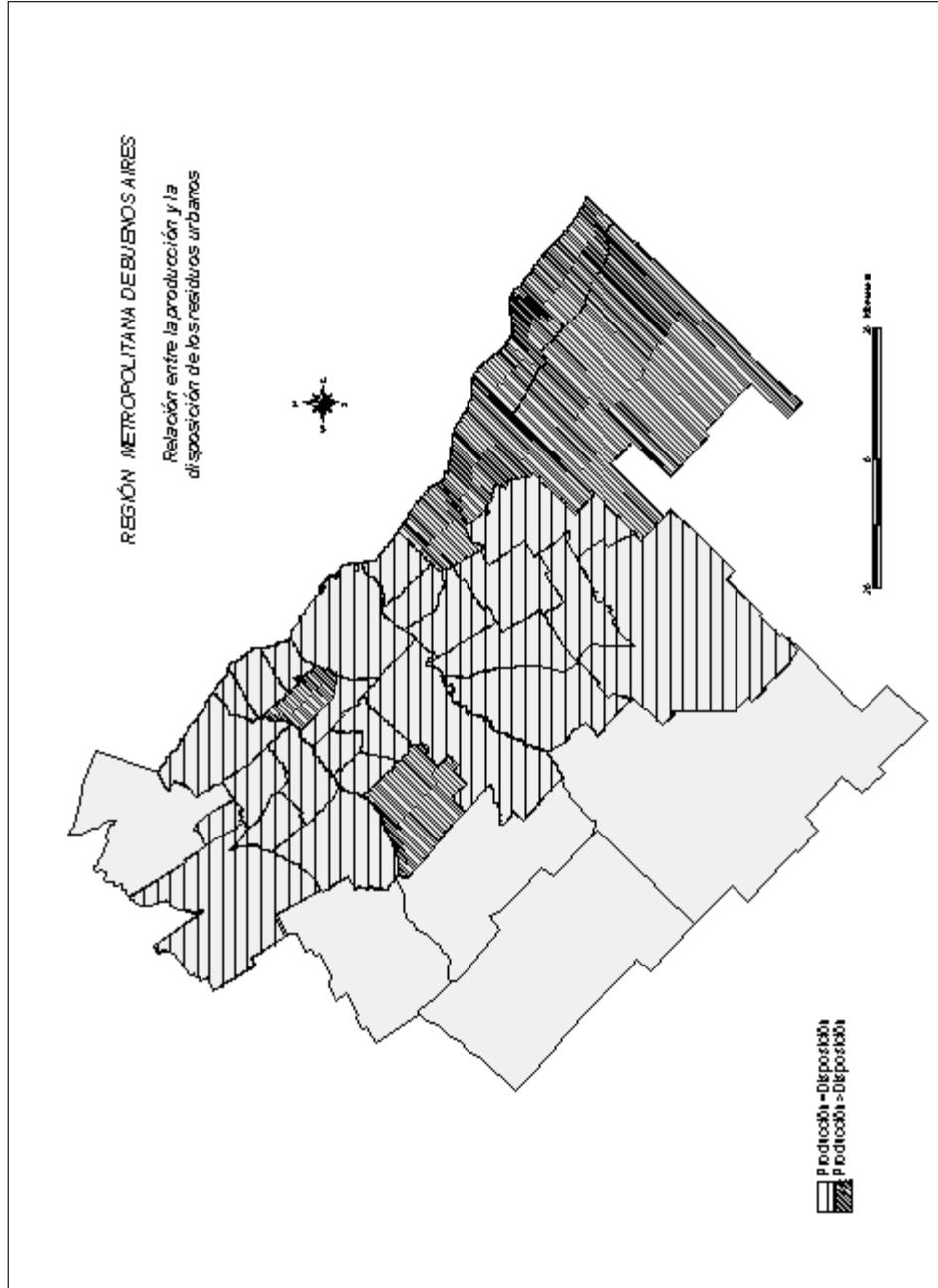


Figura 15



V.2 Indicadores holísticos

Pertencen a esta categoría los siguientes indicadores, descriptos en a y b.

a) Nivel de contaminación de cuerpos de agua superficial, aguas subterráneas y de suelos de la RMBA

No se pretende analizar aquí el problema de la contaminación acuática de la RMBA sino esbozar un muy breve diagnóstico de situación.

La contaminación de las aguas subterráneas puede considerarse el problema de contaminación más grave en la Argentina, siendo la RMBA la zona más crítica⁴⁴, si se considera que el 65% de los hogares en el segundo anillo (Almirante Brown, Berazategui, Esteban Echeverría, Florencio Varela, ex General Sarmiento, parte de La Matanza, Merlo, Moreno, San Fernando y Tigre) no están conectados con la red de agua y utilizan agua subterránea. Particularmente graves son las contaminaciones

provenientes de las infiltraciones de basurales clandestinos donde el lixiviado arrastra a las aguas subterráneas altas concentraciones de metales pesados.

En el sistema de arroyos y ríos de la RMBA la contaminación es alta, principalmente en el Río Reconquista y en el Riachuelo. De este último se han extraído más de mil toneladas de residuos domiciliarios e industriales en un año y medio de ejecución del Plan de Saneamiento de la cuenca Matanza-Riachuelo⁴⁵. En el caso del Río de la Plata la contaminación es alta hasta 500 m de la costa, en el Riachuelo la concentración de oxígeno disuelto es cero y posee en sus tramos finales concentraciones de mercurio, zinc, plomo y cromo 50 veces superiores a los niveles máximos permitidos⁴⁶. En la cuenca del Riachuelo 700 empresas han declarado una emisión de 80.000 m³/día de efluentes líquidos lo que convierte a este curso de agua en una cloaca a cielo abierto⁴⁷. Alta contaminación ha sido encontrada en la mayoría de los arroyos del partido de Malvinas Argentinas⁴⁸.

44- Banco Mundial (1995).

45- Firpo (1998).

46- Diario Clarín. 6 de febrero de 1995.

47- Se han encontrado concentraciones de entre 58.000 a 22.000.000 de bacilos coliformes por mm³ de agua. En: Marchetti (1996).

48- Análisis efectuado durante el desarrollo del Laboratorio I, materia de grado de la Universidad Nacional de General Sarmiento, en 1997. Se midieron concentraciones de oxígeno disuelto, sólidos en suspensión, conductividad, pH, etc. El grado de contaminación en 5 puntos de muestreo en 4 cuerpos de agua del Partido fue catalogado como alto y muy alto.

Tabla 8. Grado de la contaminación hídrica superficial en las cuencas de la RMBA. Valores medidos en diferentes estudios comparados con los límites permitidos.

| Elementos y variables | Límites permitidos | Valores medidos |
|---|---------------------------|---|
| Temperatura (°C) | no hay valores permitidos | Reconquista : 10-29,2 Luján : 10-29,5 Matanza-Riachuelo : 9,5-24 |
| Sólidos disueltos (mg/l) | hasta 1200 | Reconquista : 300-2000 |
| Demanda bioquímica de oxígeno (mgO ₂ /l) | hasta 3 | Reconquista : hasta 115 Arroyo Morón: hasta 350 Luján : hasta 24 Matanza-Riachuelo : hasta 117 |
| Oxígeno disuelto (mg/l) | mayor que 5 | Reconquista : 0,2-8 Luján : 4-10 Matanza-Riachuelo : 1 Río Santiago-Arroyo del Gato: 0-5 |
| pH | entre 6,5 y 8,5 | Reconquista : 6-10 Luján : 6-9,2 Matanza-Riachuelo : 5-9 |
| Conductividad (mS/cm) | menor que 400 | Reconquista : 200-2000 Luján : 500-4900 Matanza-Riachuelo : 700-2000 |
| Cloruros (mg/l) | menos de 0.01 | Reconquista : 5-130 |
| Nitrógeno (mg/l) | menos de 0.06 | Reconquista : 1-15 Luján : 0,20-30 Matanza-Riachuelo : 0,60-12,80 |
| Fósforo (mg/l) | hasta 25 | Reconquista : 4-6,5 Luján : 200-700 Matanza-Riachuelo : 70-1630 |
| Zinc (mg/l) | hasta 30 | Reconquista : hasta 400 |
| Cromo (mg/l) | hasta 2 | Reconquista : hasta 50 |
| Cadmio (mg/l) | hasta 0,2 | Reconquista : hasta 20 |
| Cobre (mg/l) | hasta 2 | Río Santiago : hasta 65 |
| Plomo (mg/l) | hasta 1 | Río Santiago : hasta 5 |

Indicador: Nivel de contaminación de cuerpos de agua superficial, aguas subterráneas y de suelos de la RMBA.

Interpretación: Las consecuencias de la descarga indebida de efluentes domiciliarios e industriales en cursos de agua y suelos es evaluada "in situ" por las variables de la tabla anterior. Los valores medidos que superan los estándares permitidos están indicando la degradación de las aguas y el suelo.

Evaluación: Una menor concentración de un elemento que la permitida se considera que favorece la sustentabilidad. No se pondera este indicador por partido sino como el conjunto partidos que conforman una cuenca.

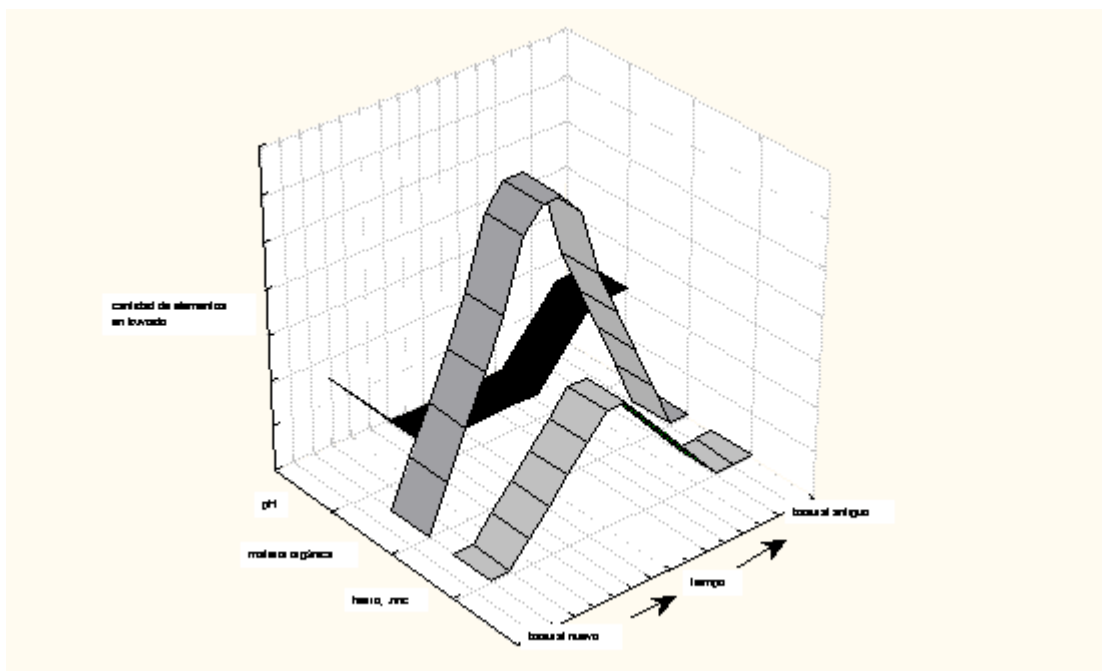
Partidos lindantes con cuencas con concentraciones de contaminantes menores a la permitida : 1
Partidos lindantes con cuencas con concentraciones de contaminantes mayores a la permitida : 2

b) Características fisicoquímicas del percolado exudado por residuos en basurales clandestinos de la RMBA

La composición química de los lixiviados provenientes de un basural es muy variable, de-

pendiendo de la antigüedad del mismo (Figura 16⁴⁹) y de la historia previa al momento de efectuar el muestreo (que incluye el tipo de residuos enterrados). La composición típica de los lixiviados de basurales (en la cual no se incluyen componentes provenientes de las industrias) se presenta en la Tabla 9.

Figura 16



Variaciones el tiempo de la composición del lixiviado de los basurales.

49- Basado en Tchobanoglous et al. (1994).

Tabla 9. Constituyentes del lixiviado de basurales (en mg/l de lixiviado)⁵⁰

| Constituyente | basural nuevo (menos de 2 años) | | basural maduro (mayor de 10 años) |
|-------------------------------------|---------------------------------|--------|-----------------------------------|
| | rango | Típico | |
| DOB (demanda bioquímica de oxígeno) | 2000-30000 | 10000 | 100-200 |
| Carbono orgánico total | 1500-20000 | 6000 | 80-160 |
| nitrógeno orgánico | 10-800 | 200 | 80-120 |
| nitrógeno amoniacal | 10-800 | 200 | 20-40 |
| nitrato | 5-40 | 25 | 5-10 |
| fósforo total | 5-100 | 30 | 5-10 |
| ortofosfato | 4-80 | 20 | 4-8 |
| alcalinidad | 1000-10000 | 3000 | 200-1000 |
| pH | 4,5-7,5 | 6 | 6,6-7,5 |
| dureza total | 300-10000 | 3500 | 200-500 |
| calcio | 200-3000 | 1000 | 100-400 |
| magnesio | 50-1500 | 250 | 50-200 |
| potasio | 200-1000 | 300 | 50-400 |
| sodio | 200-2500 | 500 | 100-200 |
| cloro | 200-3000 | 500 | 100-400 |
| sulfatos | 50-1000 | 300 | 20-50 |
| hierro total | 50-1200 | 60 | 20-200 |

No hay un análisis completo del lixiviado de la mayoría de los basurales en la RMBA, donde existe una mezcla de residuos domiciliarios e industriales. Se conoce la composición del lixiviado proveniente de un basural clandestino en el parti-

do de Florencio Varela, de 4 ha de superficie y 25 metros de profundidad que ha estado activo entre 1974 y 1992⁵¹, y por uno de cuyos lados corre el Arroyo Las Piedras (Tabla 10).

50- Tchobanoglous et al. (1994).

51- De Rosa et al. (1996). El CEAMSE realiza periódicamente muestreos de los lixiviados producidos en sus rellenos sanitarios aunque no se pudo acceder a esa información.

Tabla 10. Composición del lixiviado de un basural en la Provincia de Buenos Aires. ^avalor máximo medido

| Parámetro | Rango |
|---|------------------|
| pH | 6,9-8,3 |
| Conductividad ($\mu\text{S cm}^{-1}$) | 1350-8500 |
| Alcalinidad (mg l^{-1}) | 180-6074 |
| sólidos totales (mg l^{-1}) | 1263-119285 |
| Cloruros (mg l^{-1}) | 116-1901 |
| Sulfatos (mg l^{-1}) | 7-33 |
| Nitratos (mg l^{-1}) | 15 ² |
| Cromo ($\mu\text{g l}^{-1}$) | 170 ² |
| Plomo ⁵³ ($\mu\text{g l}^{-1}$) | 120 ² |
| Mercurio ⁵³ ($\mu\text{g l}^{-1}$) | 2 ² |
| Cobre ($\mu\text{g l}^{-1}$) | 140 ² |
| Hierro ($\mu\text{g l}^{-1}$) | 50-35000 |
| Zinc ($\mu\text{g l}^{-1}$) | 600 ² |

52- Se descargan 140.000 toneladas por año (cifra a 1970) de plomo desde las industrias a las aguas en el mundo. El plomo, mercurio y el selenio que se encuentran disponibles en la naturaleza en forma de metal sufren un proceso biológico (en el cual intervienen microorganismos) denominado biometilación que eleva su toxicidad. El plomo orgánico e inorgánico puede acumularse en los tejidos animales y humanos hasta niveles tóxicos, aunque su peligrosidad es menor que la del mercurio (Paasivirta, 1991).

53- El mercurio es liberado al ambiente por la actividad industrial principalmente la fabricación de cloro gaseoso y fabricación de papel (ambas se redujeron o cesaron a principios de la década de los 70), minería, metalúrgicas, fabricas de pinturas, bactericidas, fungicidas, laboratorios, hospitales, y combustión de hidrocarburos. En la biosfera el mercurio se bioacumula, es decir su concentración aumenta en los organismos a medida que estos se encuentran mas alto en la cadena trófica. Por ejemplo, las algas pueden tener una concentración 100.000 veces mayor de mercurio que el agua en que se encuentran.

La concentración media de los metales pesados en este lixiviado es muy alta. Piénsese en los líquidos lixiviados que se deben producir luego de una lluvia en los basurales clandestinos y que esos metales pesados muy probablemente terminarán en los acuíferos subterráneos.

Indicador: Características fisicoquímicas del percolado exudado por residuos en basurales clandestinos de la RMBA.

Interpretación: Los elementos como metales pesados y sustancias como organoclorados y fenoles (nuevos en la biosfera) son bioacumulables en los organismos vivos y en el hombre, y sus efectos son transmitidos a la siguiente generación. El lixiviado de los basurales es una de las fuentes de esas sustancias.

Evaluación: Una menor concentración de un elemento que la permitida se considera que favorece la sustentabilidad. No se pondera este indicador por partido por carecer de datos desagregados, pero pueden considerarse los valores mencionados como altamente perjudiciales para la salud.

V.3 Indicadores distributivos

Pertencen a esta categoría los siguientes indicadores, descritos en a y b.

a) Localización de los basurales, respecto a distancia a cuerpos de agua

El escaso valor de las tierras marginales, cercanas a los cuerpos de agua, y sujetas a inundaciones periódicas, ha llevado a que, o bien sean ocupadas por familias de bajos recursos, o sean un destino privilegiado para el volcado de residuos. Se ha estimado que hay más de 50 basurales clandestinos solo en la cuenca Matanza-Riachuelo (Firpo, 1998). En la Figura 17 se puede observar la localización de los basurales clandestinos en la RMBA cercanos a los principales cursos de agua⁵⁴. Gran cantidad se ubican próximos a las márgenes del río Reconquista, donde hay 19 basurales, del río Matanza-Riachuelo, don-

54- La información sobre la localización fué suministrada por el CEAMSE.

de hay 16 basurales y del Río de la Plata donde hay 9 basurales.

En la zona noroeste, los partidos de Tigre, San Fernando, General San Martín, San Miguel, Tres de Febrero, Moreno y Merlo, tienen basurales clandestinos que por su ubicación, son potenciales fuentes de contaminación de la cuenca del río Reconquista. Hay basurales sobre la costa del Río de la Plata a la altura de San Isidro y Vicente López. Al sur de la Ciudad de Buenos Aires, hay basurales cercanos al río Matanza a su paso por Lanús, Lomas de Zamora, Esteban Echeverría, Ezeiza y La Matanza. Sobre la costa sur del Río de la Plata, hay algunos basurales en Avellaneda, Quilmes y Berazategui.

Indicador : Localización de los basurales, respecto a distancia a cuerpos de agua.

Interpretación : Los residuos dispuestos en basurales no controlados cercanos a cuerpos de agua contaminan los mismos a través de sus lixiviados, por su arrastre a los cauces por lluvias o por su volcado intencional.

Evaluación : La cercanía (menos de 500m) de basurales a un cuerpo de agua se considera que es desfavorable para la sustentabilidad. Se pondera cada partido con 1 (mayor sustentabilidad) y 2 (menor sustentabilidad) de acuerdo a lo siguiente:

partidos sin basurales cercanos a cuerpos de agua : 1
partidos con basurales cercanos a cuerpos de agua : 2

b) Aparición de nuevos basurales clandestinos

En el año 1990 fueron detectados por personal del CEAMSE en la Región Metropolitana de Buenos Aires 132 basurales clandestinos. De 1990 a 1994 hubo una disminución del número de basurales como se puede ver en la Figura 18. Desde 1995 la tendencia señala un aumento del número de basurales en la región.

Indicador : Aparición de nuevos basurales clandestinos.

Interpretación : Un aumento en la cantidad de basurales está relacionado con una mayor contaminación potencial de los recursos naturales. También esta hablando de un aumento en la ineficiencia en la gestión ambiental municipal.

Evaluación : La aparición de nuevos basurales se considera que es desfavorable para la sustentabilidad. Se pondera este indicador para el conjunto de los partidos con 1 (mayor sustentabilidad) y 5 (menor sustentabilidad).

Disminución de basurales: 1
Aparición de nuevos basurales: 5

Figura 17

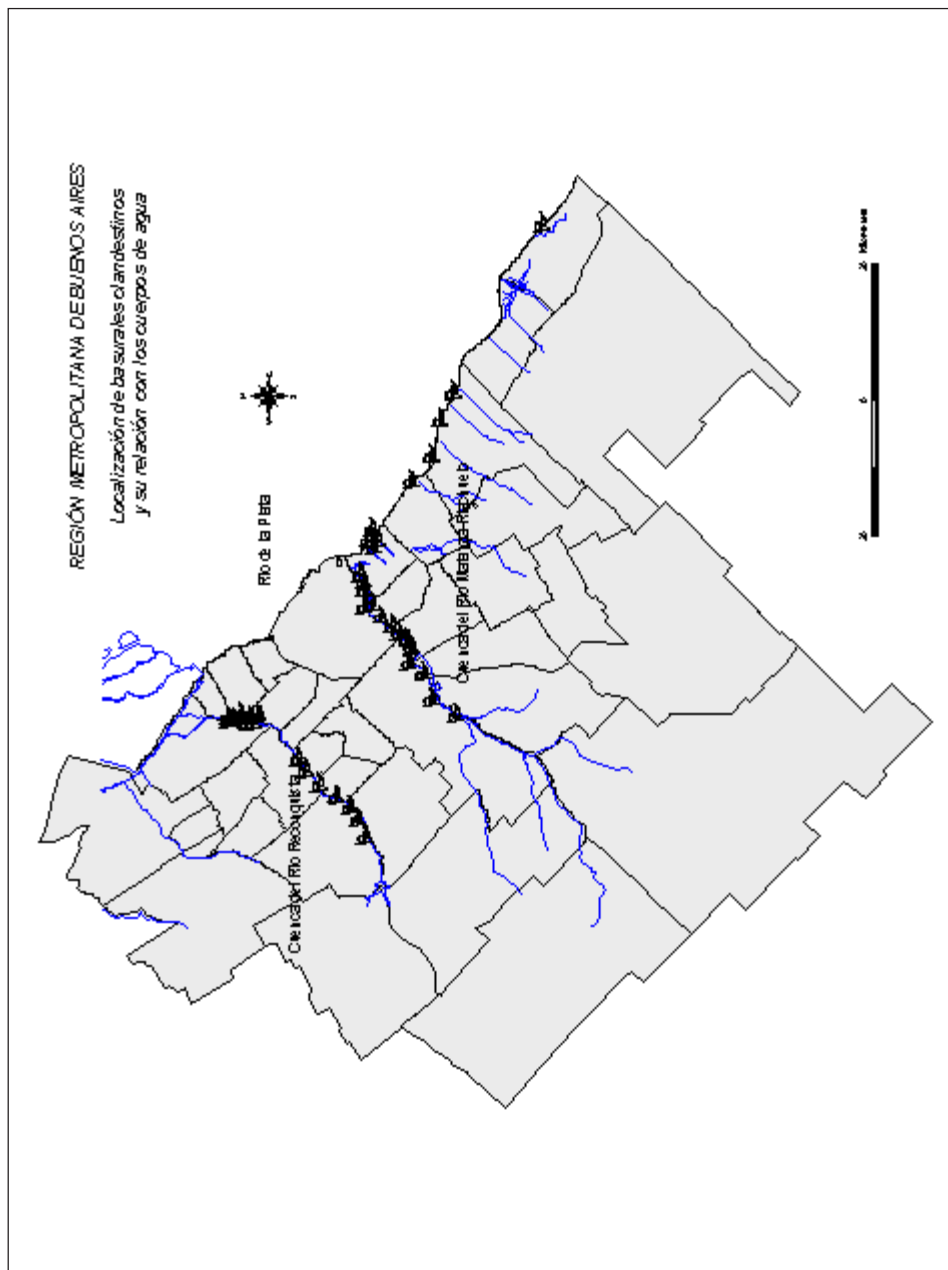
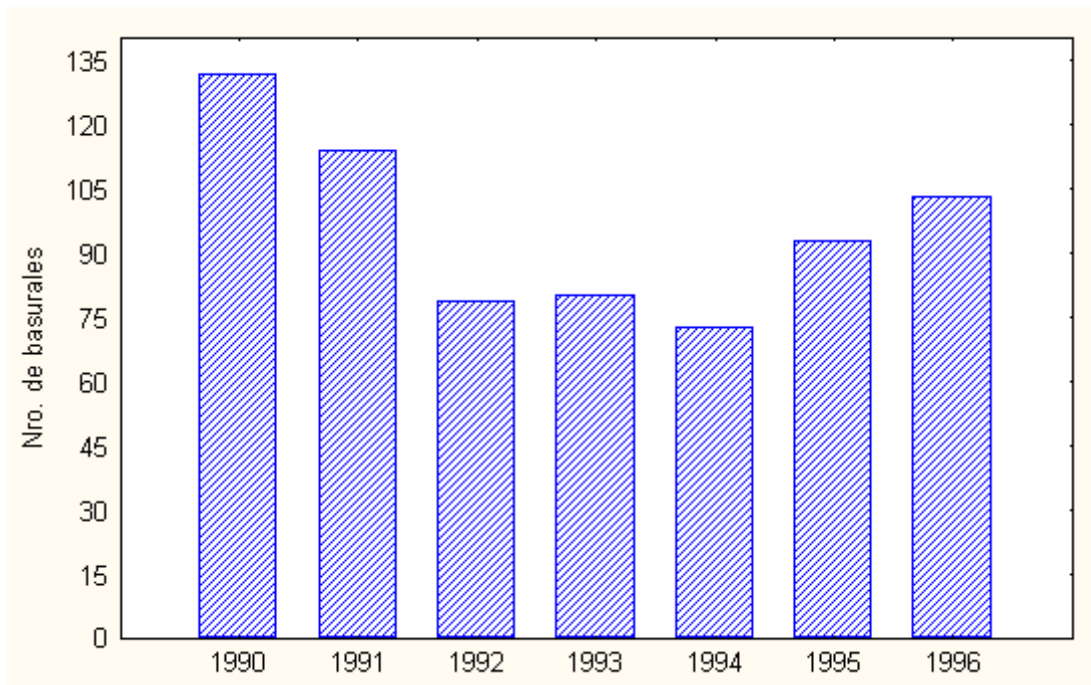


Figura 18



Basurales clandestinos detectados por el CEAMSE entre 1990 y 1996.

V.4 Indicadores proyectivos

Pertenece a esta categoría el siguiente indicador:

Potencialidad de contaminación de agua y suelo por residuos industriales, de acuerdo a la localización de los establecimientos fabriles

Los partidos de Avellaneda, el conjunto Ensenada-Berisso-La Plata, La Matanza, Lanús, Lomas de Zamora, Quilmes, General San Martín y ex Morón son los que tienen mayor cantidad de establecimientos fabriles (Tabla 11).

La potencialidad de contaminación sobre los recursos naturales varía con cada tipo de establecimiento industrial. Por ejemplo no tienen el mismo efecto los efluentes y desechos que produce una petroquímica o una curtiembre que los que produce una harinera. Es por eso que la clasificación de los establecimientos fabriles según su riesgo ambiental (que involucra el tipo de proceso de

producción y la clase y composición de los efluentes producidos) es una medida adecuada para evaluar el riesgo contaminante potencial de una industria. Se han clasificado todos los establecimientos fabriles de la región⁵⁴ según el tipo de riesgo ambiental (1 a 3, de menos a más riesgoso) definido por la Ley 11.459 de la provincia de Buenos Aires. En la Figura 19 se muestra la proporción de establecimientos fabriles según su riesgo por partido.

En general ningún partido tiene una mayor proporción sobre el total de los establecimientos fabriles menos contaminantes (Tipo I). Podemos resaltar que los partidos que se encuentran en la cuenca del río Reconquista: La Matanza, Tigre, Morón, Ituzaingó, Hurlingham, Tres de Febrero, General San Martín, y los partidos que se

⁵⁴- Que figuran en el Censo Nacional Económico del INDEC, 1995.

encuentran en la cuenca del Matanza-Riachuelo⁵⁶: Lomas de Zamora, Lanús, Avellaneda, Vicente López y Quilmes tienen una proporción de fábricas del tipo 2 y 3 (de mayor riesgo ambiental) superior al 50% del total.

Tabla 11. Número de establecimientos fabriles por partido⁵⁷

| Partido | Nº de establecimientos fabriles |
|----------------------|---------------------------------|
| Avellaneda | 1857 |
| Berazategui | 379 |
| Ensenada | 63 |
| Berisso | 110 |
| La Plata | 916 |
| Esteban Echeverría | 458 |
| Florencio Varela | 269 |
| La Matanza | 3571 |
| Lanús | 2351 |
| Lomas de Zamora | 1230 |
| Moreno | 282 |
| Quilmes | 1260 |
| San Fernando | 483 |
| Almirante Brown | 512 |
| General San Martín | 3455 |
| Ex General Sarmiento | 755 |
| Merlo | 441 |
| ex Morón | 1737 |
| Tigre | 649 |
| San Isidro | 979 |
| Vicente López | 2057 |
| Tres de febrero | 2467 |
| Pilar | 194 |

56- El 45% de los residuos recogidos en la cuenca Matanza-Riachuelo están embebidos de hidrocarburos y otros compuestos tóxicos atribuidos al volcado de residuos industriales (Firpo, 1998).

Indicador: Potencialidad de contaminación de agua y suelo por residuos industriales, de acuerdo a la localización de los establecimientos fabriles.

Interpretación: El inadecuado sistema regional de las plantas de tratamiento de residuos industriales⁵⁸ y la escasa implementación de los controles legales existentes, hace que una gran parte de los residuos industriales terminen en los cursos de agua y el suelo. La diferenciación de los procesos productivos de acuerdo a su riesgo ambiental permite identificar aquellas industrias que potencialmente pueden contaminar con mayor grado de peligrosidad los recursos naturales.

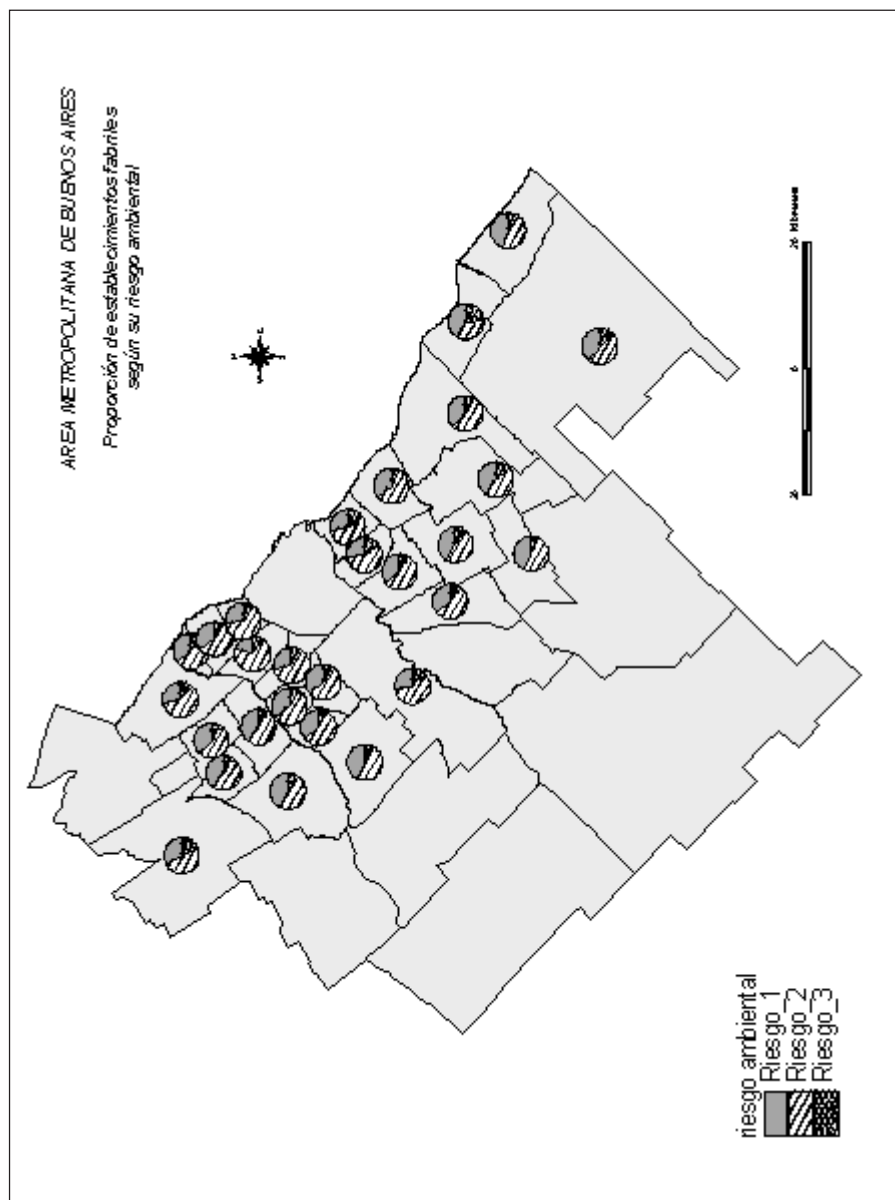
Evaluación: Una mayor cantidad de industrias de tipo de riesgo ambiental 2 y 3 se considera que es desfavorable para la sustentabilidad. Se pondera este indicador por partido con 1 (mayor sustentabilidad) a 10 (menor sustentabilidad).

Partidos con menos de 200 fábricas de tipo 2 y 3: 1
Partidos con 200 a 500 fábricas de tipo 2 y 3: 2
Partidos con 500 a 1.000 fábricas de tipo 2 y 3: 3
Partidos con 1.000 a 1.500 fábricas de tipo 2 y 3: 7
Partidos con mas de 1.500 fábricas de tipo 2 y 3: 10

57- Datos obtenidos del Censo Nacional Económico del INDEC (1994). Están considerados los establecimientos industriales que se encuentran en las tres categorías de riesgo ambiental que define la Ley 11.459 de la Provincia de Buenos Aires.

58- Al 29 de julio de 1998 existían alrededor de 40 plantas de tratamiento de residuos industriales registradas en la Provincia de Buenos Aires cuyo control efectivo es ineficiente por parte del gobierno.

Figura 19



V.5 Indicadores de control de gestión

Uno de los indicadores de control de gestión es la planificación de la recuperación de terrenos con basurales clandestinos.

La planificación de un programa de erradicación de basurales clandestinos incluye las siguientes tareas⁵⁹:

- la determinación del perfil de cada basural, que incluye medir el tamaño y estimar el volumen de los residuos existentes, su grado de toxicidad, relevamiento topográfico del lugar, la situación urbana inmediata y la propiedad de los terrenos.
 - la determinación de la situación dominial y las gestiones para llevar a cabo las obras de saneamiento del basural.
 - la evaluación del impacto ambiental de cada basural sobre los recursos naturales y sobre la calidad de vida de la población.
- la limpieza del área afectada. Previamente es necesario realizar estudios hidrogeológicos, verificar la calidad de las aguas subterráneas y determinar el poder contaminante de los líquidos de lixiviado de los residuos.
 - la limpieza del área y obras de saneamiento, que incluyen el movimiento, traslado y disposición de los residuos, mejoramiento del terreno.
 - la recuperación de los terrenos, con forestaciones, parques o canchas de fútbol.
 - una campaña de difusión y educación ambiental.

El programa de erradicación de basurales del CEAMSE puede verse en la tabla 12, donde se han identificado dos tipos de estrategias de recuperación: basurales de gestión inmediata y de gestión mediata, por partido.

59- Bidondo (1996).

Tabla 12. Número de basurales a ser recuperados por partido.

| partido | N ^{ro} de basurales a recuperar de gestión inmediata ⁶⁰ | N ^{ro} de basurales a recuperar de gestión mediata ⁶¹ |
|----------------------|---|---|
| Avellaneda | 2 | 2 |
| Berazategui | | 2 |
| Ensenada | 2 | 1 |
| Berisso | 2 | |
| La Plata | 5 | |
| Esteban Echeverría | 5 | 1 |
| Florencio Varela | 1 | 2 |
| La Matanza | 11 | 2 |
| Lanús | | 3 |
| Lomas de Zamora | 7 | 2 |
| Moreno | 2 | 1 |
| Quilmes | 6 | 3 |
| San Fernando | 3 | 1 |
| Almirante Brown | 5 | |
| General San Martín | 6 | |
| Ex General Sarmiento | 8 | |
| Merlo | 6 | |
| ex Morón | 3 | |
| Tigre | 4 | |
| Vicente López | 2 | |
| San Isidro | 3 | |

Indicador: Recuperación de basurales clandestinos.

Interpretación: La recuperación de los basurales existentes, incluyendo las medidas necesarias para que los terrenos no vuelvan a ser utilizados con ese fin puede evitar la mayoría de los efectos ambientales mencionados anteriormente, derivados de la disposición en forma no controlada.

Evaluación: Un número mayor de basurales a ser recuperados se considera que es favorable para la

sustentabilidad. Se evalúa este indicador por partido con 1 (mayor sustentabilidad) a 3 (menor sustentabilidad).

Partidos que tienen más de 6 basurales programados a ser recuperados: 1

Partidos que tienen entre 2 y 6 basurales programados a ser recuperados: 2

Partidos con menos de 2 basurales programados a ser recuperados: 3

60- Basurales de gestión inmediata: son aquellos que pueden recuperarse por medio de una limpieza con topadoras, camiones volcadores, palas cargadoras, etc. Fuente: Bidondo (1996).

61- Basurales de gestión mediata: Son aquellos con muchos años de existencia, gran impacto contaminante, que requieren estudios detallados sobre cual es la mejor estrategia para recuperarlos.

VI. CONSIDERACIONES FINALES

Todos los organismos modifican de una forma u otra el ambiente en que viven, ya sea porque utilizan los recursos existentes para su desarrollo (y disminuyen la cantidad disponible de esos recursos para sí mismos y otros organismos) o porque por su actividad metabólica producen sustancias de desecho que terminan en el ambiente. La sociedad humana no escapa a este comportamiento, máxime cuando se encuentra en condiciones de alta densidad poblacional, como ocurre en los grandes conglomerados urbanos, como la Región Metropolitana de Buenos Aires.

Las actividades humanas en áreas urbanas (que se desarrollan en un compartimento que denominamos tecnosfera) producen desechos que se caracterizan por su cantidad, el área reducida en que se disponen y la presencia de sustancias artificiales. Considerando la dinámica del transporte de la materia involucrada en el ciclo de los residuos urbanos, la actividad humana específicamente produce modificaciones en los ciclos naturales de diversos elementos, aumentando su cantidad y modificando la forma de esos ciclos, pasando de un ciclo circular (es decir un ciclo en el que los elementos vuelven al lugar de origen) a un ciclo lineal. Esto significa la acumulación de los residuos en los ecosistemas urbanos, que se caracterizan por tener una baja productividad propia por lo que deben importar una gran cantidad de materia y energía para poder desarrollar sus actividades metabólicas.

Para evaluar la sustentabilidad del flujo unidireccional de los residuos se puede dividir el ciclo de la materia en dos partes: la cantidad de materia que es extraída de la litosfera y la cantidad que es reincorporada desde la biosfera. Ambas cantidades se pueden expresar como tasas (toneladas por año), y forman el primer componente de la sustentabilidad que denominamos SE_1 .

Primer componente de la sustentabilidad ecológica (SE_1): analiza el flujo unidireccional de los residuos.

El valor que puede tomar SE_1 depende del tipo de sustancia que se esté considerando al evaluar su flujo.

Una característica importante a considerar al evaluar los resultados de un indicador de flujo es su escala de aplicación. No se puede trabajar con los mismos criterios si se esta evaluando la sustentabilidad de una actividad como la producción de residuos de una región metropolitana (con una disposición acotada territorialmente pero muy intensiva) que al considerar por ejemplo la actividad minera a escala global, como en los trabajos de Holmberg y Azar⁶².

Un concepto asociado a este componente de la sustentabilidad ecológica es el de huella ecológica, que es el área requerida, externa a la ciudad, necesaria para el mantenimiento de las actividades de la misma. Por ejemplo si la población de una hectárea en Buenos Aires consume los recursos que se producen en 50 hectáreas externas a ella, la huella ecológica de la ciudad sería 50 veces mayor a su superficie. Un valor mayor de SE_1 estaría asociado con una huella ecológica mayor. Se puede decir que en este componente se analiza la sustentabilidad a una escala regional y la externalización de los impactos por los comportamientos generados en la RMBA.

No existen datos para cuantificar la extracción de la naturaleza de cada sustancia contenida en los residuos y su tasa de reincorporación al medio. Es por ello que el primer componente de la sustentabilidad es cuantificado por el siguiente indicador, desarrollado en los Capítulos IV y V.

Componente SE_1 { **Indicador**
Residuos per cápita dispuestos
por partida del AMBA

62- Holmberg et al. (1996), Azar et al. (1996).

Este indicador es el que mejor expresa la magnitud del flujo unidireccional de los residuos por partido relativizando a la cantidad de residuos dispuestos por partido con la cantidad de población.

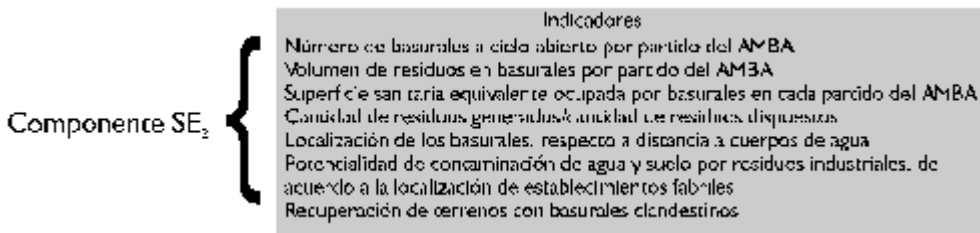
El funcionamiento del sistema urbano y los servicios que el mismo puede prestar para el desarrollo de las actividades humanas dependen del mantenimiento de sus funciones ecológicas, como son las que brindan el suelo y cursos de aguas sanos, el ciclaje de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica y la regulación de los flujos de agua, entre otras. La sustentabilidad ecológica en el caso de los residuos está asociada a como se ven afectadas las funciones ecológicas relacionadas principalmente con los ciclos biogeoquímicos y la biodiversidad, en concordancia con lo planteado por La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (1980) en cuanto a mantener los procesos ecológicos esenciales. Se puede evaluar en función de cómo se altera la estabi-

lidad de los ecosistemas y en que medida son reversibles los efectos sobre el medio ambiente (algunos ejemplos se han dado en la Tabla 4 de Capítulo II). Definimos SE_2 como:

Segundo componente de la sustentabilidad ecológica (SE_2): analiza los efectos degradadores sobre el ambiente.

Podemos decir que en este componente se analiza la sustentabilidad a las escalas municipal y regional y la internalización de los impactos por los comportamientos generados en la RMBA.

El segundo componente de la sustentabilidad es cuantificado por los siguientes indicadores, desarrollados en los capítulos IV y V, y que en su conjunto permiten evaluar la calidad ambiental asociada a la gestión de los residuos por partido.



Aclaración: no se ha incluido el indicador del nivel de contaminación de las aguas ya que ésta es superior a la permitida en todas las cuencas analizadas.

Hasta ahora hemos analizado la sustentabilidad ecológica desde el punto de vista de la afectación físico-natural de los recursos, sin entrar en las relaciones que existen entre el grado de desarrollo y la sustentabilidad, reunidos en el concepto de desarrollo sustentable. Es necesario incluir un nuevo componente que contemple en alguna medida el hecho de que, por ejemplo, la contaminación de las aguas subterráneas o la aparición de vectores de enfermedades como consecuencia de la presencia de basurales, afectan más significativamente a los sectores de la población que se encuentran en condiciones de pobreza.

Tercer componente de la sustentabilidad ecológica (SE_3): analiza la situación socioeconómica de la población.

Las condiciones de habitabilidad precaria suelen estar acompañadas de la falta de los servicios sanitarios básicos, hacinamiento y bajos niveles de educación y de ingreso. Se ha encontrado que los partidos que tienen un alto porcentaje de su población con necesidades básicas insatisfechas tienen también un alto porcentaje en riesgo sanitario ($r = 0,88$). Se ha elegido el índice de

ingreso relativo como indicador síntesis para el SE_3 porque presenta una alta correlación con la población con NBI ($r = -0,82$ $p < 0,05$) y en riesgo sanitario ($r = -0,69$). Además se disponen de datos actualizados al año 1996. En cambio otros indicadores socioeconómicos como el porcentaje de población con Necesidades Básicas Insatisfechas⁶³ o en riesgo sanitario⁶⁴ están disponibles para todos los partidos hasta el año 1991.

Componente SE_3 { Indicador: índice de Ingreso

El conjunto de indicadores desarrollado permite evaluar y comparar en forma cualitativa y cuantitativa la sustentabilidad ecológica en los diferentes partidos de la RMBA. Los partidos han sido clasificados de acuerdo a los criterios que fueron explicitados en el Capítulo V para cada indicador. Los resultados se muestran en la siguiente matriz de indicadores.

63- Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI): Porcentaje de hogares que presentan al menos una de las siguientes características definidas como básicas: hacinamiento, vivienda precaria, falta de retrete con descarga de agua, existencia en el hogar de niños en edad escolar (6 a 12 años) no asistiendo a la escuela ó alta tasa de dependencia económica (cantidad de inactivos que dependen del activo en el hogar, cuyo jefe tenga baja educación).

64- El riesgo sanitario comprende la disponibilidad de agua, la disponibilidad de baño, la disponibilidad de agua corriente y red cloacal, el tipo de vivienda, el tipo de los materiales de los pisos de las viviendas y el hacinamiento.

Matriz de indicadores de sustentabilidad ecológica

| Indicadores Partidos | COMPONENTES SE ₂ | | | | | | | SE ₁ | SE ₃ | |
|-------------------------|-----------------------------|----|----|---|---|----|---|-------------------------------------|-----------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Indice combinado (1+2+3+4+5+6+7) | 8 | 9 |
| Almirante Brown | 5 | 0 | 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 16 | 0,426 | 0,280 |
| Avellaneda | 5 | 9 | 5 | 1 | 2 | 7 | 2 | 31 | 0,947 | 0,628 |
| Berazategui | 1 | 9 | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 23 | 0,417 | 0,386 |
| Berisso | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | 15 | 0,399 | 0,323 |
| Ensenada | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 | 15 | 0,794 | 0,606 |
| Esteban Echeverría | 5 | 9 | 7 | 1 | 1 | 2 | 2 | 27 | 0,439 | 0,239 |
| Florencio Varela | 1 | 9 | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 | 20 | 0,343 | 0,262 |
| General San Martín | 5 | 3 | 5 | 5 | 2 | 10 | 2 | 32 | 0,993 | 0,948 |
| Ex General Sarmiento | 10 | 3 | 5 | 1 | 2 | 2 | 1 | 24 | 0,499 | 0,275 |
| La Matanza | 10 | 10 | 10 | 1 | 2 | 10 | 1 | 44 | 0,650 | 0,388 |
| La Plata | 1 | 0 | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 16 | 0,686 | 0,624 |
| Lanús | 1 | 10 | 2 | 1 | 2 | 10 | 2 | 28 | 0,875 | 0,579 |
| Lomas de Zamora | 10 | 10 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 32 | 0,647 | 0,432 |
| Merlo | 5 | 3 | 10 | 5 | 2 | 2 | 2 | 29 | 0,472 | 0,369 |
| Moreno | 1 | 3 | 5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 15 | 0,358 | 0,210 |
| Ex Morón | 1 | 3 | 5 | 1 | 1 | 7 | 2 | 20 | 0,899 | 0,528 |
| Quilmes | 10 | 9 | 7 | 5 | 2 | 3 | 1 | 37 | 0,540 | 0,424 |
| San Fernando | 5 | 0 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 17 | 0,854 | 0,539 |
| San Isidro | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 11 | 1,518 | 0,664 |
| Tigre | 5 | 0 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 17 | 0,758 | 0,472 |
| Vicente López | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 10 | 2 | 17 | 1,575 | 0,914 |

Indicadores: 1) Número de basurales a cielo abierto por partido de la RMBA, 2) Volumen de residuos en basurales por partido de la RMBA, 3) Superficie sanitaria equivalente ocupada por basurales en cada partido de la RMBA, 4) Cantidad de residuos generados/cantidad de residuos dispuestos, 5) Localización de los basurales, respecto a distancia a cuerpos de agua, 6) Potencialidad de contaminación de agua y suelo por residuos industriales, de acuerdo a la localización de establecimientos fabriles, 7) Recuperación de terrenos con basurales clandestinos, 8) Residuos *per capita* (en kg/hab.día) dispuestos por partido de la RMBA, 9) Índice de ingreso relativo. Fuente: Informe sobre Desarrollo Humano de la Provincia de Buenos Aires 1996.

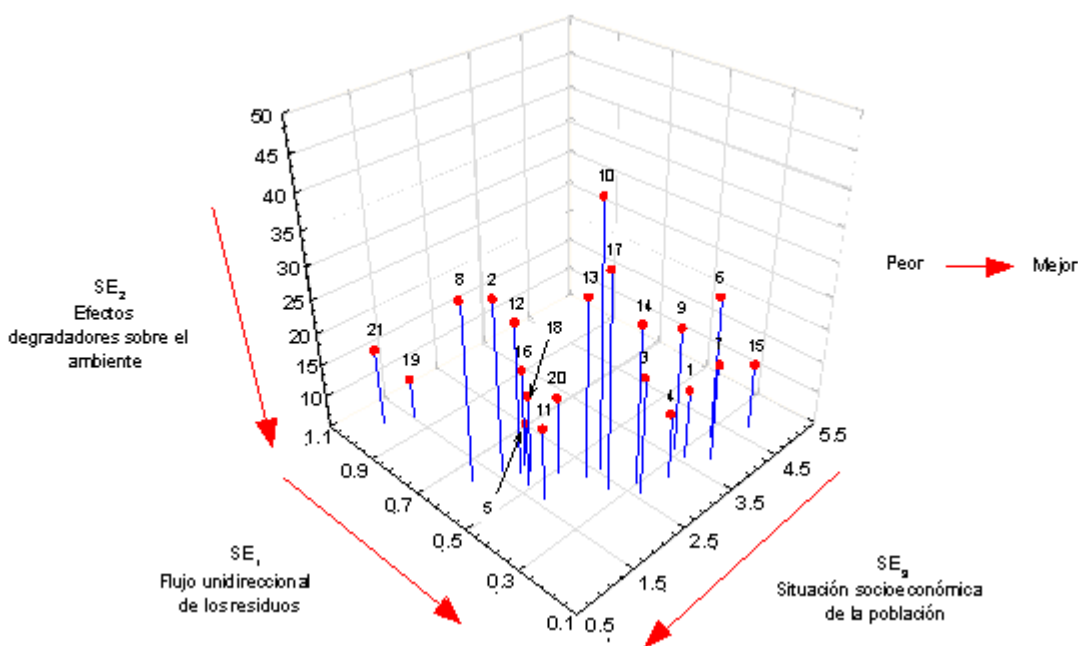
Aclaración: como no existen cifras para todos los indicadores de la Ciudad de Buenos Aires, Pilar, Tres de Febrero y Ezeiza, no se incluyen en la matriz.

En base a ello, la sustentabilidad ecológica puede ser analizada en tres dimensiones, las cuales corresponden a los tres componentes mencionados. La dimensionalidad dada por los componentes que expresan aspectos diferentes pero complementarios de la sustentabilidad hace que la situación de un partido sea explicada tomando los tres ejes, y que exista una gama muy diversa de situaciones.

¿Que situación resulta favorable para las condiciones de sustentabilidad y cual desfavorable? Una menor disposición *per capita* de residuos, mayor nivel de ingresos y una mejor calidad ambiental es claramente la situación de mayor sustentabilidad.

En la Figura 20 puede verse que ningún partido se encuentra en la peor situación de sustentabilidad (ángulo superior), aunque tampoco ninguno se encuentra en la mejor situación (ángulo inferior). La Matanza y Quilmes (ambos de la zona sur-sudeste con un porcentaje alto de hogares con NBI⁶⁵: 18,5 y 18,2% respectivamente) son los partidos con la peor calidad ambiental por el manejo de los residuos sólidos, teniendo los valores más altos de SE_2 . Por el contrario, San Isidro se encuentra en la mejor situación con respecto a este componente. El ex partido de General Sarmiento se encuentra en una situación intermedia, con un alto porcentaje de su población en riesgo sanitario (9,8%).

Figura 20



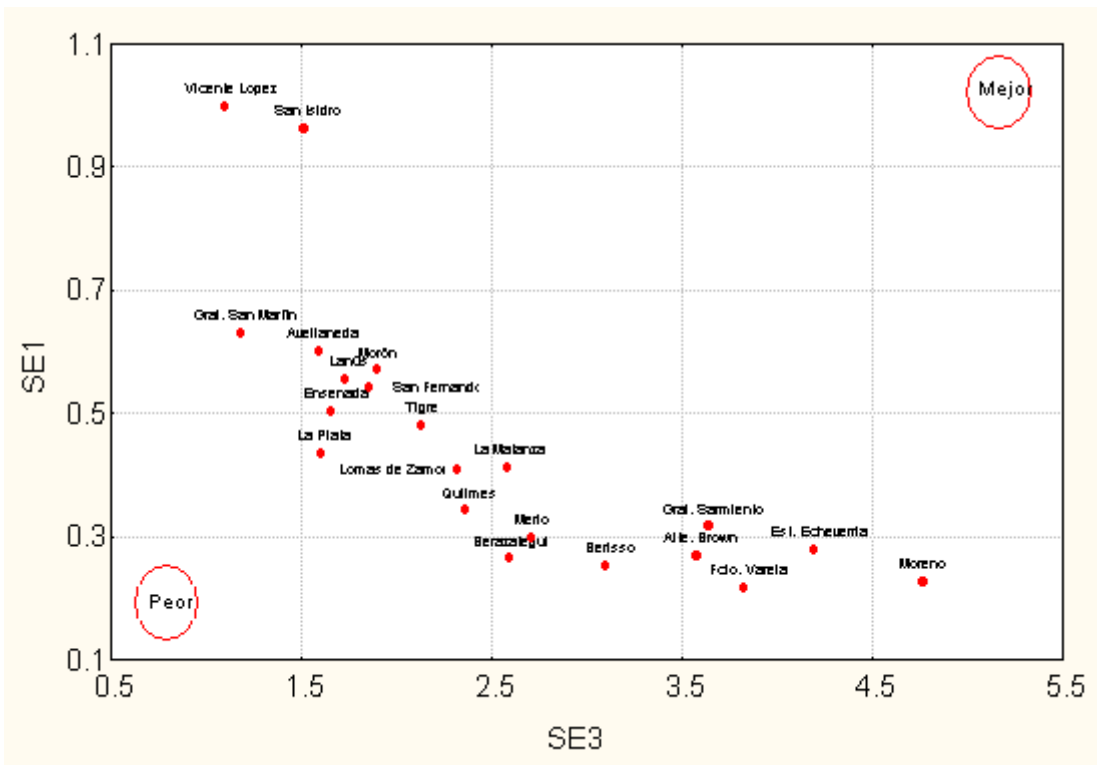
Los partidos de la RMBA ordenados de acuerdo a los tres componentes de la sustentabilidad ecológica. SE_1 ha sido estandarizado dividiendo los residuos dispuestos per capita (en kg/hab.día) de cada partido por el valor más alto (San Isidro). SE_2 fue calculado como $1/\text{índice de ingreso relativo}$. 1 : Almirante Brown, 2 : Avellaneda, 3 : Berazategui, 4 : Berisso, 5 : Ensenada, 6 : Esteban Echeverría, 7 : Florencio Varela, 8 : General San Martín, 9 : Ex General Sarmiento, 10 : La Matanza, 11 : La Plata, 12 : Lanús, 13 : Lomas de Zamora, 14 : Merlo, 15 : Moreno, 16 : Ex Moron, 17 : Quilmes, 18 : San Fernando, 19 : San Isidro, 20 : Tigre, 21 : Vicente Lopez.

65- Datos de NBI y riesgo sanitario: Censo Nacional de Población y Vivienda 1991.

Vicente López y San Isidro tienen el mejor nivel de ingresos (SE_3), menor proporción de hogares con NBI (5,6 y 8,9%) comparado con el resto de la RMBA y la mayor disposición de residuos, que resulta de escasa sustentabilidad. Por el contrario el partido de Moreno se encuentra en la peor situación socioeconómica, tiene un alto porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas y en riesgo sanitario (23,7 y 11,2%) y se encuentra disponiendo la menor cantidad de resi-

duos. Se puede ver en la Figura 21 que el comportamiento de los partidos es claramente transversal a lo deseado como sustentablemente mejor: los partidos en mejor situación económica tienen altos valores de consumo y en consecuencia un uso no sustentable de los recursos, los partidos con peor situación económica tienen menores valores de consumo pero un manejo inadecuado de los residuos, con basurales a cielo abierto, etc.

Figura 21



Partidos de la RMBA ordenados de acuerdo a los componentes SE1 (disposición de residuos per capita) y SE3 (1/índice de ingreso relativo). Se señalan las situaciones de mejor y peor sustentabilidad de acuerdo al texto.

El concepto de sustentabilidad está comenzando a tener una significativa influencia sobre el planeamiento urbano y las políticas municipales. Un número de comunidades está comenzando a adoptar la sustentabilidad como una meta para el

mejoramiento de su calidad de vida (tanto a nivel municipal como regional). Un inconveniente ha sido la ausencia de metodologías e instrumentos idóneos que permitan evaluar la sustentabilidad urbana.

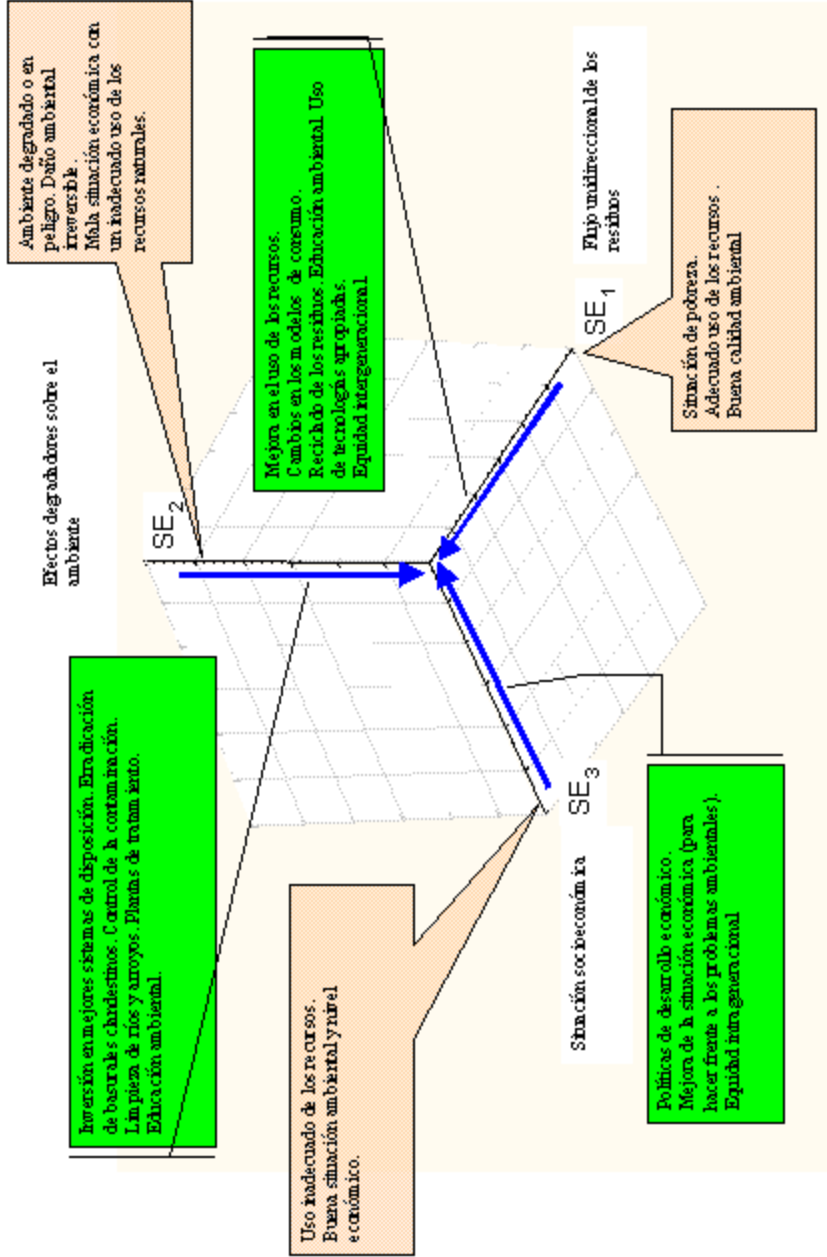
Aun cuando el enfoque dado a este trabajo está relacionado con la gestión de los residuos, hemos visto como la sustentabilidad ecológica es sensible no sólo a aspectos relacionados con el estado de los recursos naturales sino también con los aspectos económicos y sociales. Así el sistema diseñado de componentes-indicadores de sustentabilidad puede convertirse en un instrumento útil para diseñar y evaluar las acciones y políticas a nivel municipal.

Si la sustentabilidad puede medirse, entonces pueden hacerse recomendaciones sobre las acciones a encarar para mejorar cada uno de los aspectos que hemos incluido como componentes. En la Figura 22 se caracterizan tres hipotéticas situaciones extremas y las acciones que en cada

dimensión podrían mejorarlas, con vistas a un desarrollo sustentable que creemos debe basarse en estilos de vida que contemplen el uso adecuado de los recursos, con una mejor calidad ambiental y un crecimiento social y económico equitativo.

El manejo integral de los residuos constituye un “cuello de botella” socio-económico y ambiental para las gestiones municipales. El uso de los indicadores formulados puede contribuir al mejoramiento de ellas. La sustentabilidad urbana debe ser encarada con un enfoque holístico, que balancee los aspectos ambientales, sociales y económicos. Ello constituye, en especial para la RMBA, un proceso relevante a construir.

Figura 22



Tres situaciones extremas (recuadros claros) en el sistema de tres componentes propuesto para evaluar la sustentabilidad ecológica, y las acciones que en cada dimensión podrían mejorarlas (recuadros oscuros), con vistas a un desarrollo sustentable.

ANEXO 1

Estimación de la cantidad de residuos producidos en la RMBA

Si como se postula y existen estudios que así lo demuestran la producción de residuos depende fundamentalmente del nivel socioeconómico de la población, es necesario encontrar:

- valores de la producción de residuos para algunos partidos
- variables socioeconómicas para el conjunto de los partidos
- una relación funcional entre la producción y el nivel socioeconómico

El último censo de población con cobertura nacional fue realizado por el INDEC en el año 1991. Estos son los datos socioeconómicos desagregados por partido⁶⁶ más recientes con que se cuenta. Para poder comparar las cifras del año 1996 sobre residuos con las que hemos estado trabajando con datos socioeconómicos más actualizados está la Encuesta Permanente de Hogares del INDEC de mayo de 1994⁶⁷. Esta encuesta que cubre 19 partidos de Conurbano⁶⁸ se realiza

en puntos de muestreo seleccionados en cada partido, pero que no resultan significativos en cuanto al número de encuestas realizadas como para que los resultados resulten extrapolables a los partidos correspondientes. Para subsanar este inconveniente el INDEC realiza una ordenación⁶⁹ de los partidos en base a cuatro variables:

- % de población cubierta por algún sistema de salud
- % de viviendas con baño de uso exclusivo
- % de hogares con ingreso *per capita* en el primer estrato
- % de hogares con jefe con educación primaria incompleta.

De esta ordenación quedan determinados cuatro grupos de partidos que se asume que son homogéneos socioeconómicamente, a los cuales pueden asignarse los resultados de las encuestas:

| Grupo | Partidos |
|--------------|--|
| GBA1 | San Isidro y Vicente López |
| GBA2 | Avellaneda, Matanza 1 ⁷⁰ , ex Morón, General San Martín y Tres de Febrero |
| GBA3 | Almirante Brown, Berazategui, Lanús, Lomas de Zamora y Quilmes |
| GBA4 | Florencio Varela, Esteban Echeverría, Merlo, Moreno, Ex General Sarmiento, Matanza 2 |

66- Como su nombre lo indica, el Censo Nacional de Población y Vivienda releva la información de todos los hogares, que luego se pueden agrupar en unidades mayores como radios censales, fracciones o partidos, siendo los datos obtenidos estadísticamente representativos a esas escalas.

67- Este es el último año para el cual el INDEC ha relevado la variable ingreso.

68- No incluye los partidos de Pilar, General Rodríguez y Escobar entre otros.

69- Mediante un Análisis de Componentes Principales. Método estadístico que permite ordenar una serie de casos (aquí partidos) de acuerdo a un conjunto de variables en forma simultánea.

70- El Partido de la Matanza presenta una alta heterogeneidad social por lo que ha quedado dividido en dos partes.

Como veremos más adelante, esta agregación de partidos no resulta conveniente para nuestro trabajo, además de tener algunas problemas de orden metodológico que desarrollaremos más adelante.

Existen una serie de estudios en los cuales a partir de los datos del Censo 1991 se han proyectado y estimado una serie de variables socioeconómicas para la RMBA. Entre ellos está el Informe sobre Desarrollo Humano en la Provincia de Buenos Aires 1996⁷¹. En ese estudio se realiza el cálculo del ingreso *per capita* actualizado y comparado entre los partidos de la Provincia de Buenos Aires. El índice de ingreso relativo resultante por partido fue presentado en la matriz de indicadores de sustentabilidad. El cálculo realizado incluye una serie de correcciones que mencionaremos porque lo hacen especialmente útil para nuestro trabajo, y que intentan corregir la heterogeneidad socioeconómica entre partidos, que es uno de los problemas que tienen los grupos mencionados anteriormente de la Encuesta Permanente de Hogares del INDEC:

- se realiza una corrección para aquellos partidos donde se encuentran localizadas la mayoría de las industrias y donde el ingreso *per capita* se encuentra sobredimensionado por esa causa.
- de igual forma en aquellos partidos donde sus habitantes tienen un alto nivel de ingresos a pesar de que no se genere en ellos mucho valor (“ciudades dormitorio”) y donde el indicador de ingresos se encuentra subestimado.

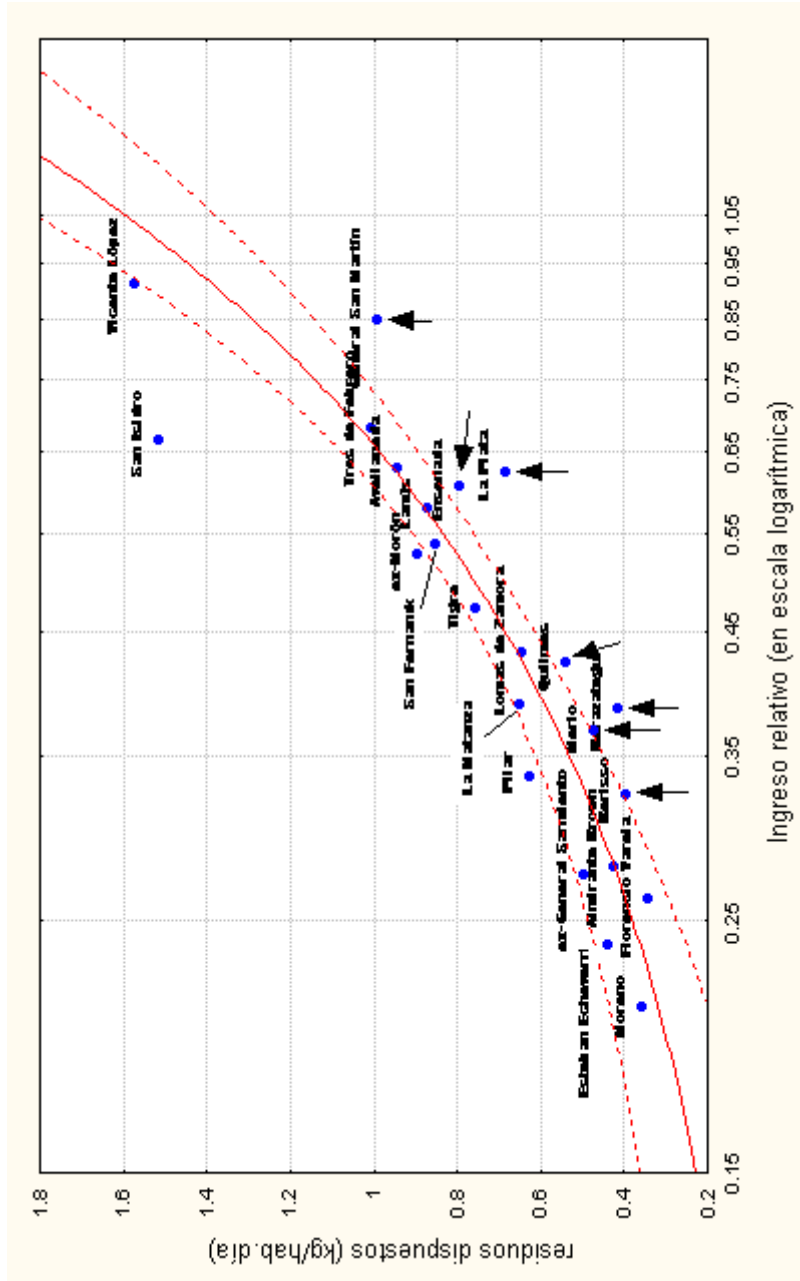
Ejemplos de los casos anteriores son los partidos de Ensenada y San Isidro respectivamente. El primero cuenta con industrias petroquímicas que elevan el ingreso *per capita*, a pesar de que los habitantes no pueden disfrutar de ese ingreso.

En base a este índice relativo del ingreso se analizó la relación entre residuos dispuestos (kg/hab.día en la Tabla 7) e ingreso *per capita* relativo entre partidos. Los residuos municipales dispuestos *per capita* aumentan con el ingreso *per capita*, como puede verse en la Figura 23⁷².

71- Del Honorable Senado de la Nación y el Banco de la Provincia de Buenos Aires.

72- La relación funcional entre ingresos y residuos de la figura es similar (en cuanto a su forma, no a sus valores que son particulares de este caso) con la propuesta por el Banco Mundial (1992).

Figura 23



Relación (línea llena) entre el nivel de ingreso relativo y la disposición de residuos (del año 1996). Las flechas señalan los partidos en los cuales la producción podría ser superior a la disposición. Las líneas punteadas marcan la banda de confianza del 95%. $R = 0,876$; $p < 0,005$.

Los valores de disposición de algunos partidos se encuentran por debajo del límite de la banda de confianza del 95%⁷³ y hay algunos que se encuentran por encima. En el primer caso (General San Martín, Ensenada, La Plata, Quilmes, Berazategui, Merlo y Berisso) se estarían depositando menos residuos que los que se esperaría por el nivel de ingresos de su población. Esto puede deberse a varias causas metodológicas, como que el índice de ingreso relativo necesitase ser ajustado, pero como la relación hallada entre ingresos y residuos es altamente significativa, también se puede suponer que parte de su producción de residuos no se esté disponiendo en el CEAMSE. Esos partidos son candidatos para realizar un programa de evaluación in situ de la producción y composición de los residuos domiciliarios.

En el segundo caso (o sea, partidos en que se están disponiendo más residuos que lo esperado) se encuentran San Isidro y en menor medida ex Morón, Pilar y Vicente López. Una alta heterogeneidad socioeconómica podría explicar la diferencia para San Isidro. Es decir, un sector minoritario de la población podría tener un nivel de ingresos muy superior al resto y no se reflejaría en el índice relativo usado : 0,66 (que parece demasiado bajo cuando se lo compara con el de Vicente López : 0,91) por lo que su disposición promedio sería mayor a la esperada. Otra causa puede ser que la cantidad de residuos no crece

linealmente con el ingreso para las poblaciones de mayores ingresos, sino en forma exponencial⁷⁴. Esto puede explicar el caso límite de Vicente López. Los partidos de ex Morón y Pilar deberían ser estudiados más en detalle. Para el primero (se encuentran reunidos los actuales partidos de Hurlingham, Morón e Ituzaingó) y el segundo (con un muy rápido crecimiento poblacional e industrial en los últimos años) la heterogeneidad comentada antes puede ser la causa de las diferencias encontradas.

No existen datos confiables sobre la producción de residuos en ninguno de los partidos del AMBA⁷⁵ por lo que no se puede utilizar la relación funcional comentada anteriormente para calcular la producción por partido y poder compararla con lo dispuesto. En el año 1996 se depositaron en el CEAMSE 1,387 kg por habitante de la Ciudad de Buenos Aires y por día⁷⁶. La recolección en la Ciudad es altamente eficiente (cerca del 95%⁷⁷) por lo que se puede asumir que la producción de residuos en Buenos Aires no sería muy diferente al valor mencionado⁷⁸.

encima de otros países industrializados como Francia (París: 1,2), Reino Unido (Londres: 0,9) y Suiza (Ginebra: 0,83). La producción de residuos de la Ciudad de Buenos Aires no podría ser inferior a la disposición de 1,4 Kg./hab.día.

73- La banda marca los límites del área en que se encontraría el 95% de las posibles relaciones funcionales.

74- Existe una producción mínima de residuos que no baja aún en situaciones de muy bajos ingresos. Además en sectores de muy altos ingresos la producción crece exponencialmente por el consumo de artículos con alto porcentaje de embalajes, etc.

75- Entendemos que los datos más confiables se deberían derivar de trabajos a campo realizados en municipios seleccionados, analizando la basura domiciliaria por peso y composición.

76- Elaboración propia en base a datos del CEAMSE para el año 1996. La Ciudad de Buenos Aires se encuentra por debajo de Estados Unidos (producción en Brooklyn: 1,80 Kg/hab.día) y de Canadá (1,7 Kg/hab.día) pero por

77- Esta cifra es suficientemente cautelosa y es del orden de lo expresado por el CEAMSE en varias publicaciones.

78- En el ciclo de vida de los residuos hay que considerar que una parte de los mismos son producidos pero nunca llegan a ser recolectados oficialmente ya que existe una recolección clandestina de materiales como papel y cartón, vidrio, plástico y metales que hacen que el valor de la producción pueda ser levemente superior al mencionado. Es difícil precisar cual es el monto de lo que se recupera por esta vía. Un estudio detallado sobre el reciclaje de papel y cartón (Borello, 1997) calcula que el 25 a 30 % de los recortes consumidos por la industria del papel se originan por recolección callejera. Esto representa el 3% del total de basura depositada en el CEAMSE (considerando el porcentaje de papel en la basura domiciliaria).

Comentarios sobre la Encuesta Permanente de Hogares

La Encuesta Permanente de Hogares (EPH) sí contiene datos reales sobre el ingreso *per capita* de los grupos de partidos mencionados con anterioridad. Surge la pregunta si es posible realizar el

análisis anterior con los datos más precisos de la EPH. Se ha intentado, calculando un índice relativo al nivel socioeconómico de cada grupo de la EPH tomando como unidad a la Ciudad de Buenos Aires y utilizando la cifra estimada del ingreso *per capita* anual en la Ciudad de Buenos Aires de 15.000 pesos:

| | Ingreso per capita anual ⁷⁹ | Ingreso relativo a Buenos Aires |
|--------------|--|---------------------------------|
| Buenos Aires | 15.000 | 1 |
| GBA1 | 6.420 | 0.428 |
| GBA2 | 3.864 | 0.2 |
| GBA3 | 3.312 | 0.207 |
| GBA4 | 2.688 | 0.168 |

En base a este nuevo índice de ingreso relativo y tomando la producción de residuos en Buenos Aires como conocida se calculó la producción teórica en cada uno de los cuatro grupos:

| | Producción kg/hab.día |
|--------------|-----------------------|
| Buenos Aires | 1.387 |
| GBA1 | 0.603 |
| GBA2 | 0.365 |
| GBA3 | 0.308 |
| GBA4 | 0.248 |

En base a los valores de kg/hab.día depositados (Tabla 7) se calcularon los promedios de los partidos que integran cada grupo de la EPH:

| Grupo | Promedio kg/hab.día depositados 1996 |
|---|--------------------------------------|
| Buenos Aires | 1.387 |
| GBA1 (San Isidro, Vicente Lopez) | 1.546 |
| GBA2 (Avellaneda, Morón, General San Martín, Tres de Febrero, Hurlingham e Ituzaingó) | 0.941 |
| GBA3 (Almirante Brown, Berazategui, Lanús, Lomas de Zamora y Quilmes) | 0.580 |
| GBA4 (Florencio Varela, Esteban Echeverría, Merlo, Moreno, José C. Paz, Malvinas Argentinas y San Miguel) | 0.444 |

79- Kohan (1996).

Comparando las dos tablas anteriores se puede ver que para los cuatro grupos las tasas de producción de residuos calculadas son notoriamente inferiores que las de disposición en el CEAMSE. Tenemos algunas explicaciones para ello:

- Existe la posibilidad que la disposición de residuos no sea tan selectiva entre residuos domiciliarios, industriales y patogénicos⁸⁰ por lo cual las cifras de disposición del CEAMSE estarían sobredimensionadas con respecto a la cantidad de residuos domiciliarios que realmente estaría recibiendo ese organismo.

- Los comportamientos en cuanto a la disposición de los residuos son heterogéneos dentro de los grupos GBA2, 3 y 4. Un caso especial es Lanús que tiene una disposición media de 0,87 kg/hab.día, más alta que algunos partidos con nivel socioeconómico mayor. La agrupación de partidos en base a su homogeneidad socioeconómica no es compatible con la heterogeneidad que existe en la RMBA en lo que respeta a la disposición de los residuos sólidos.

80- La producción de residuos industriales y patogénicos en el AMBA ha dado pie a muchas estimaciones, pero no existen estudios detallados de campo. Se estima una producción anual de 47.000 toneladas de residuos peligrosos provenientes en su mayor parte de industrias electrónicas, metalúrgicas y petroquímicas; además se producen 3.000 toneladas de residuos patogénicos men-

sualmente en la Ciudad de Buenos Aires, que representan el 2,5% del total de residuos generados. Oficialmente existe un reconocimiento de la no selectividad de los residuos dispuestos: el propio CEAMSE incluye en sus planillas mensuales de disposición datos sobre residuos tales como "cueros con cromo" que en cientos de toneladas son enterrados junto con la basura domiciliaria.

GLOSARIO:

Adaptación: resultado de la selección natural donde los individuos de una especie genéticamente favorecidos a una situación ambiental tienen más descendientes que otros menos favorecidos, y con el tiempo dominan en una población.

Alóctona: materia que no pertenece al sistema en estudio, en contraposición con autóctona.

Biodiversidad: riqueza y abundancia de especies, genes y ecosistemas.

Cadena trófica: se dice de la que componen las especies que como eslabones son presas unas de otras y entre las cuales hay intercambio de materia y energía.

Ciclo biogeoquímico: ciclo de los elementos (como el carbono y el nitrógeno) a través de los seres vivos, la hidrosfera, etc.

Contaminante: sustancia o elemento que sea, por calidad o cantidad, no se encuentra en forma natural en el ambiente.

Descomponedor: organismo que toma sustancias complejas como alimento (ejemplo una hoja) y la convierte en sustancias más simples (a veces sus productos de desecho) que pueden ser utilizadas por otros organismos.

Ecología: ciencia que estudia la abundancia y la distribución de los organismos y su relación con el ambiente.

Biosfera: es la parte de la Tierra en que desarrollan sus actividades los seres vivos.

Ecosistema: conjunto de especies animales y vegetales, los recursos y el medio ambiente interactuante.

Hidrosfera: superficie de la Tierra cubierta por el agua. Incluye las aguas continentales, los ríos, lagos y los océanos.

Larva: una de las primeras fases en el ciclo de vida de los insectos.

Lixiviado: el líquido que se filtra a través de los residuos sólidos y que extrae materiales disueltos o en suspensión.

Nicho ecológico : conjunto de las condiciones y recursos que son necesarios para la supervivencia y el desarrollo de una especie.

Nutriente: elemento o sustancia que estando presente en el ambiente, puede ser utilizado por un organismo como alimento. En general son sustancias simples y no otros organismos.

Percolado: infiltración de un líquido a través de una superficie porosa.

Población ecológica: conjunto de individuos de una misma especie que habitan en un mismo lugar y al mismo tiempo.

Relleño sanitario: lugar de disposición final de los residuos sólidos urbanos diseñado y explotado para minimizar los impactos ambientales y sobre la salud pública.

Tecnosfera: El conjunto de las construcciones y actividades productivas humanas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Allen, A. 1996. Material de apoyo para el curso de *Ecología Urbana, Unidad 3: Paradigmas ambientales: Sustentabilidad ecológica. Modelos e indicadores*. Documento del Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento. (mimeo).
- Azar, C., Holmberg, J. y Lindgren, K. 1996. Socio-ecological indicators to sustainability. *Ecological Economics* 18 : 89-112.
- Banco Mundial. 1992. *World Development Report 1992 : Development and the Environment*. Oxford University Press, New York.
- Banco Mundial. 1995. *La contaminación ambiental en la Argentina*.
- Begon, M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. 1987. *Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades*. Ediciones Omega, Barcelona.
- Bidondo, E. 1996. *Basurales clandestinos en el Área Metropolitana de Buenos Aires*. Disertación en el Curso Regional de Especialización en residuos sólidos y peligrosos. Buenos Aires.
- Borello, J. 1997. *El reciclado de papel y cartón en la Argentina: Obstáculos y posibilidades*. Serie Documentos de Trabajo N° 5. Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento, San Miguel.
- CEAMSE. *Tonelaje Operativo recibido por CEAMSE. Enero a diciembre de 1996 y 1997*. Gerencia de Operaciones. Subgerencia de Recolección y Transporte. Departamento De Transporte.
- Clarín. (10 de octubre de 1993.). *Los papeleros gastan 52 millones de dólares al año en desechos. Aprenda a buscar. La materia prima está en la basura*. pp. 22-23.
- Clarín. 6 de febrero de 1995. *Detectan bacterias en lagos, arroyos y piletas públicas de la Capital Federal*.
- De Rosa, E., Rubel, D., Tudino, M., Viale, A. y Lombardo, R. 1996. *The leachate composition of an old waste dump connected to groundwater: influence of the reclamation works*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 40: 239-252.
- Di Pace, M. (coord.). 1992. *Las utopías del medio ambiente. Desarrollo Sustentable en la Argentina*. Centro Editor de América Latina/IIED-AL/ CEA.UBA/ GASE, Buenos Aires.
- Ehrlich, P. 1994. *Demasiada gente rica*. *Nuestro Planeta*. 6(3): 12-13.
- Federico Sabaté, A. 1998. *El circuito de los residuos sólidos urbanos, su situación en la Región Metropolitana de Buenos Aires y en el partido de General Sarmiento*. Universidad Nacional de General Sarmiento, San Miguel.
- Firpo, H. 1998. *Sigue la limpieza del Riachuelo*. Clarín. 5/9. p. 66.
- Garay, A. y Rodriguez, C. 1997. *Relevamiento de investigaciones en torno a la problemática urbana de la Región Metropolitana de Buenos Aires*. En : Danani, C. (Ed). *El Área Metropolitana de Buenos Aires : estudios sobre el estado del conocimiento, problemas e intervenciones*. Instituto del Conurbano. Universidad Nacional de General Sarmiento. San Miguel. Pag. 43-74.
- González, T. (1992). *El circuito ilegal. Las mil caras de la basura*. *Noticias Ceamse*, 1: 20-23.
- Hardoy, J. E., Mitlin, D. y Satterthwaite, D. 1992. *Environmental Problems in Third World Cities*, Earthcan Publications, Londres.

- Holmberg, J., Robert, K. y Eriksson, K. 1996. *Socio-ecological principles for a sustainable society*. En: Constanza, R. et al. (Ed). *Getting down to earth-practical applications for ecological economics*. Island Press, Washington, 17-48.
- Hutchinson, G. E. 1970. *La biosfera*. En : *Ecología, Evolución y Biología de Poblaciones*. 1978. Ediciones Omega, Barcelona.
- *Informe sobre el Desarrollo Humano en la Provincia de Buenos Aires 1996*. Honorable Senado de la Nación y el Banco de la Provincia de Buenos Aires.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. *Censo Nacional de Población y Vivienda 1991*. Argentina.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. *Censo Nacional Económico 1994*. Argentina.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. 1980. *World Conservation Strategy*. IUCN/UNEP/WWF. Gland, Switzerland.
- Karlsson, S. 1997. *Man and material flows. Towards sustainable materials management*. The Baltic University Programme. Uppsala University.
- Kohan, G. (ed.). 1996. *Datos del Conurbano I*. Universidad Nacional de General Sarmiento, San Miguel.
- Maclaren, V. W. 1996. *Urban sustainability reporting*. *Journal of the American Planning Association*, 62 (2) : 184-202.
- Marchetti, B. 1996. *Los problemas ecológicos ambientales-criticos*. Seminario Internacional “Diagnóstico y propuestas sobre el medio ambiente argentino”. Buenos Aires.
- Maystre, L.Y. y Viret, F. 1995. *A goal-oriented characterization of urban waste*. *Waste Management & Research* 13 :207-218.
- Mc Naughton, S. J., Oesterhled, M., Frank, D. A. y Williams, K. J. 1991. *Primary and secondary production in terrestrial ecosystems*. En: *Comparative Analysis of Ecosystems*. Cole, J., Lovet, G. y Findlay, S. (Ed.) Springer-Verlag, New York.
- Morello, J. 1996. *Funciones del sistema periurbano. El caso de Buenos Aires*. Maestría GADU. Universidad Nacional de Mar del Plata, Universidad Nacional del Comahue.
- Paasivirta, J. 1991. *Chemical Ecotoxicology*. Lewis Publishers.
- Pearce, D. 1993. *Blueprint 3: Measuring sustainable development*. En: Allen, A. 1996. Material de apoyo para el curso de *Ecología Urbana, Unidad 3: Paradigmas ambientales: Sustentabilidad ecológica. Modelos e indicadores*. Documento del Instituto del Conurbano, Universidad Nacional de General Sarmiento, (mimeo).
- Schweigmann, N. J., Boffi, R., Orrego, L. A., y B. Bosoni. 1996a. *Infestación domiciliar por formas inmaduras de Aedes aegypti en el partido de Campana, Provincia de Buenos Aires, diciembre de 1996. Informe técnico: Ira. Parte*. Ministerio de Salud y Acción Social, Zoonosis Urbanas, Municipalidad de Campana y Dto. de Ciencias Biológicas, Universidad de Buenos Aires.
- Schweigmann, N. J., Boffi, R., Orrego, L. A., y C. Laura. 1996b. *Infestación domiciliar por formas inmaduras de Aedes aegypti en el partido de Luján, Provincia de Buenos Aires, diciembre de 1996. Informe técnico: Ira. Parte*. Ministerio de Salud y Acción Social, Zoonosis Urbanas, Municipalidad de Luján y Dto. de Ciencias Biológicas, Universidad de Buenos Aires.

- Schweigmann, N. J., Boffi, R., Orrego, L. A., y S. Troiano. 1997. *Infestación domiciliaria por formas inmaduras de Aedes aegypti en el partido de Avellaneda, Provincia de Buenos Aires, enero de 1997. Informe técnico: I ra. Parte*. Ministerio de Salud y Acción Social, Zoonosis Urbanas, Municipalidad de Avellaneda y Dto. de Ciencias Biológicas, Universidad de Buenos Aires.
- Strahler, A. N. y Strahler, A. H. 1989. *Geografía Física*. Ediciones Omega S.A., Barcelona.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. y Vigil, S. 1994. *Gestión integral de los residuos sólidos*. MacGraw-Hill.
- U.S. EPA 1994. En: MacDonald, M. L. 1996. *Bias issues in the utilization of solid waste indicators*. Journal of the American Planning. 62(2):236-242.
- World Commission on Environment and Development. 1987. *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford.

Responsable de la Unidad de Biblioteca y Documentación

Prof. Norma Palomino

Responsable del Área de Publicaciones

Augusto Renato Tarditti

La sustentabilidad ecológica en la gestión de residuos sólidos urbanos.

Indicador para la Región Metropolitana de Buenos Aires.



Unidad de Biblioteca y Documentación

ÁREA DE PUBLICACIONES

Investigación

Serie: **Informes de Investigación** N°3

Producción general: Instituto del Conurbano - UNGS

Diseño de Tapa : Área de Publicaciones - UNGS

Diagramación: Andrés Espinosa

Datos Bibliográficos:

Signatura: 363.737

Autores: Di Pace, M. - Crojethovich, A.

Cant. de páginas: 80; 19x26 cm

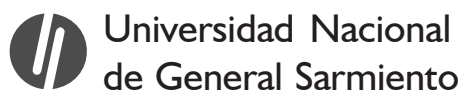
Lugar de publicación: San Miguel, Bs. As., AR

Fecha de publicación: Marzo de 1999- 19990300

Editor responsable: Universidad Nacional de General Sarmiento

ISBN: 987-9300-11-4

Descriptor: <ELIMINACIÓN DE DESECHOS><TRATAMIENTO DE DESECHOS>
<DESPERDICIO><CONSERVACIÓN AMBIENTAL><EVALUACIÓN DEL IMPACTO
AMBIENTAL><GESTIÓN AMBIENTAL><LEGISLACIÓN AMBIENTAL>



Roca 850 - (1663) San Miguel

CC. 151 (1663) San Miguel

Tel: 451-4575 int. 245/248 Fax: 451-4578

E-mail: rtarditt@ungs.edu.ar

República Argentina