



LA HUELLA ECOLÓGICA DEL PARTIDO GENERAL PUEYRREDON (ARGENTINA) COMO INDICADOR BIOFÍSICO DEL METABOLISMO URBANO

María Cecilia Gareis¹

Instituto del Hábitat y del Ambiente (IHAM), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD),
Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP, Argentina)
gareiscecilia@gmail.com

Rosana Fátima Ferraro

Instituto del Hábitat y del Ambiente (IHAM), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD),
Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP, Argentina)
rosanaferraro_2@hotmail.com

Resumen

La Huella Ecológica (HE) es un indicador biofísico y una herramienta analítica que permite estimar la apropiación de materia y energía que realizan las poblaciones humanas, dando cuenta del grado de sustentabilidad del territorio. Es definida como el área total de tierra productiva y agua requerida para producir los recursos consumidos y para asimilar los residuos producidos por una población definida. El objetivo del presente estudio es evaluar la apropiación de materia y energía de la población que habita y visita la ciudad de Mar del Plata y el partido de General Pueyrredon, y analizar la absorción de emisiones y residuos que ésta genera (año 2010). La metodología desarrollada por Wackernagel y Rees (1996) constituye la base de la estimación de la HE y fue ajustada a las características del área de estudio. Los resultados muestran una situación de (in)sustentabilidad en los términos planteados por la Economía Ecológica, evidenciado por un valor de HE que excede la capacidad del partido de General Pueyrredon de cubrir en hectáreas productivas la demanda local, por lo que el déficit ecológico es saldado a partir de la importación de capacidad de carga apropiada de ecosistemas externos al partido en estudio.

Palabras clave: sustentabilidad, economía ecológica, huella ecológica, metabolismo urbano, indicador

The Ecological Footprint of General Pueyrredon partido (Argentina) as a biophysical indicator of urban metabolism

Abstract

The Ecological Footprint (EF) is a biophysical indicator as well as an analytical tool to estimate the appropriation of matter and energy that human populations make and to account for their degree of sustainability. The EF is defined as the total area of productive soil and the water needed to produce the resources consumed and to assimilate the waste produced by a certain population. The aim of this paper is to assess the appropriation of matter and energy of the population that lives in and visits the city of Mar del Plata and the General Pueyrredon partido; and to analyse the absorption of emissions and waste that such population produces (year 2010). The methodology developed by Wackernagel y Rees (1996) constitutes the basis for the estimation of the EF and was adjusted to the characteristics of the area. The results show a situation of (un)sustainability in terms of Ecological Economics, since the value of the EF exceeds the capacity of the partido to cover in productive hectares the local demand. For this reason, the ecological deficit is settled by importing the capacity of appropriate load from external ecosystems into the partido under study.

Keywords: sustainability, ecological economics, ecological footprint, urban metabolism, indicator

JEL Codes: Q57

¹ Docente-Investigadora del Instituto de Ambiente de Montaña y Regiones Áridas (IAMRA), Universidad Nacional de Chilecito (UNdeC).



1. Introducción

En el marco de la Economía Ecológica (EE) se analiza a la ciudad como un sistema abierto a los flujos de energía y materia, entendida como una estructura disipativa (Glansdorff y Prigogine 1971) conformada por un metabolismo biológico (endosomático) y uno industrial (exosomático) que mantiene su orden interno a partir de flujos constantes de energía de baja entropía. Esta constituye una característica común de las estructuras biológicas y sociales, por lo tanto, los procesos económicos también son sistemas abiertos (Umaña y Daly 1981; Georgescu-Roegen 1996; Naredo 1992).

Así, las ciudades como los sistemas socioeconómicos “No han dejado de depender de los ingresos energéticos y materiales que proceden, en último término, del medio natural (ingresos naturales), que los tienen en cantidad finita (en terminología económica, un capital), ya que el planeta no crece y la disipación se traduce en incremento de desorden en el medio natural.” (Terradas 2001:35) y contrarrestar el desorden implica un costo energético.

En esta línea de pensamiento, la expansión urbana acelera los flujos y el desorden, por lo que analizar la ciudad en estos términos requiere considerar el problema de la entropía a fin de ajustarse a las leyes fundamentales que rigen a los ecosistemas. Sin embargo, las ciudades y otros territorios están organizados de acuerdo con límites administrativos que no se corresponden necesariamente, ni con la realidad socioeconómica ni con la ecológica. Las ciudades son sistemas básicamente heterotróficos, es decir, que dependen de la producción primaria que se produce en otros lugares, hecho que no es novedoso ya que Garí (1998) y Vitousek et al. (1988) en Terradas (2001) estimaron que la humanidad se apropia del 40% de la producción primaria del planeta. Odum, en 1963, ya había definido a la ciudad como un sistema incompleto heterótrofo por poseer una tasa metabólica más intensa por unidad de área que la que puede presentar un ecosistema heterótrofo natural.

“[...] demanda mayor flujo de entrada de energía concentrada (actualmente constituida en su mayor parte por combustibles fósiles), porque necesita que ingresen algunos materiales especiales, como los metales para uso comercial e industrial además de los verdaderamente imprescindibles para el sostenimiento de la vida; y porque origina una considerable y venenosa emisión de productos de desecho, muchos de los cuales son productos químicos sintéticos más tóxicos que sus progenitores naturales. Por lo tanto, los ambientes de salida y de entrada son relativamente más importantes en el sistema urbano que en un sistema autótrofo como, por ejemplo, un bosque.” (Bettini 1998:77).

Analizar la ciudad en estos términos es esencial, más allá del posible interés en lo cultural o lo científico, para lograr una eficaz política de gestión urbana. Conocer el metabolismo de un asentamiento urbano significa indagar en las características de los flujos de materiales y energía, información de relevancia para conocer las demandas de la población que allí habita y desarrolla sus actividades cotidianas; sitio en donde el comercio permite la importación o exportación de energía y materia, intercambio que es posible a partir de la infraestructura que la ciudad posee. Respecto de esto último, las ciudades y regiones industriales en general dependen cada vez más de un “hinterland” globalizado de paisajes ecológicamente productivos de los cuales pueden apropiarse tanto de sus “output” ecológicos como de sus funciones de soporte de vida, sitios que frecuentemente se encuentran en zonas distantes pero que son acercados a, o alcanzados por, las ciudades a través del comercio (Rees y Wackernagel 1996).

Este estudio, que se desprende de una tesis doctoral (Gareis 2017), tiene por objetivo evaluar la apropiación de materia y energía de la población que habita y visita la ciudad de Mar del Plata y el partido de General Pueyrredon, como así también analizar la absorción de emisiones y residuos que ésta genera, tomando al 2010 como año bajo estudio. Para ello se ajustó



metodológicamente y aplicó el indicador Huella Ecológica desarrollado por Wackernagel y Rees (1996).

Se considera el partido de General Pueyrredon como caso de estudio para la estimación de la HE por varios aspectos. Por un lado, tanto la ciudad cabecera como General Pueyrredon han sido objeto de estudio de múltiples y diversas disciplinas, por lo que existe información antecedente variada y actualizada; otro aspecto conveniente a los fines de realizar la estimación fue la disponibilidad de información para efectuar los cálculos pertinentes a cada una de las subhuellas que conforman el indicador y que responde, en cierta forma, al tamaño de Mar del Plata (ciudad intermedia) y a la disponibilidad de gran parte de los datos básicos necesarios, en donde la división administrativa en partidos determina en cierto punto la escala y representatividad de los datos generados y publicados por diferentes organismos e instituciones tanto públicos como privados. Por otro lado, constituye un desafío y una contribución a nivel de Argentina por no hallarse, al menos hasta ese momento, antecedentes de estimaciones de HE a nivel de ciudades intermedias.

2. Metodología

Si bien conviven numerosas metodologías a partir de cuales es posible calcular la HE, se optó por utilizar la metodología base propuesta por los autores que originaron el instrumento y se realizaron los ajustes necesarios para su aplicación al partido de General Pueyrredon y a la ciudad de Mar del Plata, dado que estimarla para una población definida es un proceso de múltiples etapas. Las modificaciones realizadas al indicador se basaron en cuatro razones fundamentales que condicionaron su cálculo: la disponibilidad de información, las características en la que se presentan los datos, las particularidades del partido de General Pueyrredon y la ciudad de Mar del Plata y los objetivos específicos de la investigación.

Dada la información y la manera en que se generan los datos disponibles se consideraron los límites administrativos del partido de General Pueyrredon, constituyendo el área de estudio de la investigación.

Siguiendo la estructura básica del esquema metodológico, el cálculo de la HE implica describir y estimar el consumo de recursos aplicando la misma lógica a las diferentes categorías de producción y asimilación de residuos.

Como no es posible calcular los requerimientos de suelo para provisión, mantenimiento y disposición de cada uno de los miles de bienes de consumo, los cálculos deben limitarse a categorías mayores e ítems individuales. Por lo tanto, es necesario realizar una selección de bienes o ítems a considerar.

En términos generales consiste en convertir valores de consumos de energías, de ambiente construido, de alimentos, de productos madereros en hectáreas productivas equivalentes, esto es: hectáreas de suelo necesarias para la producción de esa energía consumida o superficie requerida para la absorción de las emisiones producidas por el consumo de energía, hectáreas de suelo necesarias para el ambiente construido, cantidad de hectáreas requeridas para producir los alimentos consumidos y superficie demandada para producir los productos madereros también consumidos (**Figura 1**).

Dicha conversión es posible a partir de la aplicación de una metodología específica en donde los bienes y servicios consumidos se agrupan huellas parciales (Guerrero y Güiñirgo 2008) o subhuellas (Gareis 2017) y de la suma se obtiene el valor de la HE total a nivel per cápita (o a nivel de población), por lo que es posible estimar el suelo productivo consumido por un habitante promedio de General Pueyrredon para satisfacer sus necesidades y para que sean absorbidos los residuos y las emisiones por él generadas, tomando como base el año 2010.

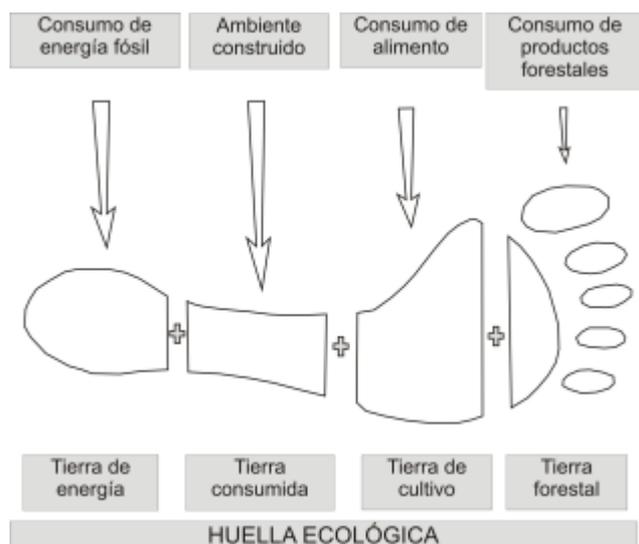


Figura 1. Conversión de consumos en superficie de suelo. Fuente: Elaboración propia en base a Wackernagel y Rees (1996:67)

De la relación del valor de HE con la capacidad de carga local (CCL) se analiza la situación de sustentabilidad (o no) que presenta el territorio en estudio en relación a la superficie productiva, a la producción de los bienes y servicios que se realizan en el partido de General Pueyrredon y a la absorción de residuos y emisiones (**Figura 2**). Una demanda local de bienes y servicios mayor a su equivalente en área productiva necesaria para satisfacer dicha demanda denota la necesidad de importación de biocapacidad a partir de productos y servicios provenientes de otros ecosistemas que se vuelven accesibles por el transporte y el comercio. Esto permite analizar si la apropiación de superficies productivas es mayor a la disponible localmente para dar respuesta a ese consumo local.



Figura 2. Relación entre HE y CCL. Fuente: Elaboración propia.

Para la estimación de la HE del partido de General Pueyrredon se consideraron las siguientes variables centrales:

- Consumo de energía y superficie necesaria para la absorción de las emisiones de CO₂ producidas.
- Consumo de suelo para la urbanización.
- Consumo de alimentos y superficie necesaria para su producción.
- Consumo de madera y papel y superficie necesaria para producir lo consumido.
- Generación de residuos y superficie requerida para su absorción.

La HE fue estimada a partir de la integración de los datos obtenidos del cálculo de cada una de las subhuellas parciales que la componen:

$$HE = SHACO_2 + SHA + SHAC + SHMP + SHR$$

En dónde HE es la huella ecológica (ha), SHACO₂ es subhuella de absorción de CO₂ (ha), SHA es subhuella de alimentos (ha), SHAC es subhuella de ambiente construido (ha), SHMP es subhuella de madera y papel (ha), SHR es subhuella de residuos (ha).

3. Economía Ecológica: Encuadre teórico de la Huella Ecológica

La EE surge como crítica a la Economía Clásica (EC) y Neoclásica (EN). La EC y la EN se caracterizan por considerar que el stock de capital natural es perfectamente reemplazable por el stock de capital manufacturado por lo que podría considerarse que la economía flota libre e independiente del ambiente. La economía convencional ha sabido dar respuesta al problema económico concebido en un sistema cerrado, y así analizado puede mostrar más logros que insuficiencias (Jiliberto 2001). En referencia a lo mencionado Elizalde (2000) sostiene que la ley económica tiene validez solo y exclusivamente en el contexto histórico y cultural en el que se originó.



El crecimiento de la crítica ecológica a la economía comienza entre los años 1975 y 1980 y coincide con la época de plena ola económica neoliberal (Martínez Alier 2008). La crisis ecológica, luego denominada ambiental, encuentra sus orígenes en el mismo modelo económico y se presenta íntimamente relacionada a las dos contradicciones que son propias al capitalismo, “[...] esta contradicción puede ser expresada como la tendencia a la acumulación de riqueza por un lado y por otro al agotamiento de los recursos, contaminación, destrucción de especies y hábitats, congestión urbana, y deterioro sociológico del ambiente vital [...]” (Foster 1992:167). Lo que repercutiría fuertemente sobre la misma economía.

La crisis así planteada dio origen, por un lado, al surgimiento de diversos movimientos sociales entre ellos el ecologista que se sustenta en principios de autonomía, autogestión y autodeterminación en pos de un desarrollo descentralizado; y por otro lado a un número creciente de estudios en el ámbito académico-científico que comenzaron a analizarla desde diferentes marcos teóricos.

Ante la evidente crisis, la EC intenta incorporar las externalidades ambientales al modelo económico, así surge la Economía Ambiental (EA) en un intento de realizar un “ajuste ecológico” (Martínez Alier, 1995) a partir de dar precio a los bienes ambientales destruidos. Se mantiene la lógica general y se incluye lo que estaba excluido al mismo sistema original ahora ampliado. Esto luego será fuertemente criticado por la EE.

Se comienza a percibir al mundo como complejo, articulado en conjuntos de sistemas que se alimentan unos a otros, emergiendo nuevos y cambiando de forma impredecible (Morin 1993; Capra 1999), el orden aparece solo como excepción, todo es dinámico, se originan las leyes de la termodinámica y se entiende que el planeta tiende irreversiblemente a la entropía. Cobra relevancia el contexto en el que los sistemas están inmersos y son considerados como entidades abiertas. En esta nueva

concepción se echa por tierra el mundo objetual y empieza a surgir la EE.

La EE puede ser entendida como una disciplina científica, una corriente de pensamiento (Carmenza Castiblanco 2007), como una visión (Correa Restrepo 2006), un paradigma (Carrasco 2008) o metaparadigma (Burkett 2006 en Carrasco 2008), un campo de estudio transdisciplinario (Manrique Arango 2009), una disciplina (García Teruel 2003).

Estas distintas maneras de concebir o entender a la EE responde a que es un nuevo campo de estudio que presenta un marco teórico en construcción por lo que existen puntos de tensión al interior de ella y distintas “versiones” de EE entre las que se encuentra una conservadora, otra denominada crítica y una tercera que corresponde a la versión radical o heterodoxa (Carrasco 2008; Barkin et al. 2012). Lo mencionado es expresado claramente en la siguiente frase: “El discurso de la comunidad de la economía ecológica es ampliamente heterogéneo, tanto en la incorporación de los citados conceptos y criterios metodológicos señalados como en la articulación en sus niveles epistemológicos y teóricos.” (Carrasco 2008:87).

La EE es aquella que “[...] usa los recursos renovables (agua, pesca, leña y madera, producción agrícola) con un ritmo que no exceda su tasa de renovación, y que usa los recursos agotables (petróleo, por ejemplo) con un ritmo no superior al de su sustitución por recursos renovables (energía fotovoltaica, por ejemplo). Una economía ecológica conserva, asimismo, la diversidad biológica, tanto silvestre como agrícola. [...] es también una economía que genera residuos sólo en la cantidad en que el ecosistema los puede asimilar o reciclar.” (Martínez Alier 1992:226).

Por lo tanto, esta perspectiva biofísica que caracteriza a la EE se centra en los ecosistemas y principalmente en la biofísica en su totalidad, analizando los problemas que surgen de la interacción entre los ambientes sociales y naturales. Desde este enfoque, se pone en



relieve la importancia de la ecósfera como fuente y soporte de vida (Umaña y Daly 1981; Rees y Wackernagel 1996; Van Hauweirmeiren 1999). En la misma línea, algunos autores mencionan que la EE “[...] se define como la “ciencia de la gestión de la sustentabilidad” [...]” (Naredo 1992:384; Van Hauweirmeiren 1999:97).

De esta manera, el funcionamiento de “[...] la economía exige un suministro adecuado de energía y materiales (y el mantenimiento de la biodiversidad), y también exige poder disponer los residuos de manera no contaminante.” (Martínez Alier 1998:13; Martínez Alier 1992:43). En consecuencia, el análisis se amplía hacia el tratamiento de los recursos antes de ser captados, transformados y valorados considerándose a su vez la posterior degradación, pérdida de valor y su existencia como residuos (Naredo 1992). Por lo tanto, la EE “[...] considera los procesos de la economía como una parte integrante de una versión agregada de la naturaleza que es la biósfera y los ecosistemas que la componen [...]” (Naredo 2001:7).

Siguiendo los lineamientos de Martínez Alier (2008) es posible identificar en la economía tres niveles: el primero de ellos, denominado financiero, que estaría por encima de los dos restantes; otro denominado economía real o economía productiva que estaría en el medio; y por debajo de él se ubicaría la economía real-real. Esta última es considerada de ese modo por los economistas ecológicos por ser allí en donde se presentan los flujos de energía y materiales cuyo crecimiento está sujeto en parte a factores económicos y en parte a límites biofísicos.

Así, desde la EE se pone principal atención al crecimiento de los flujos de energía y de materiales en la economía a la vez que se interesa también por la salida de residuos (Martínez Alier 2008). En otras palabras, se ocupa de analizar el metabolismo social.

En esta línea, una de las preguntas fundamentales que intenta responder la EE es si el stock de capital natural remanente es

adecuado para proveer los recursos consumidos y asimilar los residuos producidos por la población humana, manteniendo a su vez, las funciones de soporte de vida general de la ecósfera (Rees y Wackernagel 1996).

Dado a que la EE se vincula a gestión de la sustentabilidad (Naredo, 1992), se menciona que el término sustentabilidad posee un amplio abanico de posibles interpretaciones, por lo que es necesario aclarar que existen distintos “tipos de sustentabilidades” que van desde la concepción en el sentido muy fuerte de la frase hasta su concepción en el término más débil. La sustentabilidad muy fuerte y muy débil representan posiciones contrapuestas y la primera se acerca a los principios de la EE, mientras que la segunda lo hace a los de la Economía Neoclásica (EN) cornucopiana. De este modo la sustentabilidad fuerte niega la sustituibilidad entre capital natural y manufacturado y utiliza la contabilidad física que permite valorar la importancia ecosistémica de los recursos naturales. Así, la concepción de la sustentabilidad en el sentido fuerte de la palabra refleja los principios ecológicos y considera también la multifuncionalidad de los recursos biológicos, que son además de capital natural y en términos de Pearce et al. (1989) “sistemas de soporte de vida”.

En posiciones intermedias se encuentran la sustentabilidad débil y fuerte, la primera tiene la visión de la economía neoclásica ambiental keynesiana que sostiene la necesidad de tratar de mantener cierto capital natural al considerar que la sustituibilidad no es perfecta entre capitales, mientras que la segunda se fundamenta en la EE pero sostiene que debe mantenerse el capital crítico (bienes y servicios naturales esenciales para el mantenimiento de los sistemas que soportan la vida que no son reemplazables) y considera que el capital no crítico puede ser sustituido por el manufacturado.

Desde la EE, como así también desde distintas áreas de las ciencias, se apela a diferentes indicadores a partir de los cuales se intenta “medir” de alguna manera la relación entre



sociedad y naturaleza, esto es, la forma en que se vincula la sociedad con su entorno.

Los indicadores de sustentabilidad se han convertido en instrumentos necesarios en la evaluación del desarrollo sustentable.

Bajo la concepción de la EE nace la HE como un indicador que brinda una imagen aproximada de la relación existente entre la población de un lugar, el consumo de recursos, la alteración de las condiciones del entorno y su capacidad de carga límite.

Por lo tanto, la HE es un indicador de corte territorial y biofísico, de sustentabilidad y una herramienta para evaluar la capacidad de carga humana (Rees y Wackernagel 1996). También es una herramienta analítica (Rees 2003) que permite estimar el grado de apropiación de materia y energía que realizan las poblaciones humanas en pos de satisfacer sus necesidades.

Si bien la HE es un indicador a partir del cual se puede estimar la sustentabilidad de una localidad, la disponibilidad de datos, las modificaciones que se le efectúen a la metodología general, la utilización de índices de productividad estimados a nivel mundial o a nivel local, y el modo en que se analicen los datos, posibilitan la existencia de variación en los cálculos. Esto podría generar subestimaciones o sobreestimaciones tanto en las subhuellas como en la HE en su totalidad, siendo los resultados a

veces disímiles según el camino metodológico que el investigador emplee. No obstante, esto no invalida ni el método ni el instrumento, pero sí lo complejiza y relativiza. Por ello, algunos autores sostienen que la HE es un indicador de tendencia y no un valor exacto, comparable en tanto se repliquen los procedimientos. Asimismo pueden complementarse lecturas de aplicación conjunta de otros indicadores biofísicos como ser otras huellas (hídrica, de carbono, etc.).

4. Localización del área de estudio

La ciudad de Mar del Plata es la cabecera del partido de General Pueyrredon, que se localiza al sudeste de la provincia de Buenos Aires (Figura 3). Su superficie es de aproximadamente 1.460 km². En términos poblacionales ocupa el octavo lugar dentro de los 15 aglomerados urbanos de mayor tamaño de Argentina (Ferraro et al. 2013a) al albergar a 618.989 habitantes estables (INDEC 2010).

Por su extensión y cantidad de habitantes constituye la tercera urbanización de la provincia de Buenos Aires. La ciudad de Mar del Plata, posee un marcado perfil turístico que constituye uno de los principales centros de veraneo del país al brindar, además de sus recursos naturales, un amplio abanico de actividades relacionadas con el ocio y la recreación.

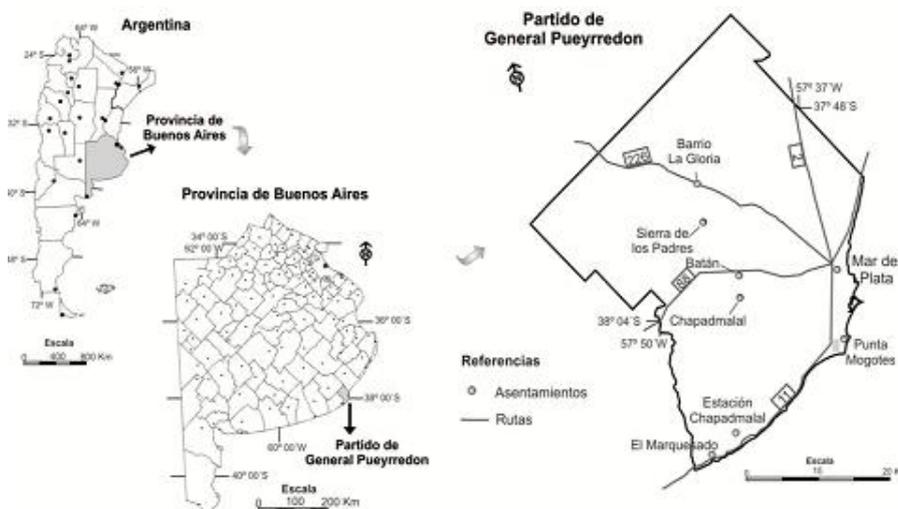


Figura 3. Localización del partido de General Pueyrredon y ciudad de Mar del Plata. Fuente: Ferraro et al. (2013b).



La ciudad de Mar del Plata alberga el 95% de la población total presente en el partido, entendida como población urbana. A nivel provincial agrupa el 3,9% del total de habitantes de la provincia de Buenos Aires.

En las décadas de los cincuenta y setenta Mar del Plata se convirtió en uno de los principales centros turísticos de Argentina y la demanda de este servicio repercutió en la industria de la construcción y textil (Municipalidad de General Pueyrredon 2005). En la actualidad, se mantiene como el principal centro turístico y balneario de la Argentina y en 2010 alcanzó una cantidad promedio de turistas de 80.260 personas (Departamento de Investigación y Desarrollo 2010). En este contexto, la actividad turística cobra relevancia ya que genera un incremento en la población que ejerce una presión adicional a la demanda local y que debe ser abastecida (Gareis y Ferraro 2014).

La actividad pesquera es otra de las actividades relevantes en la ciudad (su desarrollo data de finales del siglo XIX) y se suman los sectores

textil, hortícola, alimentario, minero e industrial que también tienen relevancia para el partido.

De esta manera, tanto el partido de General Pueyrredon en su conjunto como la ciudad de Mar del Plata en particular requieren de recursos y servicios a fin de mantener en funcionamiento, esto es, su metabolismo urbano. Así, es necesario aprovisionar al partido y las localidades que alberga de energía y recursos que luego de ser consumidos y procesados serán, en parte, devueltos al ambiente en forma de residuos y energía no aprovechable o de alta entropía.

5. Estimación de la Huella Ecológica (HE)

5.1. Subhuella de absorción de CO₂

A lo largo del año 2010 la población del partido de General Pueyrredon se abasteció de energía a los fines de satisfacer un conjunto de necesidades vinculadas con la movilidad, calefacción, cocción, entre otras que se presentan en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Consumo de combustibles, gas natural en red y energía eléctrica y emisiones de CO₂.

	Consumo (m ³)	Consumo (Kg)	Factor de emisión (KgCO ₂ /TJ)	tCO ₂ emitido
Gas Oil	777.214,51	656.746.260,95	74.354	2.085.602,40
GNC	54.771.674,3	39.435.605,50	1,95 (KgCO ₂ /m ³)	106.804,76
Kerosene	437,51	343.882,86	19,5 (tCO ₂ /TJ)	308,49
Naftas	107.584,04	79.074.269,40	69.300	237.441,76
Aerokerosene	3.289,38	2.657.819,04	73.466	8.419,58
Aeronafta	156,65	111.064,85	18,9 (tCO ₂ /TJ)	91,48
Gas natural	628.625.996	451982091,12	56.140	1.226.338,69
Electricidad	1.223.981,11 (MWh)		380 (KgCO ₂ /MWh)	465.112,80
TOTAL	684.286.352,39	1.230.350.993,72		4.130.119,97

Fuente: Elaboración propia en base a Gareis (2017).

En cuanto a las emisiones de CO₂ (**Tabla 2**), los datos obtenidos muestran que el consumo de gas oil fue el principal contribuyente en la liberación de CO₂ a la atmósfera durante el año 2010, responsable del 50,5% de las emisiones totales, esto responde a que es el combustible con mayor factor de emisión de CO₂; mientras que el GNC

fue el combustible más utilizado y el que menor cantidad de CO₂ libera por m³ consumido.

El sector "transporte" debe ser analizado con detenimiento ya que es el principal contribuyente de CO₂ a la atmósfera y, en cuanto a emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), es el



segundo sector en grado de importancia a nivel internacional, mientras que en América Latina ocupa el tercer lugar. Este análisis cobra aun mayor relevancia en el partido de General

Pueyrredon por la fuerte afluencia de turistas que utilizan como principal medio de transporte el vehículo particular.

Tabla 2. Resumen de las emisiones de CO₂ según origen a nivel per cápita, partido de General Pueyrredon y ciudad de Mar del Plata.

Emisiones CO ₂	CO ₂ per cápita (tCO ₂ /cap)	CO ₂ población sin turistas (tCO ₂ /pobl)	CO ₂ población con turistas (tCO ₂ /pobl)	CO ₂ población de Mar del Plata (tCO ₂ /pobl)	CO ₂ %
Gas Oil	2,98	1.846.216,36	2.085.602,40	1.836.498,95	50,5
GNC	0,15	94.545,68	106.804,76	94.048,04	2,7
Kerosene	0,0004	273,08	308,49	271,64	0,007
Nafta	0,34	210.188,13	237.441,76	209.081,82	5,7
Aerokerosene	0,01	7.453,18	8.419,58	7.413,95	0,2
Aeronafta	0,0001	80,98	91,48	80,55	0,002
Gas Natural	1,75	1.085.579,18	1.226.338,69	1.079.865,32	29,7
Electricidad	0,66	411.727,02	465.112,80	409.559,93	11,3
TOTAL	5,89	3.656.063,62	4.130.119,97	3.636.820,22	100

Fuente: Gareis (2017).

La población de General Pueyrredon emitió, en el año 2010, 4.130.119,97 tCO₂ a la atmosfera siendo la emisión per cápita de 5,89 tCO₂ a causa del consumo de combustibles, energía eléctrica y gas natural

Para poder calcular de forma aproximada la capacidad de absorción de CO₂ de las distintas actividades se realizaron cálculos específicos y se estimó la absorción en tCO₂ por hectárea y actividad para el año en estudio (**Tabla 3**).

El uso de suelo correspondiente a la actividad ganadera fue el que mayor superficie ocupó (38,75%), seguido por la actividad agrícola extensiva (35,27%), mientras que las actividades industrial y minera resultaron ser las que menor superficie presentaron (0,51% en forma conjunta).

Tabla 3. Absorción total de CO₂ por actividades.

Actividad	Absorción de CO ₂ (gr/m ² /año)	Absorción de CO ₂ (t/ha/año)
Agricultura hortícola al aire libre	1.355	13,55
Agricultura hortícola bajo cubierta	1.626	16,26
Agricultura extensiva	1.054	10,54
Urbana	911,2	9,11
Industrial	148	1,48
Minera	4	0,04
Ganadera	724	7,24
Áreas con agua	1.063,5	10,63
Otros	358,67	3,59
Partido General Pueyrredon	804,93	8,05

Fuente: Gareis (2017).



En forma resumida (**Tabla 4**) la población en estudio se apropió de 513.058,38 hectáreas productivas de considerarse a los turistas, sino

este valor desciende a 454.169,39 hectáreas, mientras que la ciudad de Mar del Plata demandó 451.778,91 hectáreas.

Tabla 4. Resumen de la subhuella de absorción de CO₂ según origen a nivel per cápita, partido de General Pueyrredon (con y sin turistas) y ciudad de Mar del Plata.

Absorción CO ₂	Per cápita (ha/cap)	Población sin turistas (ha/pobl)	Población con turistas (ha/pobl)	Población de Mar del Plata (ha/pobl)	%
Gas Oil	0,37	229.343,64	259.081,04	228.136,51	50,5
GNC	0,019	11.744,80	13.267,67	11.682,98	2,6
Kerosene	0,000055	33,92	38,32	33,74	0,007
Nafta	0,042	26.110,33	29.495,87	25.972,90	5,75
Aerokerosene	0,0015	925,86	1.045,91	920,99	0,2
Aeronafta	0,000016	10,06	11,36	10,00	0,002
Gas Natural	0,22	134.854,56	152.340,21	134.144,76	29,7
Electricidad	0,083	51.147,31	57.779,23	50.878,10	11,3
TOTAL	0,73	454.169,39	513.058,38	451.778,91	100

Fuente: Gareis (2017).

5.2. Subhuella de ambiente construido²

Se obtuvo que el habitante del partido de General Pueyrredon (considerando en los cálculos a la población turística) se apropia de 0,031 hectáreas a los fines de habitar, obtener servicios y desarrollar sus actividades urbanas (ambiente construido).

Asimismo, la población local (más turistas) requiere de un área impermeabilizada de 0,019 hectáreas per cápita, tal como se observa en la **Tabla 5**.

² Un mayor desarrollo y explicación de la subhuella de ambiente construido para el caso del partido de General Pueyrredon se encuentra en el artículo titulado Estimación de la subhuella de ambiente construido del partido de General Pueyrredon, Argentina (Gareis y Ferraro 2015).

**Tabla 5.** Subhuella de ambiente construido y superficie impermeabilizada según rangos.

Categorías	SH Ambiente construido (ha/cap)	Superficie impermeabilizada (ha/cap)
0% - 25%	0,003	0,004
26% - 50%	0,007	0,003
51% - 75%	0,01	0,01
76% - 100%	0,01	0,01
TOTAL	0,031	0,019

Fuente: Gareis y Ferraro (2015) y Gareis (2017).

Debido a que en la superficie construida e impermeabilizada se encuentran las infraestructuras, equipamientos y áreas destinadas a fines turísticos es posible incluir en el cálculo realizado a la población de turistas que visitan e inciden en esta subhuella.

De esta manera, la subhuella de ambiente construido (**Tabla 6**) resultó ser de 22.084 hectáreas a nivel de partido de General Pueyrredon, mientras que el valor desciende a 19.446,3 hectáreas a nivel de ciudad de Mar del Plata.

Tabla 6. Resumen de la subhuella de ambiente construido según origen a nivel per cápita, partido de General Pueyrredon (con y sin turistas) y ciudad de Mar del Plata.

SH	SH per cápita (ha/cap)	SH población sin turistas (ha/pobl)	SH población con turistas (ha/pobl)	SH población de Mar del Plata (ha/pobl)	SH %
Ambiente construido	0,031	19.549,19	22.084	19.446,3	100
Superficie impermeabilizada	0,019	11.977,91	13.531	11.856,81	61

Fuentes: Gareis y Ferraro (2015), Gareis (2017).

5.3. Subhuella de alimentos

El consumo de alimentos de la población que habita el partido de General Pueyrredon es de 159.238.015 litros y 476.881 toneladas de

alimentos. Si se contabiliza el consumo de la población visitante los valores ascienden a 179.885.302 litros y 538.714 toneladas, respectivamente. Los datos se detallan en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Consumo de alimentos de la población del partido de General Pueyrredon.

Alimentos	Consumo per cápita	Unidad de medida	Consumo del partido sin turistas (t/año)	Consumo del partido con turistas (t/año)
Leche en polvo	1,12	kg/cap/año	693	783
Leche fluida	43,67	l/cap/año	27.031.250 (l/año)	30.536.204 (l/año)
Quesos	11,1	kg/cap/año	6.871	7.762
Yogur	12,61	l/cap/año	7.805.451	8.817.530
Carne de cerdo	8,12	kg/cap/año	5.026	5.678



Carne de cordero (ovino)	1,6	kg/cap/año	990	1.119
Carne caprina	0,048	kg/cap/año	30	34
Carne de pescado	6,4	kg/cap/año	3.961	4.475
Carne vacuna	57,17	kg/cap/año	35.388	39.976
Huevo	38,6	kg/cap/año	23.893	26.991
Pollo	34,5	kg/cap/año	21.355	24.124
Pan francés				
Pan tradicional de panadería	70,6	kg/cap/año	43.701	49.367
Pan industrial	4,6	kg/cap/año	2.847	3.217
Hortalizas				
Acelga	4,58	kg/cap/año	2.835	3.203
Apio AL	0,73	kg/cap/año	450	508
Apio BC	1,31	kg/cap/año	810	915
Arveja fresca	0,25	kg/cap/año	158	178
Brócoli	1,09	kg/cap/año	675	763
Cebolla de verdeo	4,91	kg/cap/año	3.038	3.431
Chaucha	0,73	kg/cap/año	450	508
Choclo	15,27	kg/cap/año	9.450	10.675
Coliflor	1,45	kg/cap/año	900	1.017
Espinaca AL	1,25	kg/cap/año	776	877
Espinaca BC	0,64	kg/cap/año	394	445
Frutilla	3,31	kg/cap/año	2.048	2.313
Hinojo	1,82	kg/cap/año	1.125	1.271
Lechuga AL	30,90	kg/cap/año	19.125	21.605
Lechuga BC	7,63	kg/cap/año	4.725	5.338
Perejil	4,07	kg/cap/año	2.520	2.847
Pimiento AL	0,11	kg/cap/año	68	76
Pimiento BC	2,62	kg/cap/año	1.620	1.830
Puerro	1,74	kg/cap/año	1.080	1.220
Remolacha	7,20	kg/cap/año	4.455	5.033
Repollo	3,82	kg/cap/año	2.363	2.669
Tomate AL	1,45	kg/cap/año	900	1.017
Tomate BC	26,46	kg/cap/año	16.380	18.504
Zanahoria	23,26	kg/cap/año	14.400	16.267
Zapallito de tronco	5,27	kg/cap/año	3.263	3.686
Zapallo	12,72	kg/cap/año	7.875	8.896
Otras AL	13,96	kg/cap/año	8.640	9.760
Otras BC	0,73	kg/cap/año	450	508
Frutas				
Nueces	0,22	kg/cap/año	136	154
Manzanas	8	kg/cap/año	4.952	5.594
Peras	2,5	kg/cap/año	1.547	1.748
Bananas	12	kg/cap/año	7.428	8.391
Arroz	65	kg/cap/año	40.234	45.451
Fideos frescos	4,25	kg/cap/año	2.631	2.972
Fideos secos	4,25	kg/cap/año	2.631	2.972
Galletitas dulces	9,6	kg/cap/año	5.942	6.713
Harina de trigo	94,8	kg/cap/año	58.680	66.289
Azúcar	39,27	kg/cap/año	24.308	27.460
Dulces	11	kg/cap/año	6.809	7.692
Aceites				
Oliva	0,175	l/cap/año	108.323 (l/año)	122.369 (l/año)
Girasol	5,6	l/cap/año	3.466.338 (l/año)	3.915.794 (l/año)
Soja	5,6	l/cap/año	3.466.338 (l/año)	3.915.794 (l/año)



Mayonesa	1,5	kg/cap/año	928	1049
Cerveza	37	l/cap/año	22.902.593 (l/año)	25.872.213 (l/año)
Gaseosas	131	l/cap/año	81.087.559 (l/año)	91.601.619 (l/año)
Vino	24	l/cap/año	14.855.736 (l/año)	16.781.976 (l/año)
Legumbres				
Porotos	0,14	kg/cap/año	87	98
Lentejas	0,41	kg/cap/año	254	287
Arvejas secas	0,1	kg/cap/año	62	70
Garbanzo	0,05	kg/cap/año	31	35
Batata	3	kg/cap/año	1.857	2.098
Papa	87	kg/cap/año	53.852	60.835
Sal	4,015	kg/cap/año	2.485	2.807
Yerba	6,7	kg/cap/año	4.147	4.685
Café	1	kg/cap/año	619	699
Té	0,3	kg/cap/año	186	210
Caldo concentrado	0,18	kg/cap/año	111	126
Aclaraciones de la tabla: AL = aire libre, BC = bajo cubierta.				

Fuente: Gareis (2017).

De la vinculación entre lo que se demanda para consumo de cada uno de los alimentos y las superficies productivas necesarias para producirlos es que se estima, de una manera aproximada, las hectáreas “consumidas”

(expresadas como superficie equivalente) para abastecer de alimentos a la población que habita el partido de General Pueyrredon (**Tabla 8**).

Tabla 8. Cultivos de cereales y oleaginosas y rendimientos asociados para el caso del partido de General Pueyrredon (Estimación), sin considerar a la población de turistas.

Cultivo	Alimentos en los que contribuyen completa o parcialmente	Consumo (kg)	Rendimiento (kg/ha)	Superficie equivalente (ha)
Cebada cervecera	Cerveza	5.725.648,2	5.096	1.123,56
Girasol	Aceite, mayonesa	3.119.704,2 13.738.926,8	2.700	2.818,16 5.088,49
Maíz	Carne de cerdo, pollo parrillero, huevo para mayonesa, huevos	10.770.408,6 21.355.000 1.521.920 23.893.000	7.200	1.495,89 147.038,93 3.991,95 62.670,66
Soja	Carne de cerdo, aceite	4.308.163,4 3.119.704,2	2.282	1.887,89 7.195,22
Trigo	Harina, pan, fideos, galletitas	58.680.000 46.548.000 5.262.000 5.942.000	5.370	21.854,74 1.256,88 3.919,11 4.426,07
TOTAL		180.091.475,5		264.767,99

Fuente: Gareis (2017).



Las hortalizas constituyen alimentos importantes para la población del partido, ya que, si bien una parte es consumida al interior de General Pueyrredon, también abastece demandas de otras localidades. Se presentan en forma desagregada cada una de las hortalizas, el consumo estimado a partir de información

anterior, el rendimiento por hectáreas según el Departamento de Información Estratégica de la Municipalidad de General Pueyrredon y las hectáreas equivalentes de dicho consumo (**Tabla 9**).

Tabla 9. Consumo de hortalizas, rendimientos y superficie equivalente en hectáreas productivas para el caso del partido de General Pueyrredon (estimación). Año 2010-2011.

Hortalizas	Consumo (t)	Rendimiento (t/ha)	Superficie equivalente (ha)
Acelga AL	2.835	15	189
Apio AL	450	25	18
Apio BC	810	45	18
Arveja fresca AL	157,5	7	22,5
Brócoli AL	675	10	67,5
Cebolla de verdeo AL	3.037,5	15	202,5
Chaucha AL	450	10	45
Choclo AL	9.450	15	630
Coliflor AL	900	25	36
Espinaca AL	776,25	15	51,75
Espinaca BC	393,75	35	11,25
Frutilla AL	2.047,5	35	58,5
Hinojo AL	1.125	25	45
Lechuga AL	19.125	25	765
Lechuga BC	4.725	35	135
Perejil AL	2.520	20	126
Pimiento AL	67,5	15	4,5
Pimiento BC	1.620	60	27
Puerro AL	1.080	20	54
Remolacha AL	4.455	30	148,5
Repollo AL	2.362,5	35	67,5
Tomate AL	900	50	18
Tomate BC	16.380	130	126
Zanahoria AL	14.400	40	360
Zapallito de tronco AL	3.262,5	25	130,5
Zapallo AL	7.875	25	315
Otras AL	8.640	20	432
Otras BC	450	25	18
TOTAL	110.970		4.122

Fuente: Gareis (2017).

Respecto del consumo de carnes, la demanda difiere según tipo de carne que se muestra desagregado en la **Tabla 10** en donde también se presenta el consumo total, la producción de

carne por hectárea tomando como base a Deregibus (1988) y las hectáreas equivalentes.



Tabla 10. Tipo de ganado, cabezas, peso promedio, toneladas de carne y superficie productiva equivalente para el partido de General Pueyrredon (estimación).

Carne	Consumo (kg)	Producción de carne (kg/ha/año)	Superficie equivalente (ha)
Vacuna	35.388.000	162,5*	217.772,31
Ovina	990.000	162,5*	6.092,31
Porcina	5.026.190		3.383,78
Caprina	30.000	162,5*	184,61
Aviar	21.355.000		147.038,93
TOTAL	62.789.190		374.471,94

*Estimaciones realizadas en base a considerar la producción potencial de carne de 1ha bonaerense (162,5 kg/ha) según Deregibus (1988:4). Fuente: Gareis (2017).

Asimismo, una parte de los alimentos consumidos por la población de General Pueyrredon deben importarse al partido dado que no se producen allí. A continuación, se presentan en la **Tabla 11** esos alimentos junto con el valor de consumo, el rendimiento y la superficie equivalente en hectáreas.

Tabla 11. Consumo de alimentos importados al partido de General Pueyrredon y superficie productiva equivalente.

Alimentos	Consumo (kg)	Rendimiento (kg/ha)	Superficie equivalente (ha)
Azúcar	24.308.000	56.000	4.214,28
Dulces	6.809.000	56.000	1.180,48
Aceite de oliva	97.490,7	1.590	437,96
Vino	18.123.997,92	6.000	3.020,67
Papa	53.852.000	27.690	1.944,82
Batata	1.857.000	17.000	109,23
Café	619.000	1.950	317,44
Arroz	40.234.000	6.790	8.713,94
Yerba	4.147.000	4.023	3.123,7
Té	186.000	11.229	16,56
Manzanas	4.950.000	27.500	180
Peras	1.547.000	34.880	44,35
Bananas	7.428.000	25.830	287,57
Nueces	136.000	83	1.638,55
Leche en polvo	693.000	-	799,18
Leche líquida	27.031.250 (litros)	-	4.156,37
Queso	6.871.000	-	528,24
Yogur	7.805.451 (litros)	-	1.200,18
TOTAL (kg)	171.858.488,62	-	31.913,52
TOTAL (l)	34.836.701		

Fuente: Gareis (2017).

En términos generales se obtuvo que los alimentos que mayor superficie productiva demandaron fueron la carne vacuna (41% de la

subhuella per cápita), el pollo (28%), el huevo (12%) y luego la harina (4%).

Si se agrupan los alimentos en categorías se obtiene que las mayores superficies fueron



demandadas para la producción de carnes, huevo y farináceos, mientras que las asociadas a las frutas, infusiones y bebidas presentan una participación mucho menor en el valor total alcanzado por la subhuella. Los resultados

obtenidos se muestran en valores per cápita y poblacionales considerando (o no) a la población turística y la participación en porcentaje de cada categoría en el valor total (**Tabla 12**).

Tabla 12. Subhuella de alimentos terrestres según grupos alimenticios.

Alimentos	SH per cápita sin turistas (ha/cap)	SH población sin turistas (ha/pobl)	SH población con turistas (ha/pobl)	SH población de Mar del Plata (ha/pobl)	SH (%)
Lácteos	0,011	6.683,97	7.550,63	6.648,79	1,27
Carnes	0,605	374.471,94	423.027,11	372.500,94	71,35
Farináceos	0,051	31.456,80	35.535,58	31.291,23	5,99
Vegetales	0,01	6.176,05	6.976,86	6.143,54	1,18
Frutas	0,0035	2.150,47	2.429,31	2.139,15	0,41
Aceites	0,017	10.451,34	11.806,50	10.396,33	1,99
Bebidas	0,0067	4.144,23	4.681,58	4.122,42	0,79
Infusiones	0,0056	3.457,7	3.906,04	3.439,5	0,66
Huevo	0,1	62.670,66	70.796,73	62.340,8	11,94
Mayonesa	0,015	9.080,44	10.257,84	9.032,65	1,73
Azúcar y dulces	0,0087	5.394,76	6.094,26	5.366,36	1,03
Arroz	0,014	8.713,94	9.843,82	8.668,07	1,66
SH Alimentos	0,85	524.852,30	592.906,25	522.089,78	100

Fuente: Gareis (2017).

Se obtuvo que el habitante promedio del partido de General Pueyrredon requirió en total de 0,85 hectáreas productivas para abastecerse de los alimentos consumidos a lo largo del año. En total, la población del partido se apropió de 524.852,30 hectáreas productivas, cifra que aumenta en un 13% (592.906,25ha) si se considera a la población visitante. Si se relacionan estos datos con la superficie total del partido (146.000 ha) se obtiene que la población hizo uso de un área 4,06 veces mayor a la del partido de General Pueyrredon. En lo que respecta al consumo de alimentos de origen marino, el consumo per cápita fue de 6,4kg/cap para el año 2010 (Gareis 2017:182). Por lo antedicho, y extrapolando ese valor al sitio en estudio, es que se puede estimar el consumo de la población del partido de General Pueyrredon en 3.961.529,6kg totales,

que de considerar la población asociada al turismo asciende a 4.475.193,6kg finales. La subhuella de mar para la población del partido de General Pueyrredon alcanzó 119.683,67 hectáreas (0,19ha/cap), valor que se incrementa a 135.202,22 hectáreas de considerar a la población asociada al turismo. A nivel de ciudad de Mar del Plata la subhuella se reduce a 119.053,73 hectáreas.

De la integración de los datos correspondientes a alimentos de origen terrestre y marino se obtuvo una subhuella de alimentos de 644.535,97 hectáreas (sin turistas), que asciende a 728.108,47 hectáreas de considerarse la población de turistas. Mientras que la subhuella a nivel de ciudad de Mar del Plata es de 641.143,5 hectáreas (Tabla 13).

**Tabla 13.** Resumen de la subhuella de alimento según origen a nivel per cápita con y sin turistas, partido de General Pueyrredon y ciudad de Mar del Plata.

Alimentos por origen	SH per cápita sin turistas (ha/cap)	SH población sin turistas (ha/pobl)	SH población con turistas (ha/pobl)	SH población de Mar del Plata (ha/pobl)	SH %
Terrestre	0,85	524.852,30	592.906,25	522.089,78	81,73
Marino	0,19	119.683,67	135.202,22	119.053,72	18,27
SH TOTAL	1,04	644.535,97	728.108,47	641.143,5	100

Fuente: Gareis (2017).

Los resultados muestran que la demanda de alimentos terrestres supera en 4,06 veces la superficie del partido de General Pueyrredon, mientras que la demanda de alimentos de origen marino se abastece con el 17,21% de la superficie marina total que correspondería al partido en estudio.

5.4. Subhuella de papel y madera

El habitante promedio de argentina consume 0,305m³ de madera a lo largo de un año, lo que resulta equivalente a 244,61kg. Por lo tanto, la población del partido de General Pueyrredon se apropió de 151.410.899,29kg de madera, que corresponden en volumen a 188.791,645m³.

Para el caso del papel la demanda se estimó a partir del valor de consumo per cápita de 61kg/año, que relacionado con la población del partido de General Pueyrredon arrojó un valor de 37.758.329kg para el año en estudio.

Por lo tanto, la población demandó en total 189.169.228,29kg de madera y papel, donde este último representa el 19,96% del consumo total en peso.

La subhuella final de madera y papel se estimó en 34.876,37 hectáreas para el total de la población del partido y una subhuella per cápita de 0,056 para el habitante promedio del partido. De considerarse la población de turistas, la subhuella se incrementa a 39.398,55 hectáreas totales.

Si se ajustan los valores a nivel de ciudad de Mar del Plata se obtiene una subhuella de 34.692,80 hectáreas, lo que representaría el 99,5% de la subhuella total, esto se debe a que la mayor parte de la población que habita el partido lo hace en zonas consideradas por el INDEC (2010) como urbanas (**Tabla 14**).

Tabla 14. Resumen de la subhuella de papel y madera según origen a nivel per cápita con y sin turistas, partido de General Pueyrredon y ciudad de Mar del Plata.

SH	SH per cápita sin turistas (ha/cap)	SH población sin turistas (ha/pobl)	SH población con turistas (ha/pobl)	SH población de Mar del Plata (ha/pobl)	SH %
Madera	0,035	21.476,72	24.261,46	21.363,68	62
Papel	0,022	13.399,65	15.137,09	13.329,12	38
SH TOTAL	0,056	34.876,37	39.398,55	34.692,80	100

Fuente: Gareis (2017).



5.5. Subhuella de residuos

En el partido de General Pueyrredon se generan entre 450 (invierno) y 700 (verano) toneladas de residuo por día (Dirección General de Gestión Ambiental 2012:43; Dirección General de Gestión Ambiental 2013:54), mientras que en los meses de enero y febrero se produce la mayor generación de RSU alcanzando las 1.150 toneladas diarias (Gonzalez Insua y Ferraro 2015:62).

Según información provista por la Dirección General de Gestión Ambiental (2013:70,71), la generación de residuos fue de 334.014.247kg anual³, lo que equivaldría a 915.107,53kg/día (915t/día). Por lo tanto, el valor de generación per cápita se sitúa en 1,31kg/día (477,68kg/año). Aquí se considera la subhuella con la población de turistas incluida en los cálculos, ya que ésta incide fuertemente en la generación de residuos domiciliarios. No obstante los escombros, la tierra y áridos no son considerados residuos y se emplean dentro del Centro de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos (CDFRSU) para actividades que allí se realizan. Por lo tanto, los RSU que son vertidos en las celdas de disposición final que conforman el relleno sanitario descienden de los valores anteriores a 281.665.487kg, lo que equivaldría a 771.686,27kg/día (771,69t/día). Por lo tanto, el valor de generación per cápita se sitúa en 1,10kg/día (402,81kg/año).

En resumen, en el partido de General Pueyrredon se generaron 281.665.487kg de residuos en el período analizado, que equivaldrían a 312.961,65m³ una vez dispuestos en el CDFRSU (**Tabla 15**).

³ Datos correspondientes al período mayo 2012 a abril 2013.

**Tabla 15.** Residuos generados en el partido de General Pueyrredon según tipo y superficie equivalente (ha y %).

Residuo	Generación (kg)	Superficie equivalente (ha)	Superficie equivalente (%)
Abasto	251.990	0,0024	0,09
Anchoita	5.843.621	0,055	2,07
Avícola	3.576.905	0,034	1,28
Barredora	2.819.019	0,027	1,02
Barrido manual	9.975.901	0,094	3,53
Vison	38.067	0,00036	0,01
Chatarra	28.080	0,00026	0,01
Chichilla	18.100	0,00017	0,01
Cubiertas usadas	355.189	0,0033	0,12
Domiciliario	5.629.525	0,053	1,99
Liebre	533.280	0,005	0,19
OSSE	805.178	0,0076	0,29
Otros	47.891.919	0,45	16,92
Patogénico tratado	1.345.219	0,013	0,49
Pescados	297.667	0,0028	0,11
Ramas	36.682.749	0,35	13,16
Rechazo CURA	18.634.653	0,18	6,77
Rechazo playón y húmedos	146.344.205	1,38	51,88
Térmico	0	0	0
Redes	594.220	0,0056	0,21
TOTAL	281.665.487	2,66	100

Fuente: Gareis (2017).

Por lo tanto, fueron necesarias 2,66 hectáreas para la disposición final de los residuos producidos por la población local más los turistas para el período estudiado, lo que correspondería

a 0,0000038 ha/cap. La subhuella a nivel de ciudad de Mar del Plata resultó de 2,34 hectáreas (**Tabla 16**).

Tabla 16. Resumen de la subhuella de residuos a nivel per cápita, partido de General Pueyrredon (con y sin turistas) y ciudad de Mar del Plata.

SH	SH per cápita (ha/cap)	SH población sin turistas (ha/pobl)	SH población con turistas (ha/pobl)	SH población de Mar del Plata (ha/pobl)	SH %
RSU	0,0000038	2,35	2,66	2,34	100
SH TOTAL	0,0000038	2,35	2,66	2,34	100

Fuente: Gareis (2017).

5.6. Huella Ecológica: integración de las subhuellas

A modo de síntesis se presentan en la Tabla 17 los valores alcanzados en cada una de las

subhuellas analizadas a nivel de partido de General Pueyrredon con y sin turistas y a escala de ciudad de Mar del Plata, mientras que en la **Figura 4** se observa la contribución de cada una a la HE.



Tabla 17. Resumen de la HE según SH a nivel per cápita, partido de General Pueyrredon (con y sin turistas) y ciudad de Mar del Plata.

SH	Per cápita (ha/cap)	Población sin turistas (ha/pobl)	Población con turistas (ha/pobl)	Población de Mar del Plata (ha/pobl)	SH %
Emisiones de CO ₂	0,73	454.169,39	513.058,38	451.778,91	39,4
Ambiente construido	0,031	19.549,19	22.084	19.446,3	1,7
Alimentos	1,04	644.535,97	728.108,47	641.143,5	55,9
Madera y papel	0,056	34.876,37	39.398,55	34.692,80	3
Residuos	0,0000038	2,35	2,66	2,34	0,0002
HE (ha)	1,86	1.153.133,27	1.302.652,06	1.147.063,85	100

Fuente: Gareis (2017).

Si se considera que el partido cuenta con una superficie total de aproximadamente 146.000 hectáreas, los resultados aquí presentados dan cuenta de una superficie apropiada que multiplica en 7,90 veces el área administrativa del partido

de General Pueyrredon, que asciende a 8,92 si se incluye la demanda ejercida por la población turística y desciende a 7,86 si sólo se considera la ciudad de Mar del Plata.

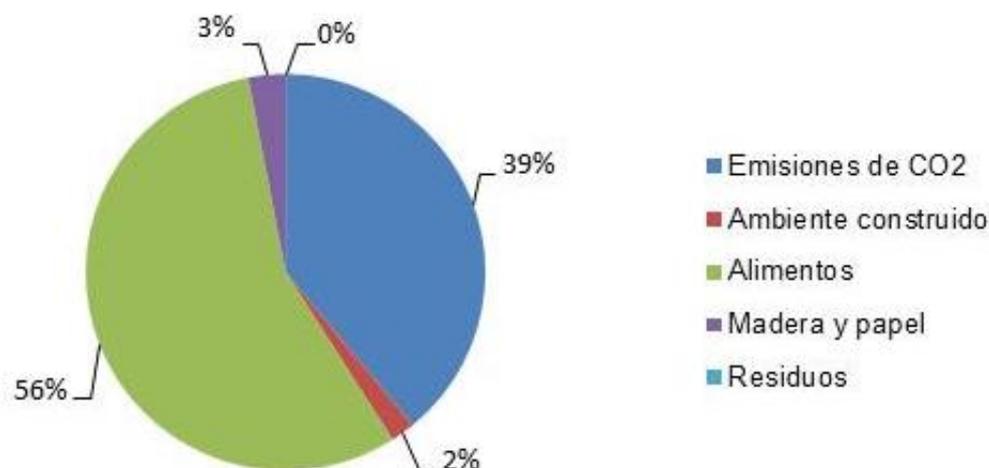


Figura 4. HE del partido de General Pueyrredon.

Fuente: Gareis (2017:191).

Sin embargo, las cifras mencionadas (7,90, 8,92 y 7,86) descienden sensiblemente al considerar en el valor final de la superficie total la correspondiente al mar (785.400 hectáreas estimativamente), para dar un valor final de 931.400 hectáreas. Por lo tanto, el valor de HE para la población del partido de General Pueyrredon considerando la población turística es 0,7 veces mayor a la superficie productiva total destinada a satisfacer las necesidades de la población en estudio. Considerando que la

población tiene una HE que excede la superficie administrativa del partido es que se determina una situación de insustentabilidad.

El partido de General Pueyrredon da cuenta, en términos general, de una HE en consonancia con otras estimadas para localidades de Argentina (Tandil, Villa Futalaufquen, Malargüe, entre otras), en donde las subhuellas participan de un modo similar en términos porcentuales del valor total que adquiere el indicador para General



Pueyrredon. No obstante, es necesario mencionar y destacar que los ajustes metodológicos realizados cada vez que se estima este indicador responden a datos, objetivos y particularidades específicas al área de estudio y que diferirán entre localidades bajo análisis, por lo que los resultados obtenidos no son directamente comparables a huellas ecológicas estimadas en otras localidades, lo que no invalida realizar lecturas generales a niveles agregados. La estimación y el análisis efectuado para el caso de General Pueyrredon permite contribuir a la línea de base del partido y de la ciudad de Mar del Plata a partir del cual ajustar y efectuar monitoreos que den cuenta de las variaciones a nivel de subhuellas e ítems específicos que repercuten luego en el valor final que adopte el indicador, por lo que avanzar en la aplicación de instrumentos de estas características posibilita efectuar lecturas en términos de sustentabilidad de territorios.

6. Conclusiones

La población de General Pueyrredon demandó en conjunto 1.153.133,27 hectáreas productivas para cubrir sus necesidades energéticas y materiales aquí contempladas y absorber a su vez los residuos generados como resultado del consumo allí efectuado. Ese valor mencionado asciende a 1.302.652,06 hectáreas de considerar a la población de turistas, lo que representa un incremento del 13%, mientras que para el caso de Mar del Plata las hectáreas productivas son menores en un 0,52%. Esta diferencia es baja debido a que el 95% de la población de partido se ubica en zonas urbanas.

En síntesis, la demanda per cápita se ubica en 1,86 hectáreas, en otras palabras, el habitante promedio del partido de General Pueyrredon requirió de 1,86 hectáreas productivas para, por un lado, abastecerse de alimentos, madera y papel y habitar y para que, por otro lado, se absorban las emisiones de CO₂ y residuos producto del consumo energético y de materia.

Si se considera que el partido cuenta con una superficie total de aproximadamente 146.000 hectáreas, los resultados dan cuenta de una superficie apropiada que multiplica en 7,90 veces el área administrativa del partido de General Pueyrredon, que asciende a 8,92 si se incluye la demanda ejercida por la población turística y desciende a 7,86 si sólo se considera la ciudad de Mar del Plata, no obstante deben considerarse las hectáreas correspondiente al mar, por lo que el valor de HE para la población del partido de General Pueyrredon (considerando la población turística) es 0,7 veces mayor a la superficie productiva total destinada a satisfacer las necesidades de la población en estudio. Si bien es posible determinar la situación de insustentabilidad en la que se encuentra el partido y la ciudad de Mar del Plata por la necesidad de satisfacer las demandas locales a partir de bienes y servicios provenientes de otros ecosistemas, no es posible identificar de donde proviene dicha capacidad de carga apropiada por los habitantes del partido dada la ausencia de información desagregada a nivel de ítem vinculados al comercio local y entre localidades. Por lo que el análisis de cómo la insustentabilidad del partido afecta a otros queda por fuera de los objetivos de este estudio ya que requerirá de estudios posteriores orientados a ello.

La elaboración de este trabajo de investigación, que constituyó una tesis doctoral, permitió corroborar algunas de las limitaciones planteadas por diferentes autores en relación a la HE como indicador de sustentabilidad, a la vez que posibilitó efectuar una primera estimación de la HE de una ciudad intermedia, hasta el momento, único caso en esta escala a nivel de Argentina.

De la estimación de la HE los resultados muestran la alta participación que presenta la subhuella de alimentos, el 56% del valor total. En este sentido, trabajos posteriores pueden realizarse a partir de reflexiones en torno a esta subhuella vinculada a la seguridad y soberanía alimentaria. Ya que la disponibilidad de alimentos en cantidad y calidad suficientes se vincula directamente al consumo que una determinada



población efectiva y que pueden originarse en su entorno o provenir de otros lugares. Análisis futuros en este sentido complementarían las lecturas de este trabajo.

Dado a que con este estudio se pretende contribuir a la gestión ambiental local es que se plantea que aplicar políticas en pos de trabajar en algunos de los aspectos identificados como relevantes en HE deben basarse en la perspectiva de sistema a fin de crear instrumentos de intervención que actúen a modo de “multiplicadores de sustentabilidad urbana”. Se debería enfatizar en la necesidad de hacer frente a los flujos de energía principalmente a los fines de tender a minimizarlos habida cuenta que las presiones que ejerce el consumo impactan en forma significativa en los sectores rurales y naturales, que las personas consumen actualmente más que en el pasado y con una tendencia a satisfacer necesidades inmateriales con consumo material. Por lo que las políticas de planificación urbana y territorial que se efectúen para el partido de General Pueyrredon deben estar orientadas a favorecer aquellos aspectos que disminuyan la degradación propia de la energía, no solo por medio de políticas de uso eficiente, sino que fomenten el consumo responsable en modelos morfológicos y organizativos de ciudades pensados de manera sistémica y energética. Además se debe prestar principal atención a las áreas destinadas a la producción de alimentos, ya que si bien la producción de alimentos marinos compensa, al agregarlo, el déficit que presenta el consumo de alimentos terrestres, es necesario que las políticas que debieran orientar el crecimiento urbano lo hagan considerando el mantenimiento de las áreas productivas destinadas a la generación de alimentos a los fines de mejorar la subhuella de alimentos de origen terrestre. Asimismo, la implementación en forma efectiva de mecanismos y sistemas que reducción, reutilización y reciclado de residuos permitirá mantener la capacidad de carga local mayor en relación a la subhuella de residuos, lo que alargará la vida útil del actual relleno sanitario y

reinsertará materiales en el sistema económico que son reutilizables o reciclables.

Si bien el cálculo realizado subestima el valor de HE por no considerarse todos los ítems de consumo existentes y por ser necesario establecer un “recorte de la realidad” que responde a un conjunto de criterios, el indicador permite plantear una base de información a partir de la cual perfeccionar el instrumento y con ello su estimación en años posteriores para su monitoreo durante un período determinado y evaluar el “desempeño” en términos de sustentabilidad.

Aunque se planteó como año de análisis el 2010 para el cálculo de HE en el partido de General Pueyrredon y ciudad de Mar del Plata bajo una determinada situación de contexto a nivel país, es posible inferir en términos generales el impacto en la HE si se la estimara en 2019. De cara al año 2019, y bajo una situación a nivel de Argentina que difiere en múltiples aspectos de 2010, la actual crisis económica e institucional que experimenta el país en su conjunto propicia un escenario de mayores restricciones por parte de la población en su conjunto a la demanda de bienes y servicios y ajustes orientados principalmente a disminuir gastos. Esta situación de crisis permite pensar descensos en los consumos de los ítems planteados en cada una de las subhuellas a nivel de consumo interno, por lo que es de esperar que, de aplicarse la HE en este período, se registren valores menores y por lo tanto una HE total inferior a la esperada si se hubiese proyectado un escenario tendencial en 2010 con el contexto de aquella época.



Bibliografía

Barkin, D., Fuente Carrasco, M. y D. Tagle – Zamora., 2012. La significación de una Economía Ecológica radical. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. 19:1-14.

Bettini, V., 1998. Elementos de ecología urbana. Edición de Manuel Peinado Lorca. Colección estructuras y procesos. Serie Medio Ambiente. Editorial Trotta, SA. Madrid, España.

Capra, E., 1999. La trama de la vida. Anagrama. Barcelona, España.

Carmenza Castiblanco, R., 2007. La economía ecológica: Una disciplina en busca de autor. *Revista Gestión y Ambiente* Vol. 10 N° 3:7-21.

Carrasco, M., 2008. La Economía Ecológica: ¿un paradigma para abordar la sustentabilidad? *Nueva Época* Año 21 N° 56:75-99.

Correa Restrepo, F., 2006. Antecedentes y evolución de la economía ecológica. *Semestre Económico* Vol. 9 N° 17:13-41.

Departamento de Investigación y Desarrollo., 2010. Anuario Estadístico 2010. Disponible en www.turismomardelplata.gov.ar.

Deregibus, V.A., 1988. Importancia de los pastizales naturales en la República Argentina: situación presente y futura. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol. 8 N° 1:67-78.

Dirección General de Gestión Ambiental., 2012. Informe anual ambiental 2011 – 2012. Partido de Gral. Pueyrredon, Mar del Plata, Buenos Aires – Argentina. Disponible en http://www.mardelplata.gob.ar/documentos/gestioambiental/informe_anual_ambiental_final%202012.pdf

Dirección General de Gestión Ambiental., 2013. Informe anual ambiental 2013. Municipalidad de General Pueyrredon. Disponible en <http://www.mardelplata.gob.ar/documentos/enosur/informe%20ambiental%20anual%202013.pdf>.

Elizalde, A., 2000. Ecología, ética, epistemología y economía: relaciones difíciles pero necesarias. En: UNIDA. 2000. El resignificado del desarrollo. Estrategias de transición del Paradigma

Mecanicista a la conciencia planetaria. Centro de ediciones gráficas y audiovisuales de fundación UNIDA. Buenos Aires, Argentina. Pp 111-138.

Ferraro, R.F., Gareis, M.C. y L. Zulaica, L. 2013a. Aportes para la estimación de la huella de carbono de los grandes asentamientos urbanos de Argentina. *Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía* Vol. 22 N° 2:87-106.

Ferraro, R., Zulaica, L. y H. Echechuri. 2013b. Perspectivas de abordaje y caracterización del periurbano de Mar del Plata, Argentina. *Revista Letras Verdes* N° 13:19-40.

Foladori, G., 2001. Capítulo 1 Una tipología del pensamiento ambientalista. En *Trabajo y Capital*. Imprenta y Editorial Baltgráfica. Montevideo, Uruguay. Pp 81-128.

Foster, J.B., 1992. La ley general absoluta de la degradación ambiental en el capitalismo. *Debate sobre la segunda contradicción. Ecología Política: Cuadernos de debate internacional* N° 4:167-169.

García Teruel, M., 2003. Apuntes de Economía Ecológica. *Boletín Económico de ICE* N° 2767:69-75.

Gareis, M.C., 2017. La Huella Ecológica de Mar del Plata (Partido de General Pueyrredon) y su incidencia en el hábitat urbano. Tesis doctoral. Doctorado de la Universidad Nacional de Lujan en la Orientación Ciencias Sociales y Humanas. Universidad Nacional de Lujan. Pp. 248.

Gareis, M.C. y R. Ferraro., 2014. Actividad turística y emisiones de CO₂. El caso de Mar del Plata. *Revista Estudios Ambientales* Vol. 2 N° 1:43-58.

Gareis, M.C. y R. Ferraro., 2015. Estimación de la subhuella de ambiente construido del partido General Pueyrredon, Argentina. *Revista Cuaderno Urbano* Vol. 19 N° 19:57-72.

Gareis, M.C. y R. Ferraro., 2018. Lectura de las áreas urbanas en clave de Economía Ecológica. *Geografia em Questão* Vol. 11 N°1:60-74.

Georgescu-Roegen, N., 1996. La Ley de la Entropía y el proceso económico. Colección *Economía y Naturaleza*. Serie Textos básicos.



Volumen III. Fundación Argentaria – Visor Distribuciones. Madrid, España. Título original: *The Entropy Law and the Economic Process*. Traducido por Gutiérrez Andrés, L. y M.V. López Paños. Madrid, España.

Glansdorff, P. e I. Prigogine., 1971. *Thermodynamics theory os structure, stability and fluctuations*: Wiley-Interscience. Londres.

Guerrero, E.M. y F. Güiñirgo., 2008. Indicador espacial del metabolismo urbano. Huella Ecológica de la ciudad de Tandil, Argentina. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol 9:31-44.

Gonzalez Insua, M. y R. Ferraro., 2015. Los residuos sólidos urbanos en Mar del Plata, Argentina: ¿problema ambiental o insumo para la industria? *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* N° 17:57-85.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas (CNPHyV) del año 2010. Disponible en www.censo2010.indec.gov.ar

Jiliberto, R., 2001. Fundamentos sistemáticos para una economía ecológica. Globalización y conflictos económico-ecológicos. *Ecología Política: Cuadernos de debate internacional* N° 21: 135-158.

Manrique Arango, N., 2009. Estado del arte de la Economía Ecológica: Tesis centrales. *Economía Autónoma* N° 3:1-26.

Martínez Alier, J., 1992. *De la Economía Ecológica al Ecologismo Popular*. ICARIA Editorial SA. Barcelona, España.

Martínez Alier, J., 1995. Indicadores de sustentabilidad y conflictos distributivos ecológicos. *Justicia ambiental. Ecología Política: Cuadernos de debate internacional*. N°10:35-43.

Martínez Alier, J., 1997. Deuda ecológica y deuda externa. *La deuda ecológica. Ecología Política: Cuadernos de debate internacional* N°14:157-173.

Martínez Alier, J., 1998. *Curso de Economía Ecológica. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental N°1*. Programa para las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. DF México.

Martínez Alier, J., 2008. La crisis económica vista desde la economía ecológica. En profundidad. *Ecología Política: Cuadernos de debate internacional* N° 36:23-32.

Morin, E., 1993. *El método. La naturaleza de la naturaleza*. Ediciones Cátedra S.A. Madrid, España.

Municipalidad de General Pueyrredon, 2005. *Plan Estratégico de Mar del Plata y el Partido de General Pueyrredon*. Disponible en http://www.mardelplata.gov.ar/documentos/plane_strategico/planoperativo2006/documentobasepot.pdf.

Naredo, J.M., 1992. *Fundamentos de la Economía Ecológica. Primer Curso Internacional Políticas Públicas para el Desarrollo Sostenible*. Bibliografía Clase Economía Ecológica. Profesor Quiroga Rayén. Banco Mundial (BM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Naredo, J.M., 2001. Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva. En revista *Polis Revista de la Universidad Bolivariana* N° 2:1-27.

Pearce, D., Markandya, A., Barbier, E., 1989. *Blueprint for a Green Economy*, London: Earthscan Publications.

Rees, W.E., 1996. Indicadores territoriales de sustentabilidad. *Ecología Política* N°12:27-41.

Rees, W.E., 2003. *Understanding Urban Ecosystems: An Ecological Economics Perspective*. Chapter in *Understanding Urban Ecosystems*, Alan Berkowitz et al. (eds) New York: Springer-Verlag.



Rees, W.E. y M. Wackernagel., 1996. Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable – and why they are a key to sustainability. *Environmental Impact Assessment Review* Vol 16:223-248.

Terradas, J., 2001. *Ecología urbana*. Rubes Editorial. Barcelona, España.

Umaña, A. y H. Daly., 1981. Energy, economics and the Environment Conflicting Views of an Essential Interrelationship. Simposio AAAS, USA. Introducción. Traducción Guerrero, M. Pp 1-21.

Van Hauweirmeiren, S., 1999. Sustentabilidad del desarrollo y contabilidad macroeconómica. Capítulo 4, en: *Manual de Economía Ecológica*. Editorial Abya-Yalá. Chile.

Wackernagel, M. y W. Rees., 1996. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers. Gabriola Island, BC.