

PROPUESTA METODOLÓGICA
PARA EL ANÁLISIS DE LA
SOSTENIBILIDAD REGIONAL



Propuesta metodológica para el análisis de la sostenibilidad regional

Josep Antequera Baiget



Editado por la Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso para eumed.net

Derechos de autor protegidos. Solo se permite la impresión y copia de este texto para uso personal y/o académico.

Este libro puede obtenerse gratis solamente desde
<http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2013/jab/index.htm>

Cualquier otra copia de este texto en Internet es ilegal.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TESIS DOCTORAL

**PROPUESTA METODOLÓGICA
PARA EL ANÁLISIS DE LA
SOSTENIBILIDAD REGIONAL**

Autor: Josep Antequera Baiget

Director: Josep Xercavins i Valls

Mayo 2012

Tesis Doctoral:

Propuesta metodológica para el análisis de la sostenibilidad regional

Autor: Josep Antequera Baiget

Director: Josep Xercavins i Valls

Universitat Politècnica de Catalunya

Institut de Sostenibilitat

Programa de doctorado en Sostenibilidad

Barcelona mayo de 2012

Tesis presentada para obtener el título de Doctor/Doctora por la
Universitat Politècnica de Catalunya

RESUMEN

En esta tesis hemos elaborado una propuesta metodológica de análisis de la sostenibilidad regional utilizando la visión sistémica para su conceptualización, el paradigma de la sostenibilidad para su análisis, la metodología de indicadores por un lado, la de stocks y flujos provenientes de la Dinámica de Sistemas por otro lado y el concepto de “síndrome” introducido por el German Advisory Council (GAC) y desarrollado por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) en 2004, para su concreción. Conjuntando estas tres concepciones: la visión sistémica regional, el paradigma de la sostenibilidad y las metodologías de indicadores, modelos y síndromes, desarrollamos una propuesta metodológica de análisis regional basado en 4 stocks principales (Territorio, población, PIB y stock institucional) y el metabolismo entre ellos como flujo, los indicadores asociados a dichos stocks y flujos, y los síndromes que nos proporcionan una visión profunda de la sostenibilidad de la región. Este sistema se ha aplicado al análisis de dos regiones, una en un país europeo desarrollado como son las Comarcas de Girona en Catalunya-España y la otra Santo Domingo de los Colorados en Ecuador y un análisis comparativo de las dos regiones.

Palabras clave: Sostenibilidad, región, análisis regional, indicadores de sostenibilidad, síndromes de insostenibilidad, dinámica de sistemas.

ABSTRACT

In this thesis we have developed a methodology for regional sustainability analysis using the system approach to his conceptualization, the paradigm of sustainability for analysis, the methodology of indicators on the one hand, the stocks and flow from the System Dynamics on the other side and the concept of “syndrome” by the German Advisory Council (GAC) and developed by Economic Commission for Latin America (CEPAL) in 2004, to its completion. Bringing together these three concepts: the regional systems view, the paradigm of sustainability, indicators, models and syndromes methodologies, we developed a methodological approach to regional analysis based on 4 mains stocks (territory, population, GDP and corporate stock) and metabolism flow between them and the indicators associated with these stocks and flows, and syndromes that give us insight in to the sustainability of the Region. This system has been applied to the analysis of two regions, one in a developed European country such as the Counties of Girona in Catalonia, Spain and other Santo Domingo de los Colorados in Ecuador and a comparative analysis of the two regions.

Key words: Sustainability, region, regional analysis, sustainability indicators, in sustainability syndromes, systems dynamics.

Título de la tesis:

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD REGIONAL

INDICE

Parte A:

Resumen de la tesis 3

Introducción, objetivos y metodología 4

Agradecimientos 7

Índice 8

Parte B:

ESTADOS DEL ARTE Y BASES TEÓRICAS DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA.

Capítulo 1. La sostenibilidad como paradigma para un modelo de desarrollo 12

1. Sostenibilidad, definición 13
2. Los ecosistemas (sistemas naturales) y su funcionamiento 13
3. La sostenibilidad ambiental 14
4. La sostenibilidad y los sistemas sociales 16
5. La sostenibilidad desde el punto de vista de los recursos 16
6. La sostenibilidad desde la superación de la capacidad de carga 17
7. La sostenibilidad desde el desequilibrio en el proceso de co-evolución 17
8. La sostenibilidad desde la degradación entrópica 18
9. La sostenibilidad desde la calidad de vida 19
10. La sostenibilidad de las generaciones futuras 20
11. La sostenibilidad y el rol institucional 21
12. La sostenibilidad desde los capitales y subsistemas 21
13. La sostenibilidad como modelo cultural 23
14. La sostenibilidad leída desde el bloqueo de los dispositivos de aprendizaje 24
15. Una visión integrada de la sostenibilidad 24
16. Síntesis conceptual 25

Capítulo 2: Territorio y región 27

1. El análisis histórico de la teoría de la región 28
2. El concepto de bioregión 33
3. La huella ecológica como método de análisis del metabolismo regional 35
4. La huella hidrológica 38
5. Una visión de la región como sistema 40
6. La región como parte de un sistema jerárquico 46
7. Conclusiones 49

Capítulo 3. Indicadores, modelos y síndromes 50

1. Indicadores y sostenibilidad 51
2. Las baterías de indicadores 52
3. Los Índices o grupos de indicadores inter-relacionados 52
4. El modelo PER, un intento lineal de interrelación entre indicadores 53
5. La escala local y el metabolismo urbano 55
6. Los subsistemas y los fenómenos de sostenibilidad
como marco para generar una batería de indicadores 56
7. Los modelos como forma inherente de la naturaleza humana para entender la realidad 59
8. El proceso de construcción de modelos 60
9. La dinámica de sistemas como herramienta para la construcción de modelos 61
10. El modelo del mundo World3 de los Meadows, una aplicación de la
Dinámica de Sistemas al estudio de la problemática global planetaria 63
11. La mecánica del modelo World3 64
12. Los síndromes de cambio Global 72
13. Un ejemplo de síndrome: El Síndrome del Sahel 76
14. Los síndromes recuperados por la CEPAL 78
15. La interrelación entre indicadores y síndromes 81
16. El uso de las herramientas: síndromes, modelos y indicadores 84

Parte C:

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD REGIONAL

Capítulo 4. Propuesta metodológica para el análisis de la sostenibilidad regional 86

1. Introducción 87
2. La región: un sistema multinivel en un entorno jerárquico y globalizado 88
3. Los límites del sistema regional 90
4. La sostenibilidad regional 90
5. Propuesta de análisis regional I:
La concepción de la región desde la Dinámica de Sistemas: los stocks regionales 92
6. Propuesta de análisis regional II:
Los síndromes de insostenibilidad regional 98
7. Propuesta de análisis regional III:
El análisis regional a partir de los indicadores asociados a los síndromes 102
8. Lectura de los resultados y criterios de valoración 126
9. Aportaciones de la propuesta metodológica en su conjunto 135

Capítulo 5. Síntesis de la propuesta metodológica

1. Introducción 141
2. La región: un sistema multinivel en un entorno jerárquico y globalizado 88

3. Los límites del sistema regional 141
4. La sostenibilidad regional 141
5. Propuesta de análisis regional I:
 La concepción de la región desde la Dinámica de Sistemas: los stocks regionales 142
6. Propuesta de análisis regional II:
 Los síndromes de insostenibilidad regional 143
7. Propuesta de análisis regional III:
 El análisis regional a partir de los indicadores asociados a los síndromes 144
8. Lectura de los resultados y criterios de valoración 144
9. Aportaciones de la propuesta metodológica en su conjunto 145

Parte D:

ESTUDIOS DE CASO

Capítulo 6. Estudio de caso: las Comarcas de Girona 146

1. Delimitación del ámbito territorial 147
2. El stock territorial 147
3. El stock Población 155
4. El stock económico: el PIB 157
5. El Stock Institucional 161
6. El Metabolismo 163

Capítulo 7. Estudio de caso: la región de Santo Domingo de los Colorados – Ecuador 169

1. Delimitación del ámbito territorial 170
2. El stock territorial 171
3. El stock Población 177
4. El stock económico: el PIB 181
5. El Stock Institucional 186
6. El Metabolismo 187

Capítulo 8: Comparativa de casos:

Las Comarcas de Girona y la región de Santo Domingo de los Colorados 190

1. Delimitación del ámbito territorial 191
2. El stock territorial 191
3. El stock Población 196
4. El stock económico: el PIB 201
5. El Stock Institucional 205
6. El Metabolismo 207
7. Cuadro resumen de los síndromes de insostenibilidad regional 211
8. Modelos causales de relación entre stocks, síndromes e indicadores 212

A modo de conclusión final y epílogo 215

Bibliografía 219

Listado de figuras y tablas 229

Apéndice 1: La teoría de sistemas 233

1. Bases filosóficas del sistemismo según Mario Bunge 234
2. El modelo CESM de Mario Bunge 236
3. Sistema complejo, según Rolando García 236
4. Estructura y entorno según M. Bunge 237
5. Las propiedades emergentes en los sistemas 238
6. La funcionalidad del sistema según R. García 239
7. Las fuerzas que mueven o ejercen los sistemas. 239
8. El entorno y sus efectos sobre el sistema 239
9. Los espacios de estado de un sistema según Bunge 241
10. Causalidad 245
11. Los niveles en que se organiza la realidad 246
12. Las estructuras jerárquicas y los niveles de organización según Gallopín 250

INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE LA TESIS

En esta tesis hemos elaborado una propuesta metodológica de análisis de la sostenibilidad regional, (entendemos como escala regional un territorio delimitado de carácter supramunicipal, que contiene a uno o varios núcleos urbanos y que puede tomar administrativamente la forma de comarca, provincia, ciudad región, etc.).

Como veremos en el capítulo 2, el propio concepto de región ha sido motivo de debate entre los geógrafos que conceptualizan el territorio. Su definición y uso se ha visto condicionada por la visión del investigador y los motivos de la investigación; pocas veces se ha tenido en cuenta la visión sistémica para analizar la región de un modo integral.

Por ello nuestra aportación es la elaboración de una propuesta metodológica para el análisis de la sostenibilidad de la región, utilizando la visión sistémica para su conceptualización, el paradigma de la sostenibilidad para su análisis, la metodología de indicadores por un lado, la de stocks y flujos provenientes de la Dinámica de Sistemas por otro lado y el concepto de “síndrome” elaborado por el German Advisory Council (GAC) en 1997, y desarrollado por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) en 2004, para su concreción.

Conjuntando estas tres concepciones: la visión sistémica regional, el paradigma de la sostenibilidad y las metodologías de indicadores, modelos y síndromes, desarrollamos un propuesta metodológica de análisis regional basado en 4 stocks principales (Territorio, población, PIB y stock institucional) y el metabolismo entre ellos como flujo, los indicadores asociados a dichos stocks y flujos, y los síndromes que nos proporcionan una visión profunda de la sostenibilidad de la región.

Este sistema se ha aplicado al análisis de dos regiones, una en un país europeo desarrollado como son las Comarcas de Girona en Catalunya-España y la otra Santo Domingo de los Colorados en Ecuador y un análisis comparativo de las dos regiones.

La metodología de la tesis parte de tres capítulos en los que además del análisis del estado del arte correspondiente se ha llegado a síntesis sobre las que basar nuestra propuesta metodológica.

Los capítulos de la tesis se han estructurado de la siguiente forma:

Parte B

En el **capítulo 1** analizamos el paradigma de la sostenibilidad y sus múltiples visiones, dimensiones y aplicaciones a la realidad actual llegando a una síntesis aplicable a los objetivos de la tesis.

En el **capítulo 2** se ha realizado un análisis del estado del arte en el ámbito del desarrollo regional, mostrando cuales han sido las maneras de conceptualizar los estudios de la región desde las diferentes perspectivas y acercándonos a autores que nos han permitido obtener las bases en las que se sustenta nuestro estudio, como el concepto de análisis sistémico, el de bioregión y el de huella ecológica.

En el **capítulo 3** hemos trabajado con algunos sistemas de análisis basados en indicadores y en sus correspondientes marcos organizativos de la información. Hemos analizado conceptualizaciones de modelos para interrelacionar indicadores, hemos profundizado en la Dinámica de Sistemas como herramienta científica para la construcción de modelos.

También hemos profundizado en el concepto de Síndromes de Cambio Global con las visiones del GAC y su desarrollo también por la CEPAL (Comisión Económica para América Latina), trabajo promovidos por Gilberto Gallopin.

Todo ello ha decantado en el establecimiento de nuestra propuesta metodológica.

PARTE C

A partir de las tres síntesis anteriores en la parte C y en el **capítulo 4** se desarrolla nuestra propuesta metodológica, el corazón de nuestra tesis.

En el **capítulo 5** procedemos a realizar una síntesis de la misma de manera esquematizada.

PARTE D

En el **capítulo 6 y 7** se desarrollan la puesta en práctica de la metodología aplicada a los casos de estudio: Las comarcas de Girona y el cantón ecuatoriano de Santo Domingo de los Colorados.

En el **capítulo 8** se realiza la visión comparativa y el cuadro de síndromes aplicables a las dos regiones.

En **a modo de conclusión final y epílogo**, capítulo final de la propuesta, explicamos las líneas de investigación que abre este trabajo.

Posteriormente a la **Bibliografía** hemos querido introducir un **Apéndice** sobre conceptos que han surgido de la Teoría de Sistemas, sobre todo las aportaciones a la misma de Mario Bunge y Rolando García que han sido fuente de inspiración para el autor en la concepción de este método y de Gilberto Gallopin sobre su visión de jerarquías de la realidad cuyas aportaciones también me han ayudado a desarrollar algunos aspectos del análisis regional.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer la paciencia, la comprensión y la confianza de mi director Josep Xercavins con el que hemos viajado por numerosos caminos para llegar a la conceptualización del objetivo de la tesis, dichas derivas aunque a veces alejadas del destino final me han llevado a llegar a dicho puerto y a madurar y hacer comprensibles muchos de los conceptos planteados en ella.

A Josep M^a Llop por su paciencia y sus aportaciones y que mediante su trabajo del Plan Base aplicado a las ciudades Intermedias desde la Càtedra UNESCO de Ciudades Intermedias de la Universidad de Lleida me ha inspirado a hacer algo parecido con la región y por sus aportaciones al capítulo segundo del análisis regional.

A Ernesto Gonzalez colega de doctorado y amigo chileno, con el que empezamos juntos a pensar en proyectos de tesis, en sostenibilidad, en indicadores, en modelos, en filosofía de los sistemas complejos, en determinismos y indeterminismos, su alimento cognitivo, los trabajos conjuntos y las conversaciones de madrugada han sido fuente inspiradora de muchos de los conceptos planteados. A Gilberto Gallopin que en las charlas que hemos tenido en las dos ocasiones que nos hemos encontrado me ha animado a confiar en que el camino que seguía era el correcto y tenía sentido. Y a los compañeros de la Càtedra UNESCO de Terrassa, especialmente a Enric Carrera, cuyo soporte me permitió desarrollar y dedicar parte de mi tiempo a trabajar en estos temas. A los compañeros del Observatori de Sostenibilitat de les Comarques Gironines, especialmente a Sergi Nuss, que las muchas horas de trabajo compartido me han posibilitado utilizar Girona como estudio de caso y a Laura Vergonyós que ha contabilizado los kilómetros de cauces hídricos de las dos regiones de los casos de estudios. A los compañeros ecuatorianos, Alex Toledo de Santo Domingo de los Colorados que me aportó el segundo caso de estudio y a Luis Proano de Vines, alumnos del MDUT, que me han ayudado en la búsqueda de datos de la región de Santo Domingo. A Samuel Darío Prieto y Luz Stella Velásquez que me han permitido conocer ese increíble país que es Colombia, hablar de sostenibilidad con sabor a ron de Caldas y conocer los trabajos extraordinarios del filósofo colombiano Augusto Ángel Maya. A los alumnos del Máster de Ciudades Creativas organizado por la UPC y la Universidad Iberoamericana en DF México, en su edición del 2011 y a los alumnos del MDUT-2012 en la ETSAV, con los que he probado este sistema de análisis y que se entusiasmaron con su aplicación.

Y dedicar especialmente esta tesis a Montse compañera de viaje que ha aguantado mis devaneos, mis dudas e incertidumbres en este camino y me ha animado con su confianza en mí a llegar al final. Y a Yoel que espero con este trabajo transmitirle el mensaje de que aunque cuesten años las cosas que uno se propone hacer, si hay voluntad, al final se logran. Y a mi padre...; Y a muchos más! Innumerables. A toda esa gente que ha intentado comprender el mundo en que vivimos, entender su funcionamiento, explicarlo y plasmarlo en documentos que han llegado a mí y me han permitido hacer esta modesta aportación personal.

Josep Antequera

CAPÍTULO 1

LA SOSTENIBILIDAD COMO PARADIGMA PARA UN MODELO DE DESARROLLO

“Es una verdad elemental que vida, fortuna y felicidad de cada uno de nosotros, depende de nuestro conocimiento de las reglas de un juego infinitamente más complicado que el juego del ajedrez: el tablero es el mundo, las piezas son los fenómenos del Universo, las leyes del juego son las que conocemos como Leyes de la Naturaleza. El adversario está escondido a nuestros ojos, sabemos que juega bien, que nunca hace trampas y que es de una persistencia inagotable. Pero también sabemos, a expensas de nosotros, que no perdona nunca un error y que no admite excusa para el desconocimiento.” (T.H. Huxley)

Capítulo 1

LA SOSTENIBILIDAD COMO PARADIGMA PARA UN MODELO DE DESARROLLO

En este capítulo vamos a analizar las diferentes perspectivas del paradigma de la sostenibilidad y la visión de diversos autores sobre el concepto, para llegar a una síntesis que nos servirá como base para la metodología planteada en esta tesis.

1. Sostenibilidad, definición.

Por definición, el término sostenibilidad, se refiere al mantenimiento de un sistema en el tiempo (García E. 1997). No vamos a distinguir aquí entre sostenibilidad y sustentabilidad ya que mediante el desarrollo del concepto creemos que aclaramos su significado y podemos usar los dos términos sin distinción (Gallopín 2009).

2. Los ecosistemas (sistemas naturales) y su funcionamiento

La permanencia de un sistema en el tiempo de manera autoregulada, los ecólogos la detectaron hace tiempo en el estudio de los ecosistemas y su evolución a partir de la energía del Sol (Odum H.T., 1980). En nuestro planeta los seres vivos mediante procesos de captación y apropiación energética y de materia del entorno (fotosíntesis, fermentación, metabolismo oxidante), se desarrollan, perviven en el tiempo y se reproducen, desde los orígenes de la vida. Para ello provocan una disipación permanente de energía y materia a través de su metabolismo, y evolucionan a partir de la modificación de sus sistemas de reproducción celular (evolución genética-selección natural-adaptación) condicionando su supervivencia a los efectos que la selección natural del entorno ejerce sobre ellos. A través de dichos procesos de disipación de energía, teniendo como origen la energía solar, las especies se organizan en ecosistemas estructurados por las relaciones entre ellas (cadenas tróficas) extendiéndose en el marco planetario desde hace 4.000 millones de años (Margulis 1994).

La organización del ecosistema requiere la desorganización de sus partes en un proceso de evolución permanente denominado sucesión natural (incremento de la complejidad del ecosistema y biodiversidad). En este proceso se mantiene la estabilidad del ecosistema en el tiempo de una manera dinámica, mediante las interacciones entre los seres vivos y su entorno, unas especies son devoradas (transferencias energéticas o digestión de estructuras para mantener nuevas estructuras) o substituidas por otras en el tiempo (extinción), también se dan procesos de reestructuración general del ecosistema como respuesta a los impactos del entorno, como la regeneración de un bosque después de un incendio. (Margalef 1993).

El funcionamiento de los ecosistemas mantiene la autoregulación de los ciclos biogeoquímicos planetarios. Según Lovelock la hipótesis de Gaia dice que la temperatura, el estado de oxidación, la acidez y otros aspectos de las rocas y las aguas se mantienen constantes en cualquier época, y que esta homeostasis se obtiene por procesos cibernéticos llevados a cabo de manera automática e inconsciente por la biota: la energía solar sustenta estas condiciones favorables para la vida. Estas condiciones son tan solo constantes a corto plazo y evolucionan en sincronía con el cambio requerido por la biota a lo largo de su evolución: La vida y su entorno están tan íntimamente asociados que la evolución afecta a Gaia, no a los organismos o al medio ambiente por separado (Lovelock 1993).

La evidencia – sigue Lovelock - nos muestra que la corteza de la tierra, los océanos y el aire o son el producto directo de cosas vivas o han sido modificados de manera masiva por su existencia. Tengamos en cuenta que la creta o las rocas calcáreas son los caparazones de la vida que una vez flotaron en el mar. La vida no se ha adaptado a un mundo inerte determinado por la mano muerta de la física y la química. Vivimos en un mundo que ha sido edificado por nuestros antecesores, antiguos y modernos, y que es mantenido cuidadosamente por todos los seres vivos que existen en la actualidad.

En este marco de equilibrio complejo, hay que destacar el concepto que los ecólogos denominan resiliencia. La resiliencia representa los límites dentro de los cuales es posible la conservación del equilibrio del sistema. Ello quiere decir que existen límites por fuera de los cuales ya no es posible reconstruir el equilibrio. El equilibrio de un sistema tiene, por tanto, una cierta movilidad dentro de los límites permisibles. Estos límites suelen ser en ocasiones precipicios bruscos. Los márgenes de equilibrio se pueden mover sin peligro hasta el límite extremo, pero un paso más significa la ruina total (Ángel Maya 2001). Es en este caso cuando sobreviene la crisis del sistema, antes mencionada y la perturbación amplificada generará un nuevo estado del sistema o su destrucción.

3. La sostenibilidad ambiental

El concepto de sostenibilidad lleva asociado en sí una componente ambiental ya que surge como vocablo de consenso producto del análisis de las relaciones de la sociedad con el entorno planetario, ya desde la Conferencia de Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano en Estocolmo el año 1972 donde se creó el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). Aunque el concepto de desarrollo sostenible no será acuñado hasta el año 1987 con el Informe Brundtland.

Como mandato de la UNEP la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) editó el año 1980 la Estrategia Mundial para la conservación. En dicha esta estrategia se define la conservación como “la gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano, de manera que produzca el mayor y más sostenible beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga la potencialidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras” (Germain J. y Carrera E. 2002). Desde esta perspectiva la sostenibilidad ambiental se entiende como la conservación de los ecosistemas terrestres y sus especies (biodiversidad), el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas, el consumo sostenible de los stocks de recursos renovables, la reducción progresiva en las tasas de consumo de los recursos no renovables, la eliminación de la contaminación ambiental y el mantenimiento de los sistemas de regulación del equilibrio planetario (ciclos biogeoquímicos).

Atribuirle a la naturaleza un papel regulador de las condiciones ambientales planetarias la convierte en una fuente de generación de servicios para la sociedad, los cuales llegaron hasta ser cuantificados económicamente (World Resources Institute, 2008), por ello la sostenibilidad ambiental se puede entender como el mantenimiento de los servicios naturales:

Estas funciones del “capital natural”, según el World Watch Institute (Brown L.R., 1997) se pueden enumerar como sigue:

- Producción de primeras materias (alimentos, caladores, madera y materiales de construcción, productos forestales no derivados de la madera, pastos, recursos genéticos, medicinas, tintes,...)
- Polinización
- Control biológico de plagas y enfermedades
- Hábitat y refugio
- Aprovechamiento y regulación del agua
- Reciclaje de residuos y control de la contaminación
- Ciclo de los nutrientes
- Regulación de las alteraciones
- Regulación del clima
- Regulación atmosférica
- Ocio
- Culturales
- Educativos/ científicos

La sostenibilidad ambiental haría referencia al mantenimiento de estos servicios en sus más amplias potencialidades.

4. La sostenibilidad y los sistemas sociales

Ya en el Informe Brundtland en 1987, se consolida la relación entre naturaleza y modelo de desarrollo, expandiendo claramente el concepto de sostenibilidad hacia aspectos sociales. Los sistemas sociales producto de las relaciones entre seres humanos (organismos generados por procesos de selección natural) también requieren para su sostenibilidad de procesos disipativos de energía y materia, y para ello, durante toda su historia, han recurrido a la explotación de los ecosistemas circundantes para la creación de su hábitat social (sistemas agrícolas, ciudades y áreas urbanas) y de los artefactos tecnológicos propios para la satisfacción de sus necesidades. Una vez extendidos por todo el planeta, los seres humanos han escapado del control energético del ecosistema circundante y mediante la disponibilidad de fuentes de energía fósil y la red global de comunicaciones han expandido las áreas de apropiación de recursos a todo el entorno planetario (Angel Maya 2003). La sostenibilidad y la necesidad de un modelo de desarrollo social más sostenible surgen cuando el grado de explotación de los ecosistemas y los impactos de los sistemas sociales sobre ellos, hacen que se modifiquen las condiciones de equilibrio de éstos y afecten a todo el planeta (cambio climático).

Los efectos de la civilización producen alteraciones de carácter local y planetario y generan un impacto en los sistemas naturales y en los mecanismos de regulación planetaria que están comportando una pérdida gradual de especies y una transformación de las condiciones climáticas globales (Wilson E.O. 1994).

5. La sostenibilidad desde el punto de vista de los recursos

Para reducir este impacto del desarrollo surgen autores que hablan de un modelo de desarrollo económico sin crecimiento en el marco de una economía más ecológica. De esta nueva manera de entender la economía se hacen famosos los principios de sostenibilidad propuestos por Herman Daly (Daly H. 2008):

1. No explotar los recursos renovables por encima de su tasa de renovación.
2. No explotar los recursos no renovables por encima del ritmo de sustitución por recursos renovables, que proporcionen el mismo servicio.
3. No verter residuos al medio por encima de su capacidad de asimilación.

6. La sostenibilidad desde la superación de la capacidad de carga

Desde que se publicó el libro de los Meadows sobre los límites del crecimiento en el año 1972 como encargo del Club de Roma, se fue haciendo popular la idea de que el modelo de desarrollo traspasaba los límites de la capacidad de carga de nuestros ecosistemas, para proporcionar recursos al sistema social, idea defendida por sectores científicos y grupos ecologistas. Ernest García (García E. 1997) nos habla de un modelo de insostenibilidad planteado desde la superación de la capacidad de carga planetaria, que el autor ubica en el campo del Neomalthusianismo, con interpretaciones diferentes sobre el papel de la tecnología y el consumo, supone que dichos límites son medibles.

Una forma simple de cuantificar esta apropiación de los recursos por parte de la sociedad es mediante la ecuación “IPAT” desarrollada por Paul Ehrlich en 1971 (en Sachs J. 2008):

$$I = P \times A \times T$$

Donde:

I= Impacto ambiental total de la humanidad sobre el planeta

P= Población

A= Afluencia, número de productos o servicios consumidos por persona
(p.e. para los economistas el PIB)

T= Impacto ambiental por unidad de producto/servicio consumido, o
factor de eficiencia tecnológica

La ecuación muestra que para mantener un nivel de impacto, en un marco de población creciente y de extensión del acceso a los productos o servicios a una mayor parte de la población (idealmente a toda), el factor de eficiencia (T) es el único que puede compensar este crecimiento (debe notarse que una mayor eficiencia resulta en un valor menor de T). La ecuación IPAT permite tener una idea general de la magnitud del salto en eficiencia que se necesita para mantener (o reducir) el nivel de impacto.

7. La sostenibilidad desde el desequilibrio en el proceso de co-evolución

Ya Augusto Ángel Maya (Ángel Maya 2003) nos hizo ver que el ser humano como especie superaba los límites de crecimiento que impone el ecosistema a sus especies, usando las ventajas de la tecnología como aparato de adaptación al entorno y como vehículo de superación de sus límites locales. En este sentido Ernest García (García E. 1997) categoriza esta forma de insostenibilidad como un proceso de desequilibrio en el proceso de co-evolución entre especies, principio que se basa en la hipótesis de que si una especie en el ecosistema recibe una

subvención energética demasiado grande, impone al ecosistema una reducción drástica de la diversidad biológica. Esto es lo que le viene ocurriendo a la especie humana con su especial habilidad para la oxidación de la necrosfera (combustibles fósiles) y como consecuencia de ello, es capaz de apropiarse a gran escala de la producción fotosintética primaria no sólo la actual sino la generada hace millones de años (Margalef R., 1992).

Algunos autores han calculado que el ser humano se aprovecha de un 40% de dicha producción primaria generada por los vegetales y que supone la base natural para el desarrollo del resto de especies heterótrofas (Carpintero O., 2007). El apropiamiento de dicha materia por parte de la sociedad, no sólo influye en la disminución de la capacidad de carga del planeta, sino que añade a ello la extinción de multitud de especies que dependen de dicha producción para su subsistencia.

8. La sostenibilidad desde la degradación entrópica

Ya en 1944 el famoso físico Erwin Schrödinger analizó la vida como un proceso neguentrópico (Schrödinger E., 1967). O sea que los organismos vivos generan su organización a partir de la degradación del resto de sistemas que conforman su entorno. Por ello los sistemas auto organizados o sistemas vivos serán dependientes del orden y organización presentes en su entorno, que sea capaz de ser desorganizado por ellos mismos, con la finalidad de obtener energía para su mantenimiento. Estos procesos de auto organización se generan en la materia cuando ésta está expuesta a un flujo energético constante, como el de la energía solar, lo que obliga a plantear un aspecto nuevo de la termodinámica que algunos autores describen como la termodinámica de la vida (Schneider 2008).

En esa relación de autoorganización/degradación entrópica más el incremento de su capacidad de adaptación generado por el aparato tecnológico, el sistema social genera una excesiva degradación de su entorno para mantener su amplia y compleja organización. Lo que conlleva a asumir que la civilización ha sido posible por existir núcleos de orden mineral y biológico, capaces de ser degradados por el ser humano, que han posibilitado la creación de una extensa organización social gracias a su desorganización. En este sentido se plantea una nueva cuantificación del proceso de degradación de dichos núcleos como el esfuerzo que se requeriría para volverlos a unir después de su dispersión por el uso social (Naredo 1999). En este sentido la sostenibilidad podría plantearse como una reducción del proceso entrópico que genera el ser humano para incrementar su grado de complejidad social (Antequera J., 2007).

9. La sostenibilidad desde la calidad de vida

Pero no sólo el proceso de evolución social ha generado degradación en los ecosistemas del planeta, la degradación también se extiende a las condiciones de vida de gran parte de la población (PNUD 2003). Paralelamente al proceso de apropiación de recursos, durante la historia humana se han producido procesos de dominación social de unas comunidades humanas sobre otras, mediatizados muchas veces por conflictos bélicos. Estos procesos históricos han culminado en el tiempo en la estructuración mundial actual del sistema de Naciones, en las que unos países presentan grados de bienestar mucho más generalizados entre su población que otros (Morin E., 1993).

Los países industrializados (desarrollados) han conseguido un grado mayor de redistribución de la riqueza y del bienestar que el resto de la población mundial. Modelos de desarrollo social y económico mediatizados por valores culturales, son los fundamentos que estructuran el tipo de relaciones sociales que se generan en el sistema mundial. El modelo cultural globalizado actual da como resultado una estructuración de la sociedad en la que hay una apropiación de mucha riqueza por unos pocos, una clase media más o menos amplia según el tipo de países y una clase social pobre en la que la satisfacción de necesidades básicas no está satisfecha. Como afirma el Informe de Desarrollo Humano del año 2003, muchos de los problemas medioambientales actuales son el resultado de las pautas de producción y consumo de las personas que no son pobres y que generalmente viven en los países ricos. Los países ricos utilizan gran cantidad de combustibles fósiles y agotan muchas de las reservas pesqueras del planeta, dañando el medio ambiente. Además, registran altos niveles de demanda de maderas exóticas y productos derivados de especies en peligro de extinción (PNUD 2003). Los bienestantes imponen un modelo cultural de consumo que funciona como una pirámide de apropiación, en los que los niveles inferiores intentan emular el nivel de consumo de los niveles superiores tendiendo a una espiral de consumo generalizada que se incrementa a medida que se eleva el grado de desarrollo de los países (Kempe H. 2011).

La globalización y la preponderancia del modelo capitalista extienden estas tendencias a nivel mundial, presentando un panorama global en el que los países distribuyen esta tasa de reparto social de la riqueza en distintas proporciones, según el modelo de país y en función de sus clases sociales. Las naciones en desarrollo en que la clase social más baja está muy extendida y los países llamados desarrollados en los que la clase media es la mayoritaria (Sachs W. 1997).

Los factores antes mencionados obligan a introducir la equidad como segundo elemento en el nuevo modelo de desarrollo más sostenible, que juntamente con la apropiación de recursos, hace que la condición de equidad se traslade incluso hasta las generaciones venideras, las cuales

pueden sufrir una mengua de oportunidades de desarrollo por el agotamiento de los recursos por parte de las generaciones actuales. Sobre todo cuando alimentamos el sistema productivo con recursos no renovables, como el petróleo, éste fue uno de los elementos clave en la redacción del Informe Brundtland.

10. La sostenibilidad de las generaciones futuras

El concepto de desarrollo sostenible, definido por el Informe Brundtland el año 1987, (Brundtland 1987) como *“el modelo de desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las actuales generaciones sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”*, ha evolucionado en estos años en su clarificación, ya que es un término que es conceptualmente muy ambiguo. Aunque reafirma la relación entre la perspectiva social (satisfacción de necesidades) y la perspectiva ambiental (conservación de los recursos) de la sostenibilidad.

Ernest García critica dicha descripción del término y su indefinición (García E. 1995). *“Como definición, es de una vaguedad exasperante. En realidad, no es ninguna definición, sino una declaración de intenciones, un enunciado programático mas que no la descripción de un proceso. Su examen suscita preguntas inquietantes, como las siguientes: ¿Qué entendemos por desarrollo? ¿Y por sostenibilidad? ¿Cuáles son las necesidades que hay que satisfacer? ¿Cuántas generaciones futuras y de que tamaño?”*. La vaguedad de dicha definición es la gran ventaja de la idea del concepto de desarrollo sostenible ya que de lo que trata es de tender un puente entre desarrollistas y ecologistas, entre partidarios y adversarios del crecimiento económico, como José Manuel Naredo nos sabe explicar muy bien (Naredo J.M. 1996)¹.

¹ “Cuando a principios de la década de los setenta el Primer Informe del Club de Roma sobre los límites del crecimiento, junto con otras publicaciones y acontecimientos, pusieron en tela de juicio la viabilidad del crecimiento como objetivo económico planetario, Ignacy Sachs (consultor de Naciones Unidas para temas de medioambiente y desarrollo) propuso la palabra “ecodesarrollo” como término de compromiso que buscaba conciliar el aumento de la producción, que tan perentoriamente reclamaban los países del Tercer Mundo, con el respeto a los ecosistemas necesario para mantener las condiciones de habitabilidad de la tierra. Este término empezó a utilizarse en los círculos internacionales relacionados con el “medioambiente” y el “desarrollo”, dando lugar a un episodio que vaticinó su suerte. Se trata de la declaración en su día llamada de Cocoyoc, por haberse elaborado en un seminario promovido por las Naciones Unidas al más alto nivel, con la participación de Sachs, que tuvo lugar en 1974 en el lujoso hotel de ese nombre, cerca de Cuernavaca, en México. El propio presidente de México, Echeverría, suscribió y presentó a la prensa las resoluciones de Cocoyoc, que hacían suyo el término “ecodesarrollo”. Unos días más tarde, ... en una reciente entrevista Henry Kissinger manifestó, como jefe de la diplomacia norteamericana, su desaprobación del texto en un telegrama enviado al presidente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: había que retocar el vocabulario y, más concretamente, el término “ecodesarrollo” que quedó así vetado en estos foros. Lo substituyó más tarde aquel otro del “desarrollo sostenible”, que los economistas más convencionales podían aceptar sin recelo, al confundirse con el “desarrollo autosostenido” (self sustained growth) introducido tiempo atrás por Rostow y barajado profusamente por los economistas que se ocupaban del desarrollo. Sostenido (sustained) o sostenible (sustainable), se trataba de seguir promoviendo el desarrollo tal y como lo venía entendiendo la comunidad de los

11. La sostenibilidad y el rol institucional.

Ya desde Río 92 se ha planteado el papel de la institución a diversas escalas para promover la sostenibilidad. Ya que el modelo de desarrollo actual requiere de sistemas de regulación globales de los flujos de capitales que atiendan las desigualdades mundiales, la promoción de los derechos de los trabajadores, las mujeres y los niños, la eficiencia en el uso de los recursos y la minimización del impacto ambiental de las actividades productivas y de los servicios, como el turismo o la construcción. La transformación de los medios de producción y de los sistemas productivos es necesaria para que se generen procesos económicos más eficientes y limpios, ya que los impactos sobre los ecosistemas provienen de las formas en que transformamos los recursos naturales para producir bienes y servicios a la sociedad (Naciones Unidas, 1992)

Por ello el rol institucional es un elemento específico de la sostenibilidad, como plantea el Programa 21 de Naciones Unidas y entre dichas instituciones el papel de las autoridades locales en la promoción de la sostenibilidad y el desarrollo de las agendas 21 locales (Antequera J., 2006 (1)).

Actualmente el modelo de gestión pública actual incorpora elementos de sostenibilidad social y ambiental en alguna medida, pero lo que prima en los estados es el desarrollo económico con una voluntad de crecimiento del producto interior bruto nacional. A partir de este incremento productivo, que supone a la vez un incremento en el consumo de recursos y del impacto sobre los sistemas naturales, se distribuye la riqueza en función de los criterios más o menos sociales de los gobiernos, mediante los impuestos y los servicios públicos generalizados. El tema ambiental se incorpora en muchos aspectos, pero ante la conservación de los espacios naturales prima el desarrollo económico y las infraestructuras. Las agendas 21 y otras estrategias de sostenibilidad nacionales o locales aún no ejercen un peso prioritario en las políticas de las diversas instituciones, y muchas veces se convierten en políticas de maquillaje ambiental que encubren el modelo de desarrollo tradicional (Antequera J. 2002, 2008 (2), 2011).

12. La sostenibilidad desde los capitales y subsistemas

Dichas concepciones de la sostenibilidad han ido generando un paradigma que acompaña un modelo nuevo de desarrollo aún por implantar, que promueve la conservación de los capitales que conforman nuestro mundo global². Lo que nos hace entenderla como un conjunto de

economistas. Poco importa que algún autor como Daly matizara que para él "desarrollo sostenible" es "desarrollo sin crecimiento", contradiciendo la acepción común de desarrollo que figura en los diccionarios estrechamente vinculada al crecimiento".

² En este modelo de conservación de los capitales (ambiental, social y económico) que promueve la sostenibilidad, sometidos siempre a la ley de la entropía y por ello a una obligada degradación, se discuten los modelos de sostenibilidad fuerte y sostenibilidad débil, en los que la diferencia está en si la conservación debe atender a la suma de todos los capitales, aunque uno de

relaciones entre sistemas (naturales y sociales), dinámicas de procesos (energía, materia e información) y escalas de valores culturales (ideas, ética). En la medida que los sistemas ecológicos, económicos y sociales interaccionan entre sí de forma interdependiente, su estabilidad dependerá de su capacidad para resistir fluctuaciones, mantener la integridad del conjunto y garantizar sus funciones básicas (Gallopín G., 2003).

Los tres subsistemas que se contemplan desde la lectura integral de la sostenibilidad son los siguientes (Jiménez Herrero L. 2000):

- Sistema Ecológico como el soporte básico de la vida y de las actividades humanas,
- Sistema Técnico-Económico de carácter productivo y material
- Sistema Socio-Cultural como base de las organizaciones de los agentes sociales e institucionales.

La sostenibilidad la entendemos pues como la resultante de la evolución económica, el desarrollo social y la conservación de los ecosistemas y los recursos naturales. Algunos autores han considerado que estos sistemas pueden leerse como capital acumulado en el tiempo. Esta visión nos muestra como el desarrollo no se puede realizar a expensas del capital, tanto ambiental, como económico y social, teniendo en el grado de conservación de estos capitales, un indicador para medir la sostenibilidad del sistema.

$$St \text{ (total)} = Sa \text{ (ambiental)} + Se \text{ (económica)} + Ss \text{ (social)}$$

La evolución dinámica de los sistemas que componen la ecuación, y sobre todo su conservación, dependerá de la correlación de las fuerzas motrices que impulsan el crecimiento de cada uno, así como del mantenimiento de los mecanismos que regulan el equilibrio en cada uno de ellos (resiliencia). Siempre los sistemas sociales y económicos se desarrollan a expensas de los sistemas naturales, por ello el desarrollo sostenible ha de verse si es viable a largo plazo tomando como factor limitativo el stock de capital proporcionado por la naturaleza. La ecuación de la suma de los capitales que describe Luis Jiménez Herrero (Jiménez Herrero L. 2000) nos muestra los diversos capitales que hemos de mantener constantes:

$$K_t = K_n + K_m + K_h + K_{sci}$$

ellos se reduzca para promover el crecimiento del otro, o si en la suma debe prevalecer el mantenimiento de cada capital por sí mismo (Naredo J.M., 1996).

Esta ecuación identifica cuatro tipos de fuentes de capital que forman el capital total (Kt):

Capital natural (Kn) o Ambiental, proporcionado por la naturaleza;

Capital artificializado o manufacturado (Km), hecho por el hombre;

Capital humano (Kh), basado en el conocimiento humano en su dimensión sociocultural.

Capital social, cultural e institucional (Ksci), que proporciona integridad, cohesión, estabilidad y capacidad organizativa a los sistemas sociales.

Si reducimos los términos de la ecuación a tres, podemos expresar una fórmula sintética de la sostenibilidad, entendida como el incremento “suficiente” del capital social (Ks) y económico (Ke), reduciendo al mínimo el consumo del capital natural o sea de la huella ecológica³ (He), o la reducción del impacto de los sistemas sociales sobre el capital natural. Sintetizando, la fórmula de la sostenibilidad quedaría de la siguiente manera (Antequera J. 2004).

$$\text{Sostenibilidad} = Ks\uparrow + Ke\uparrow / He\downarrow$$

13. La sostenibilidad como modelo cultural

La sostenibilidad para implantarse socialmente requiere un cambio cultural tanto en las motivaciones individuales como en las sociales y cambiar el modelo de consumo que nos imponen las clases más adineradas. Este cambio pasa por contener las ansias de “tener” y centrarse más en el desarrollo personal (ser) o lo que se conoce por la cultura de la suficiencia (García E., 2004). La cultura del consumo, propagada mayoritariamente por los medios de comunicación, anima a la consecución del bienestar mediante la adquisición de objetos y servicios variados. En las políticas empresariales prima el crecimiento de las estructuras económicas y la apropiación de la riqueza muchas veces propiciada por la creación de dinero financiero (Naredo J.M., 2006).

Hoy en día la crisis actual, producto del ansia de riqueza y de la codicia de grupos económicos mediante la especulación financiera y sus productos derivados, ha desacelerado la economía mundial, ha alejado las inversiones de los procesos productivos y está siendo el factor más potente del freno al desarrollo de los países pobres, influyendo en la subida del precio de los alimentos y generando un coste importante sobre el bienestar individual mediante la pérdida de empleos y dejando a una parte de la población dependiente de las ayudas sociales. ¿Podemos

³ El concepto de la huella ecológica se explica en el capítulo 2 punto 3.

concebir que a partir de esta pérdida de ritmo de la economía productiva puedan surgir planteamientos más sostenibles?

14. La sostenibilidad leída desde el bloqueo de los dispositivos de aprendizaje

El elemento cultural unido al factor informacional y conectivo mundial promovido por las nuevas tecnologías nos plantea un nuevo elemento de insostenibilidad referido al bloqueo de los dispositivos de aprendizaje individual y social debido a una aceleración excesiva en el flujo de información y una conectividad demasiado alta a diversidad de canales (García E. 1997). Esta hipótesis se basa en entender al ser humano como un organismo capaz de aprendizaje, que para ello requiere de tiempo y de disponibilidad, y a la vez de márgenes de error. O sea tiempo para seleccionar las adaptaciones viables y espacios desde donde el error se pueda corregir.

La aceleración excesiva en la asimilación de información genera a su vez una cadena de errores demasiado elevada, y la globalización de sus redes hace que dichos errores se difundan por todo el sistema (crisis financiera actual). Si encima el sistema dispone de una tecnología poderosa en su capacidad de modificación del entorno, se dan todas las condiciones para el desastre ambiental. La sostenibilidad en este caso consistiría en mantener la flexibilidad, evitando la aceleración excesiva y la globalización del error. Se trata de reducir la capacidad del sistema de amplificar el error.

Según Ernest García, un ejemplo de este efecto comentado sería el de la introducción de miles de sustancias químicas en el ecosistema o miles de organismos genéticamente modificados.

15. Una visión integrada de la sostenibilidad.

Analizando las diversas perspectivas de la sostenibilidad podemos partir de una definición de síntesis entendiendo que un modelo de desarrollo tiende hacia la sostenibilidad cuando pretende alcanzar un bienestar social generalizado, con la estructura tecno-económica adecuada para este fin, minimizando el consumo de recursos y el impacto sobre el entorno (huella ecológica) y manteniendo la calidad de los ecosistemas del territorio y su biodiversidad (Antequera 2004).

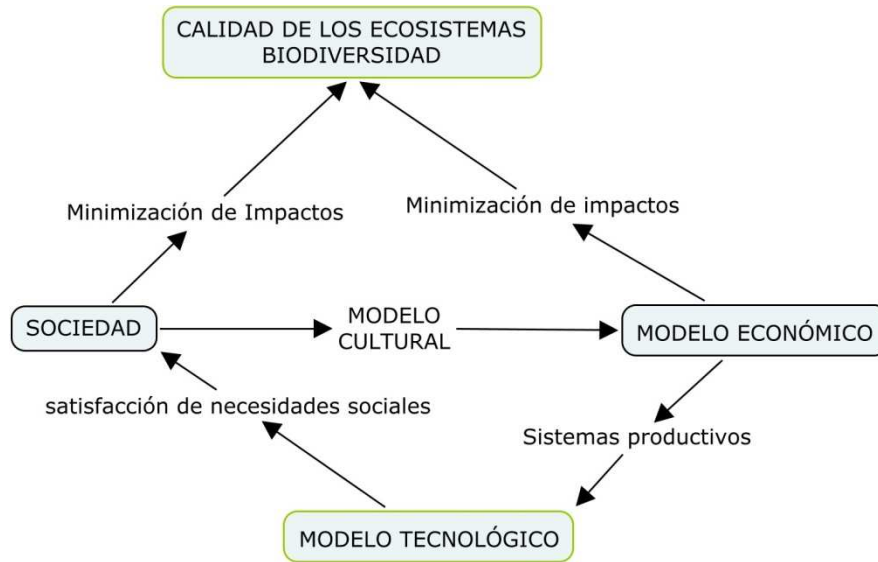


Fig. 1: Esquema de la sostenibilidad a partir de los conceptos explicados.

Elaboración propia.

Como hemos dicho anteriormente, la sostenibilidad requiere de un modelo cultural nuevo en el cual se incremente el “valor moral, social y económico” de los sistemas naturales, del resto de las especies y de los seres humanos. Un nuevo eco-humanismo, ya presente en algunas culturas y grupos sociales, pero ausente, al menos de hecho (aunque se escriba en documentos y se promulgue grandilocuentemente en la cumbres mundiales), de los grandes centros de decisión política y económica.

16. Síntesis conceptual

1. La sostenibilidad es una manera de calificar el proceso de evolución del sistema social y su relación con el entorno, también llamado sistema socioambiental (Gallopín G. 2003).
2. La sostenibilidad define una serie de características del proceso de evolución del sistema socioambiental que deben respetarse para que su evolución se pueda cualificar de sostenible.
3. Concebimos el sistema socio ambiental, desde el punto de vista del sistemismo filosófico (ver Bunge M. 2004 y capítulo 2 punto 5), como un sistema formado por subsistemas. Los subsistemas más generales serían el sistema ambiental, el sistema social y el sistema económico los cuales presentan infinidad de relaciones entre ellos.
4. La sostenibilidad ambiental en general plantea la conservación de los ecosistemas terrestres y sus especies (biodiversidad), el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas, el consumo sostenible de los stocks de recursos renovables, la reducción progresiva en las tasas de consumo

de los recursos no renovables, la eliminación de la contaminación ambiental y el mantenimiento de los sistemas de regulación del equilibrio planetario (ciclos biogeoquímicos).

5. La sostenibilidad social en general plantea la distribución equitativa de la riqueza intra e intergeneracional, y el desarrollo de organizaciones sociales que regulen la explotación de las personas y aseguren que todas las personas mantienen satisfechas sus necesidades sociales como la salud, la educación, la seguridad, la vivienda,...Para ello el cambio cultural es necesario.

6. La sostenibilidad económica en general plantea que la sociedad genere un sistema económico, con su tecnología asociada, que sea respetuoso con los recursos naturales y el entorno, que evite la explotación laboral y genere riqueza en el marco local.

7. Los sistemas institucionales, si su gestión está dirigida hacia la sostenibilidad, deben hacer todo lo necesario para procurar que las tres condiciones anteriores vayan consiguiéndose.

CAPITULO 2

TERRITORIO Y REGIÓN

“Desafortunadamente, tal y como nos recuerdan las sucesivas desintegraciones de civilizaciones, la sustitución de la naturaleza por la ciudad descansaba, en parte, en una ilusión – o, incluso, en una serie de ilusiones – sobre la naturaleza del hombre y de sus instituciones: la ilusión de autosuficiencia e independencia y la ilusión de la posibilidad de una continuidad física sin una renovación consciente.” (Lewis Mumford)

CAPITULO 2

TERRITORIO Y REGIÓN

1. El análisis histórico de la teoría de la región

La teoría sobre la región, el territorio y el desarrollo regional ha sido objeto de numerosas investigaciones desde diversas perspectivas en función de los paradigmas al uso. Según la revisión del tema de Jorge Isauro Rionda (Rionda 2005), que cita a Massiris en la clasificación de las regiones, éstas pueden ser:

Regiones de tipo político administrativo: las regiones se conciben en términos jurisprudenciales a la administración política de una entidad tal como un estado o un municipio.

Regiones territoriales son unidades autónomas que son parte de las regiones de orden político administrativo público y que presentan de alguna forma una unidad territorial definida tal como lo es una isla, o bien una localidad.

Regiones administrativas: son entidades territoriales bajo un orden político administrativo público básico, distinto a un municipio puede tratarse de delegaciones.

Regiones de planificación, plan o programa: son espacios territoriales que funcionan como espacios de decisión, regulación o acción de gobierno.

Regiones internacionales, trasciende los límites político públicos de los países y se sustenta en una coordinación u acuerdo de tipo administrativo de tipo financiero. Comercial, diplomático, cultural, militar, principalmente, lo que conforma bloques bajo acuerdos de tipo internacional.

Regiones competitivas: son aquellas áreas que se conjugan o coordinan bajo proyectos productivos compartidos, del tipo del Plan Puebla Panamá, para con ello propiciar competitividad.

El mismo autor asegura que no fue hasta los años 60 que nace propiamente una ciencia regional, donde se dejan atrás las *regionalizaciones descriptivas del territorio* por una nueva *teoría de relaciones espaciales* donde se dan relaciones causales. Una década después, en los 70, se hacen fuertes críticas a este enfoque dado que no relaciona la concepción de región a sus causas sociales e históricas. Con este enfoque se hace hincapié en los *procesos de acumulación del capital* expresados en el territorio para de ahí tener una nueva visión de lo que se debe entender por región. En los 80 se plantea la necesidad de hablar de aspectos de singularidad de cada lugar, tratando de encontrar “in situ” las propias leyes de comportamiento.

La perspectiva económica también tiene un papel preponderante en el análisis regional, como la *Teoría del lugar central*, de la escuela alemana encabezada por Walter Christaller y August Lösch, (citados en Rionda 2005) quienes formulan la teoría con la finalidad de descubrir las

leyes que explican la fenomenología social y económica que se da sobre el territorio y que interpreta a la *región como un sistema nodal de flujos*, en donde la intensidad de flujos, depende de la magnitud de los nodos y la distancia que guardan entre ellos, la intensidad del flujo es directamente proporcional a la magnitud e inversamente proporcional a la distancia (ésta constituye un freno para los flujos).

Muchos de estos flujos pueden concebirse en relación a un proceso productivo y el territorio organizado como *unidades espaciales especializadas en la específica organización social de un determinado proceso productivo* o de los procesos de generación acumulativa de bienes públicos y activos empresariales.

A modo de síntesis de dicha concepción, José Luis Cividanes (Cividanes, 1999) hace la siguiente definición de sistema productivo local, y por tanto del territorio como variable económica: *unidad localizada de organización social endógena de los procesos de producción-reproducción de bienes públicos y activos empresariales especializados y específicos, articulada por estructuras en red y configurada por la evolutiva trayectoria histórica de asentamientos de un determinado sector industrial.*

De dicho modelo economicista del territorio surgen diversas definiciones de área regional:

Hinterland: El área adyacente a un “trade center” (nodo urbano-centro de negocios) extendida e incluyendo a sus satélites, con actividades económica y culturales muy enfocadas hacia el centro primario. Se lee como el área o región dependiente (detrás de) generalmente, de una costa, de un puerto o de un río...en términos económicos el área que depende de este puerto...se denomina Hinterland al territorio que se comunica con un puerto importante que le sirve como vía comercial.

El hinterland es un territorio o área de influencia. Específicamente, según la doctrina del hinterland, este concepto se aplica a la región interna situada tras un puerto, donde se recogen las exportaciones y a través de la cual se distribuyen las importaciones. En un sentido más amplio al anterior, el término se refiere a la esfera de influencia de un asentamiento. Es el área para el cual el asentamiento central se constituye en un nexo comercial (Guzmán Loezar F. 2002).

Foreland: En contraste con el hinterland, el foreland se refiere a la zona comprendida desde el puerto hacia el exterior, y está definida por las vías de comunicación generadas por los tráficos marítimos vigentes y potenciales, incluyendo sus conexiones o puertos de transbordo. Para el

Hinterland su potencia estará vinculada al foreland del puerto en cuestión, es decir, podemos concluir que el hinterland y el foreland se retroalimentan mutuamente, tanto para sus respectivos desarrollos como para su decadencia (Camprubí E.G. 2008).

Umlands: El área contigua a un trade center extendida e incluyendo sus suburbios o urblets (barrios periféricos) cuyas plenas economías y actividades culturales crean un todo con las del núcleo central (Van Cleef E. 1941).

Estas concepciones de conjunto de nodos productivos y áreas de influencia también se pueden contemplar cuando hablamos de un pueblo o una ciudad que no son entidades aisladas. Están inextricablemente ligadas a su entorno para operar como una unificada región funcional. La ciudad está influenciada por su entorno y a su vez afecta a la zona de los alrededores. El tamaño del pueblo o ciudad dependen de la naturaleza y función de la zona que lo rodea, mientras que la economía de la ciudad, a su vez, determina las actividades de las áreas circundantes.

La manifestación de esta relación ciudad-región se encuentra implícita en la estructura hexagonal de las áreas de servicio. Esta relación entre la ciudad y sus alrededores se desarrolla en las ciudades al extender sus servicios a las áreas rurales circundantes, esto permite a la población trabajadora de la ciudad vivir más allá de los límites de la ciudad y realizar los viajes al trabajo diario. Por lo tanto, la ciudad y el campo son económicamente interdependientes y cada ciudad ejerce cierta influencia sobre el área que lo rodea. Pero la influencia disminuye hacia fuera de la ciudad, es decir, dependiendo de la forma del núcleo de la zona (Rathold H.B. 2009).

Esta concepción de área de influencia dará lugar al concepto de **área metropolitana** que surge en EEUU, en 1950 analizando la organización de una ciudad central de más de 200.000 habitantes sin estar incluida en el radio de influencia de otra población, y se la considera como todo el territorio adyacente a unos 16 Km (10 millas) con una densidad mínima de 150 habitantes por metro cuadrado. Se basa en la relación entre lugar de residencia y lugar de trabajo entendiéndola como la zona geográfica, funcional y de influencia de un centro (de Esteban Alonso A. 1981).

Un concepto similar es el de **City-región** o **ciudad región** que se ha concebido desde 1950 por urbanistas, economistas y planificadores urbanos para significar no sólo el área administrativa de una ciudad reconocible como conurbación, sino también su hinterland que abarca un territorio mayor. También se usa para su delimitación las trayectorias comunes de

desplazamiento por movilidad obligada de las personas que viven en los núcleos rurales adyacentes a la ciudad central.

Fijándose en los lazos de comunicación un territorio determinado puede dividirse en **Áreas de cohesión**. Este concepto surge del análisis regional desde una perspectiva de relacionar la movilidad y la ocupación laboral. El modelo de cohesión está concebido desde su inicio como un método de análisis que permite aproximarnos a la delimitación de áreas funcionales urbanas y, en algunos casos, permite acercarnos a la delimitación de la ciudad real por encima de la administrativa. Según el grupo de Análisis y Planificación territorial y ambiental de la Universidad de Girona, el concepto de cohesión se basa en el valor relativo de los flujos de movilidad entre los diversos municipios considerando la población ocupada residente (POR) y los puestos de trabajo localizados (LTL) en cada uno de ellos. La cohesión se establece a partir de un valor umbral por debajo del cual quedan obviados los vínculos. El valor inicial mínimo que se tomó como umbral para establecer una relación de cohesión fue del 15%. Es decir, un área de cohesión se forma si al menos el 15% de la población activa de un municipio se desplaza a otro o si, al menos un 15% de los puestos de trabajo de un municipio están ocupados por activos residentes en otro. La determinación del valor umbral es muy significativa, ya que de ello depende el número y la extensión de las áreas de cohesión generadas. Aunque el valor inicialmente no se definió a través de un criterio analítico, sino por su utilización en estudios análogos, así se pudo permitir la comparación de los resultados obtenidos con este criterio en diferentes territorios (Castañer M. 2009).

Con el proceso globalizador y el crecimiento de los asentamientos urbanos que agrupan a millones de personas en ciudades regiones, los últimos estudios de Habitat (Habitat 2010) sobre asentamientos humanos, indican que las nuevas configuraciones urbanas están tomando diversas topologías territoriales, que se pueden sintetizar en tres tipos: megaregiones, corredores urbanos y regiones urbanas.

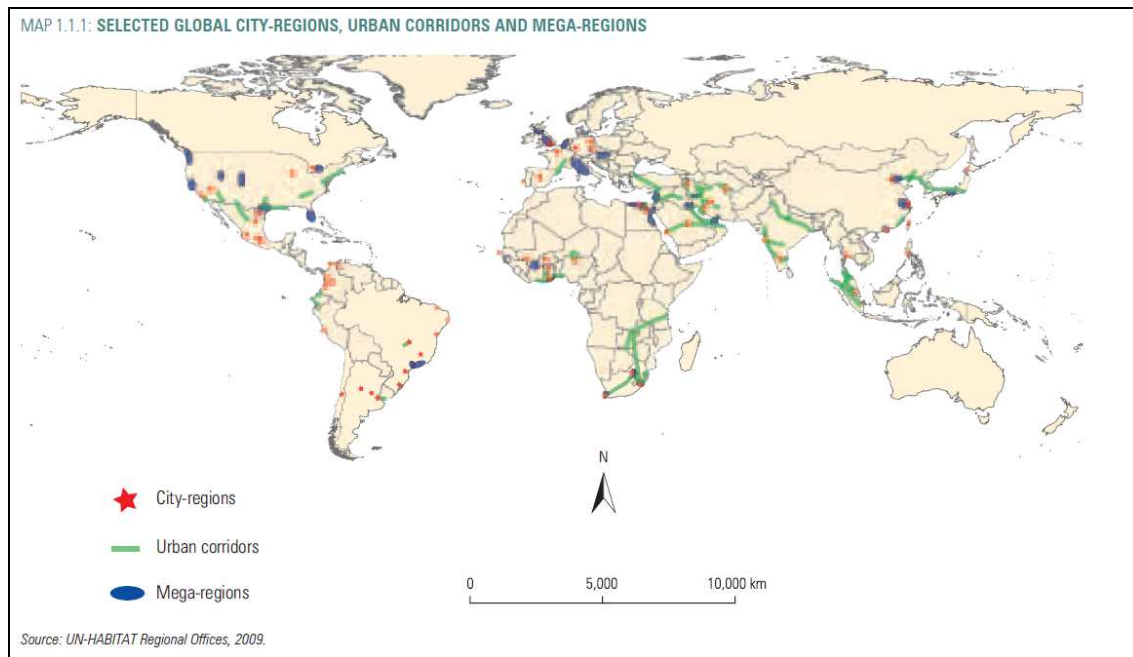


Fig. 1. Ubicación mundial de megaregiones, corredores urbanos y regiones urbanas.

Hábitat 2010.

Las megaregiones son unidades naturales económicas que resultan del crecimiento y de la convergencia y del desarrollo espacial asociado a áreas metropolitanas y a otras aglomeraciones. Se constituyen como agrupaciones policéntricas urbanas rodeadas por conexiones territoriales de baja densidad y que crecen mucho más deprisa que el crecimiento de la población en las que se hallan localizadas. Estas megaregiones pueden contener 120 millones de personas en el caso de la megaregión de Hong Kong-Shenzen-Guangzhou, o 60 millones en el caso de Nagoya-Tokio-Osaka-Kyoto-Kobe o 43 en el caso de Sao Paulo-Rio de Janeiro. Algunas investigaciones muestran que las 40 megaregiones más grandes del mundo acumulan más del 18% de la población del mundo y un 66% de la actividad económica global.

Los corredores urbanos se caracterizan por sistemas lineales de espacios urbanos relacionados mediante redes de transporte. Estas conexiones mejoran la conectividad entre las ciudades y crean nuevas formas de interdependencia.

Las regiones urbanas que se estructuran entorno a ciudades estratégicas que extienden su influencia en el entorno regional. Hábitat considera en este apartado a grandes ciudades que conforman grandes conurbaciones.

También puede considerarse desde este punto de vista la intermediación de un núcleo urbano de tamaño medio que ejerce influencia sobre una región determinada y sus núcleos rurales

presentes, denominándose **ciudades intermedias**¹ y su análisis que ha desarrollado en profundidad Josep M^a Llop en la Càtedra UNESCO de Ciudades Intermedias de la Universidad de Lleida en las que tras años de trabajo han definido el papel de las ciudades intermedias juegan en su territorio, a escala local/regional (Bellet C. y Llop J.M., 2000):

- **Centros de interacción social, económica y cultural.** Son “el corazón económico de amplias áreas rurales en las ciudades del Tercer Mundo”.
- **Centros servidores de bienes y servicios**, más o menos especializados, para la población del mismo municipio y de otros municipios (asentamientos urbanos y rurales), más o menos cercanos, sobre los que ejerce cierta influencia, su *hinterland*.
- **Centros ligados a redes de infraestructuras** que conectan las redes locales, regionales y nacionales e incluso, algunas, con fácil acceso a las internacionales (como en el caso de las ciudades medias de las periferias metropolitanas). Son nodos que articulan flujos, puntos de referencia y de acceso a otros niveles de la red.
- **Centros que suelen alojar niveles de la administración de gobierno local y regional** a través de los cuales se canalizan las demandas y necesidades de amplias capas de la población. La descentralización administrativa y gubernamental a estos niveles, a estas escalas, lleva consigo una mejor comprensión del medio sobre el cual desarrollar proyectos y medidas más acordes con la realidad y necesidades del propio medio.

Estas diferentes perspectivas nos llevan a concebir y a entender que el concepto región no se puede construir con base a una sola delimitación, ni tampoco es un concepto inmutable, inamovible, sino que todo lo contrario se trata de un concepto con carácter y origen histórico y además intencional y subjetivo.

2. El concepto de Bioregión

Desde una visión más generalista y asumiendo la perspectiva de la sostenibilidad en su concepción más naturalista, surge en los años 70 el concepto de **Bioregión** (Berg P. 1997), en la costa oeste americana, con Peter Berg como principal ideólogo, y entendida ésta como unidad estructuradora de planificación territorial, aportando una lectura de la región desde una perspectiva ecológica y humanista.

¹ Las ciudades intermedias albergan la mayoría de la población urbana mundial, más de 1.300 millones de personas viven en ellas (Bellet C. y Llop J.M., 2000).

La bioregión es aquel territorio que conforma un espacio con características naturales, geográficas e históricas comunes, y que potencia sus valores identitarios². Las bioregiones son una experiencia social y natural, y son conciencia que surge de relacionarse a través del tiempo con el terreno y el paisaje en particular. En tanto, que mucha de la conciencia humana es atraída hacia un mundo global cada vez más abstracto, la visión biorregional busca enmendar la tela destrozada de la vida, volver a tejer la red de las relaciones entre la gente y el lugar (Guimaraes R. P 2001).

El centro de la experiencia humana, históricamente y en la visión biorregional, es la relación de las comunidades humanas con su matriz de naturaleza local y regional. Las bioregiones reúnen a la naturaleza y a la sociedad dentro del contexto de lugares específicos. El enfoque biorregional regresa a un sentido que conforma mucha de la experiencia humana, y que se oscureció recientemente, en la era industrial. El biorregionalismo pretende lograr un equilibrio en que los seres humanos dejen espacio a otras especies y armonicen sus actividades dentro de los ecosistemas naturales.

Las bioregiones abarcan diversas áreas culturales, tierra natal, biodiversidad, cánones espirituales e ideológicos, revelan prácticas económicas, territorios de la mente, historias únicas del lugar y partes geográficamente separadas de la tierra. Se puede suponer que una biorregión es una región en cuya estructura sistémica hay un elemento de carácter ecológico que sobredetermina o que condiciona la naturaleza y el funcionamiento regional, por ejemplo, determina la flora, la fauna, el modo de producción, las relaciones sociales, los bienes y servicios producidos y la forma de inserción externa de la región, incluso su cultura.

Guimaraes en su artículo sintetiza el concepto de bioregión, desde la visión del Instituto de Recursos Mundiales (WRI), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, como: *“un territorio de agua y suelo cuyos límites son definidos por los límites geográficos de comunidades humanas y sistemas ecológicos. Tal área debe ser suficientemente amplia para mantener la integridad de las comunidades biológicas, hábitats y ecosistemas de la región; sostener procesos ecológicos esenciales, tales como los ciclos de nutrientes y residuos, migración y flujos; satisfacer los requerimientos de territorio para especies claves; e incluir las comunidades humanas en el*

² Bioregion: “Espacio de vida delimitado por “límites blandos” y que se caracteriza por la similitud que presentan flora y fauna, clima y geología. (Congreso Bioregional Isla de la Tortuga, EEUU). “Una bioregión puede ser determinada inicialmente a partir de la climatología, la fisiografía, la geografía de los animales y las plantas, la historia natural y otras ciencias naturales descriptivas. Pero quien mejor describe los límites definitivos de una bioregión son las mismas personas que han vivido, a través del reconocimiento humano de las realidades de vivir-en-el-sitio” (Berg P. 1997)

manejo, uso y comprensión de los recursos biológicos. Debe ser suficientemente pequeña para que los residentes locales la consideren su hogar”.

Hermilio Salas (Salas H., 2008) en su libro *Arquitectura y Desarrollo Sustentable* destaca cuatro aspectos básicos de las bioregiones extraídos de teóricos del tema como Doug Aberley:

1. Definición de bioregiones biológica y culturalmente que ofrecen la escala espacial más conveniente, dentro de la cual hay una gran variedad de formas de gobernabilidad humana y desarrollo.
2. El desarrollo económico dentro de una bioregión debería ser responsable y democrático del control local, debería ser el fomento de una calidad de vida alta y debería ser juzgado en su habilidad de conseguir una gran justicia social.
3. El desarrollo económico dentro de una bioregión debería ser localmente normado, con el uso apropiado de la tecnología, enfocado a una autoconfianza, con limitados valores excedentes para la exportación de manufactura, y debería expandirse solamente a la extensión de los ecosistemas existentes, que puedan sustentablemente soportar la explotación.
4. La interdependencia política y económica de las bioregiones, debería ser institucionalizada como Estado/Provincia federal, continental y niveles globales a través de la federación.

Dichos principios apoyan el concepto de la región como un sistema autónomo que se abastece de sus propios recursos, con un sistema productivo propio y proporciona un bienestar generalizado a la población a la vez que dispone de altos niveles de autogobierno.

La extensión de la visión bioregional del territorio nos puede llevar a considerar bioregiones de diversas dimensiones y a veces superando los límites administrativos socialmente establecidos. Entendemos que el concepto es útil para contemplar las interrelaciones entre el territorio y la sociedad como procesos históricos de adaptación y transformación, pero también los límites administrativos son aspectos esenciales para posibilitar planes de gestión y obtención de datos.

3. La huella ecológica como método de análisis del metabolismo regional

El concepto de huella ecológica nos aporta una manera de analizar la sostenibilidad de la región desde el metabolismo regional y analiza de manera cuantitativa la apropiación de ésta de los recursos planetarios. La huella ecológica se define como la cantidad de territorio apropiada por las comunidades humanas (ciudades, regiones, estados) para mantener su grado de desarrollo y la satisfacción de sus necesidades de producción de bienes y servicios, así como la absorción de sus residuos (Wackernagel M. & Rees 1996). En un informe publicado especialmente para la Cumbre de Johannesburgo, sobre el Desarrollo Sostenible, por el WWF (World Wide Fund for

Nature, 2002), se muestran las diferencias en la apropiación de recursos per cápita de los habitantes de países desarrollados frente a los habitantes de los países en desarrollo, siendo los Emiratos Árabes, seguidos por EEUU los que presentan huellas ecológicas de más de 10 hectáreas por persona, a la cabeza de la clasificación, en comparación con Mozambique, Burundi o Bangla Desh que presentan huellas de menos de una hectárea por habitante en la cola de la lista³.

El concepto de la huella ecológica se mide en unidades territoriales (hectáreas) por habitante, y se convierte en un planteamiento modificado del concepto ecológico conocido como capacidad de carga de un territorio⁴, referido éste a las limitaciones de un espacio natural concreto para mantener a una organización biológica determinada. Si este espacio de sustentación lo consideramos como el planeta en su totalidad, según los autores, nos corresponden a cada ser humano de 1,7 a 2,1 Ha de tierra fértil per cápita, y todo lo que supere esta cantidad es espacio que nos apropiamos de más. Esta contabilidad del desarrollo evidencia la apropiación de recursos por parte de los países desarrollados. Los autores afirman que si todos los humanos conseguimos un nivel de desarrollo como el occidental harían falta de tres a cinco planetas para hacer frente a este nivel de consumo y cada vez las sociedades ser vuelven más consumistas conforme van alcanzando un mayor nivel de desarrollo.

El concepto de huella ecológica aunque es difícil de calcular a nivel regional, nos permite conceptualmente establecer cuáles son las directrices a seguir para un modelo de desarrollo regional sostenible, o sea que la región debe adaptar su grado de asimilación de recursos a su capacidad de producción regional si quiere mantener un equilibrio entre consumo y producción y dicha producción debe atender a la renovabilidad de dichos recursos como hemos visto en el capítulo anterior. En este marco de organización regional promover la sostenibilidad de los artefactos urbanos es una de las prioridades que la región debe plantearse.

³ Este informe calcula la huella ecológica para cada país, teniendo en cuenta que solo una cuarta parte del planeta es terreno productivo (las otras tres partes son desiertos, hielos, océanos,...). Esta parte correspondía a una media de 1,9 Ha por persona en el año 1999. En dicho año ya se ha superado la capacidad productiva en un 20%, correspondiendo la huella media a una cantidad de 2,3 Ha. por persona.

⁴ La capacidad de carga es definida tradicionalmente como el máximo de población de una especie que puede ser sustentada indefinidamente en un hábitat dado. (Wackernagle & Rees 1997).

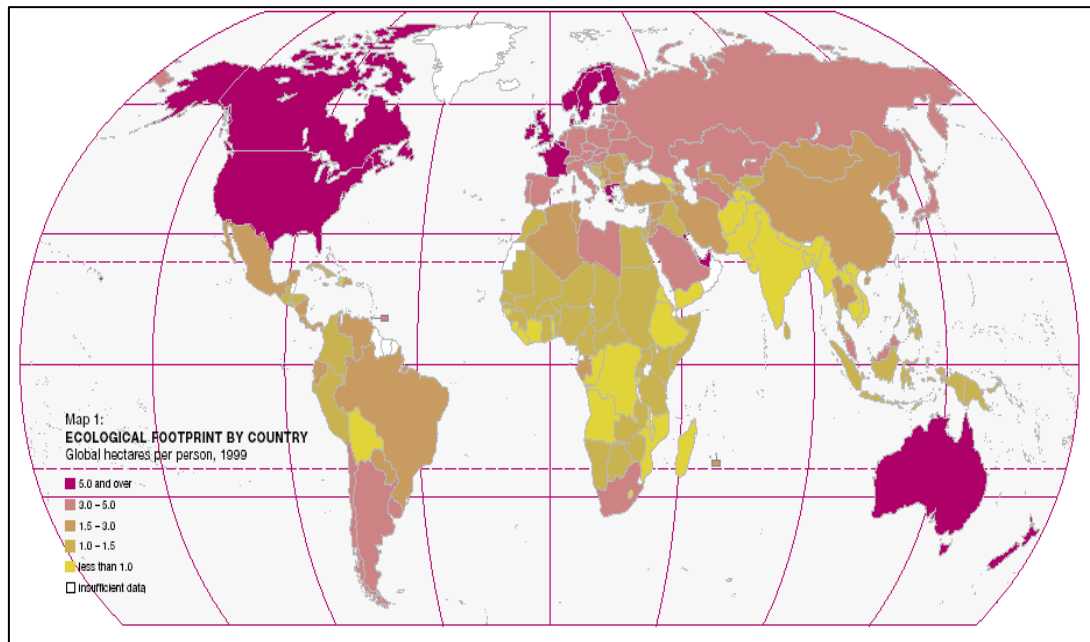


Fig. 2. La huella ecológica por países.

Vemos la diferencia en la apropiación de los recursos por parte de los países industrializados.

World Wide Fund for Nature. 2002 .

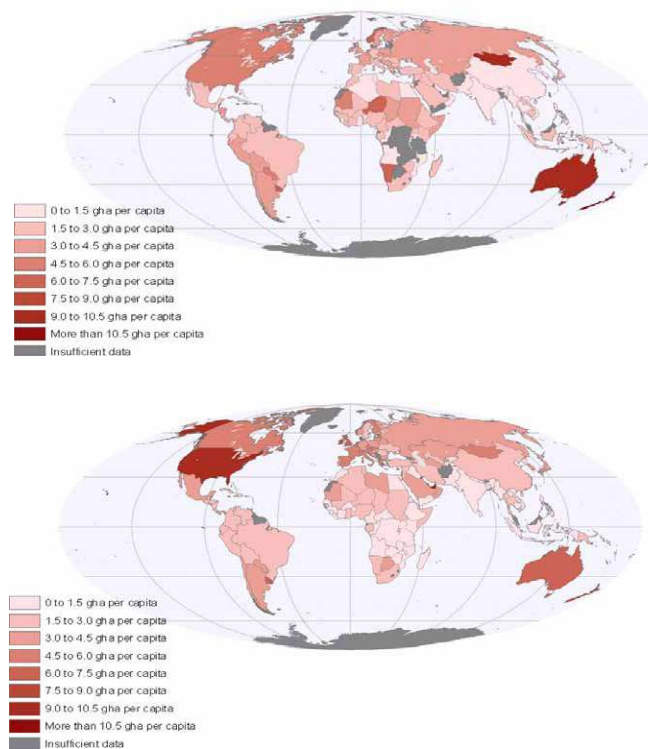


Fig. 3. Evolución de la huella ecológica per cápita por regiones y países en el año 1961 y en el

2006. Vemos las variaciones experimentadas entre ellos.

Global Footprint Network 2009.

4. La huella hidrológica.

Así como hemos visto que la huella ecológica requiere un proceso de cálculo complejo para su evaluación, un elemento que nos puede ayudar a enfocar la sostenibilidad regional es la huella hidrológica, conformada en función de la **cuenca hidrográfica** en la que se halla ubicada la región.

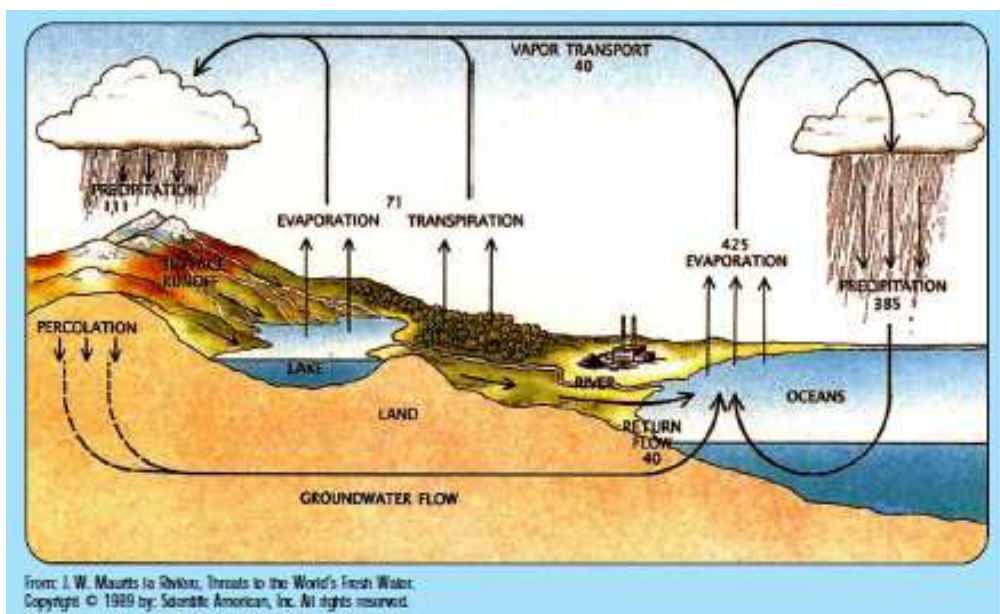


Fig. 4. Esquema de cuenca hidrográfica y de ciclo hidrológico.

GAC-1993.

Su relación con dicho ecosistema será clave para el análisis de la sostenibilidad de la región.

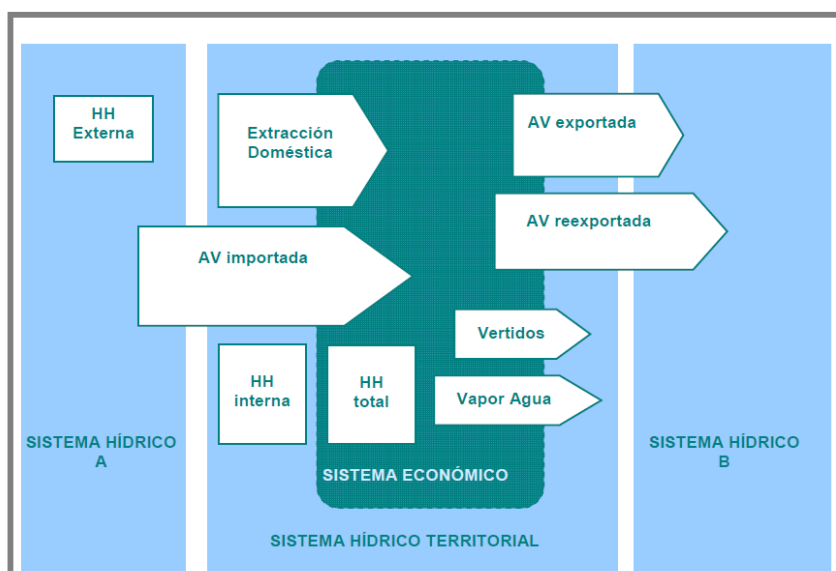


Fig. 5. Esquema de metabolismo hídrico.

Madrid C. y Velázquez E. 2008.

La actividad de los núcleos urbanos y de la región respecto a la adquisición de recursos hídricos tanto para el consumo humano, como por las actividades económicas y sociales es otro elemento de referencia clave para la planificación del crecimiento urbano. A la vez los impactos que generan los vertidos líquidos de los sistemas urbanos y económicos, y sus tratamientos, sobre dicha cuenca determinarán su calidad y la sostenibilidad en el tiempo de su utilización. Algunos autores han analizado los conceptos de Metabolismo Hídrico, Agua Contenida y Huella Hídrica (Madrid C y Velázquez E, 2008) .

Definen al Metabolismo Hídrico como aquel proceso que recoge los flujos de agua de una sociedad-economía en dos dimensiones: (1) flujos internos, referido a los flujos que tienen lugar entre una economía y el sistema hídrico del territorio donde ésta se aloja y (2) flujos con el exterior, entendiendo por éstos los flujos desde (importación) y hacia (exportación) otros sistemas hídricos.

El concepto de Agua Contenida da lugar al concepto Agua Virtual (AV). A pesar de los esfuerzos iniciales por cuantificarlo, el concepto se consolida como una metáfora cualitativa: La cantidad de agua consumida en el proceso de elaboración de un producto es llamada el Agua Virtual asociada al producto o servicio. El concepto de AV adquiere toda su relevancia cuando se asocia al comercio y es tan antiguo como el propio comercio de bienes. De esta forma, podemos entender por comercio de AV la relocalización virtual del agua asociada a los productos que se intercambian. Encuadrado en este comercio, existe un flujo de agua virtual desde los países o regiones exportadoras hacia los países o regiones importadoras.

La idea de huella hidrológica surge a partir del concepto de agua virtual. Roberto Rodríguez Casado (Rodríguez Casado R. 2008) nos aproxima al concepto de huella hidrológica, la cual se puede referir a la de un individuo, de un grupo de personas o de un país y se define como el total de agua usada para producir los bienes y servicios consumidos por el individuo, por ese grupo de personas o por el país. Se suele expresar en volumen de agua usado por año. Dado que no todos los bienes consumidos en un país son producidos en su territorio, la huella hidrológica se compone de dos partes: huella hidrológica interna, que se refiere al volumen de agua del país usada para producir los bienes y servicios consumidos por sus residentes; y la huella hidrológica externa, que equivale al volumen de agua usada en otros países para producir los bienes y servicios importados y consumidos por los residentes en el país de referencia.

Los factores más determinantes en la huella hidrológica de un país son: el volumen de bienes y servicios consumidos, las costumbres en la alimentación y la dieta, el clima y las prácticas agrícolas.

Uno de los aspectos más relevantes de la huella hidrológica es que permite diferenciar el agua consumida según su procedencia, distinguiendo entre huella hidrológica azul y huella hidrológica verde. Se denomina agua azul al agua procedente de ríos, lagos y acuíferos y agua verde a la procedente de las precipitaciones que queda retenida en el suelo. Esta distinción es importante ya que poseen diferentes características en cuanto a coste de oportunidad e impacto hidrológico y medioambiental, como también son diferentes las políticas que administran y gestionan cada una de ellas.

La huella hídrica podría ser otro de los elementos que impusieran criterios a la planificación urbana y regional, o sea el resultado del balance hídrico entre los caudales de entrada y los caudales de salida. Los metros cúbicos anuales de agua usados por la población y las actividades primarias, industriales y de servicios que suponen la salida del sistema hídrico hacia el sistema social, las aportaciones de agua por los procesos atmosféricos como la precipitación y su acumulación en el subsuelo, en forma de acuíferos subterráneos y en forma de caudales fluviales y lagos, suponen las entradas al sistema. La relación entre este balance de entrada y salida genera la huella hídrica de la región.

El grado de contaminación de los vertidos devueltos a la cuenca y su caudal nos darían información de la calidad de las reservas y de su posibilidad de uso en el futuro. Si la contaminación de los vertidos desechados es mayor que la capacidad de regeneración de la cuenca, el futuro uso de dicho capital hídrico se vería comprometido por la falta de calidad del mismo.

5. Una visión de la región como sistema

Creemos que las definiciones anteriores aplican puntos de vista parciales para el análisis regional, el surgimiento de la teoría de sistemas incorporada al análisis regional permitió integrar de una manera generalizada las variables y procesos que definen la región y sus interacciones desde una perspectiva más generalista e integral. Para introducir esta teoría que han desarrollado numerosos autores desde el año 1938, que fue presentada por Bertalanffy (Bertalanffy L.V. at all, 1978), nos quedaremos con la conceptualización de la realidad que hace el sistemismo filosófico de Mario Bunge (Bunge M. 1999):

Un **sistema** es un objeto complejo cada una de cuyas partes o componentes está conectada con otras partes del mismo objeto de tal manera que la totalidad posee algunas características que le faltan a sus componentes (propiedades emergentes). Un sistema puede ser conceptual o concreto, pero no ambos.

Un **sistema conceptual** es un sistema compuesto de conceptos unidos por relaciones lógicas o matemáticas (clasificaciones o teorías).

Un **sistema concreto o material** está compuesto por cosas concretas unidas por ligas no conceptuales, como lazos físicos, químicos, biológicos, económicos, políticos o culturales.

A los sistemas concretos que representan otros objetos como lenguas, textos y diagramas se les puede llamar **sistemas simbólicos o semióticos**.

Un **sistema concreto** se caracteriza por su composición, su ambiente y su estructura u organización. Ésta última es la colección de relaciones entre las partes del sistema así como entre éstas y objetos del ambiente. La primera constituye la estructura interna del sistema y la segunda la externa.

Un **sistema social** es un sistema compuesto de animales gregarios. Puede definirse como un sistema compuesto de por al menos dos animales de la misma especie que interactúan de una manera no física, ni química ni biológica.

Un **sistema social humano** es un sistema constituido por personas y sus artefactos. Este sistema se mantiene unido por sentimientos, creencias, normas morales y acciones sociales. Todas esas acciones son relaciones sociales dinámicas, relaciones porque involucran a más de un individuo y dinámica en cuanto se llevan a cabo al paso del tiempo, afectan a aquellos que tienen que ver con ellas y varían en intensidad.

Toda sociedad humana por primitiva que sea está compuesta de **cuatro subsistemas**, el sistema biológico o de parentesco, y los sistemas económicos, políticos y culturales.

Un **fenómeno** es una apariencia perceptual para alguien, aunque se usa casi siempre como sinónimo de hecho incorrectamente.

Según el realismo científico, la realidad es el conjunto de todas las cosas concretas y las ideas, lejos de existir por sí mismas, son procesos que ocurren en la mente de algunos animales. Las ideas tienen un impacto en el comportamiento social en el momento que guían acciones. No solo las ideas verdaderas sino las falsas pueden tener efectos sociales. Por ello el realismo científico se interesa no sólo en los hechos sino en la manera en que los percibimos. Todo fenómeno social se puede considerar bajo dos aspectos como es en realidad (objetivo) y cómo

se presenta ante la mente de este o aquel ser humano (subjetivo). La mayoría de los científicos sociales admiten los hechos sociales. El materialismo emergentista que defiende Bunge propone que los hechos sociales son suprabiológicos (suprapsicológicos) aunque involucran procesos biológicos. Todo hecho social implica uno natural pero no a la inversa.

El sistemismo concibe el **hecho social** como un estado o un cambio de estado de un sistema social; no existen hechos sociales por encima o fuera de los sistemas sociales. Los hechos sociales ocurren en el curso de las interacciones sociales que contribuyen a la construcción, conservación o alteración de un sistema social.

Categorías de hechos sociales según Bunge:

Ambientales en origen; hambrunas, migraciones, cambios políticos provocados por la erosión de la tierra, sequías,...

Biológicos en origen.; como la sobrepoblación por una tasa alta de natalidad...

Económicos en origen.; como la expansión de la agricultura o la industria...

Políticos en origen.; como un cambio de gobierno, aceptación de legislaciones nuevas...

Culturales en origen.; invención de la escritura, de artefactos nuevos, descubrimientos científicos, o ideas filosóficas.

Basado en este marco conceptual Bunge (Bunge M. 2000) define un sistema **s** como un ente compuesto por cuatro elementos básicos (**modelo CESM**):

C (s) = Composición: la colección de todas las partes de **s**.

E (s) = Entorno: la colección de elementos no pertenecientes a **s** que actúan sobre los componentes de **s** o sobre los que algunos o todos los componentes de **s** actúan.

S (s) = Estructura: la colección de relaciones, en particular vínculos entre los componentes de **s**, o entre estos y elementos del entorno **E (s)**.

M (s) = Mecanismo: la colección de procesos de **s** que lo hacen comportarse del peculiar modo en que lo hace.

$$N(s) = \{C(s), E(s), S(s), M(s)\}$$

Rolando García otro teórico de la Teoría de Sistemas, centra la visión del sistema en las relaciones entre sus partes y lo define como a un conjunto de objetos en continua interacción (García R. 2006).

Cuando se analiza un sistema compuesto de **subsistemas** las relaciones que entran en juego son las que vinculan los subsistemas entre sí, y no las relaciones internas de cada subsistema. Aunque las primeras dependen de las segundas, en el comportamiento de un subsistema dentro de un sistema, pueden entrar en juego unas pocas relaciones determinantes que en cierta manera integran toda la complejidad de las relaciones internas dentro de ese subsistema.

El sistema tiene una **estructura** determinada por el conjunto de relaciones entre los elementos y no por los elementos mismos.

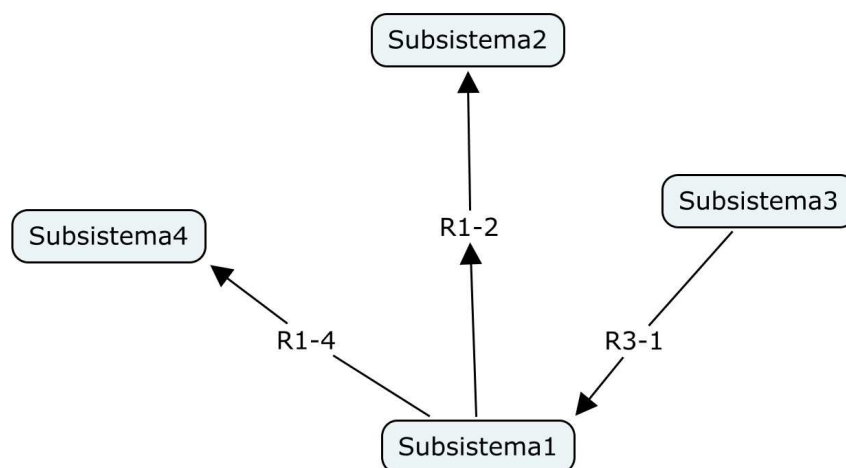


Fig. 6. Esquema de relaciones entre subsistemas.

Elaboración propia.

Las relaciones que caracterizan la estructura constituyen vínculos dinámicos que fluctúan de manera permanente y eventualmente, se modifican de forma sustancial dando lugar a una nueva estructura.

Tomando la perspectiva sistémica y aplicándola a la región, el Catedrático de Geografía Javier Gómez Piñeiro (Gómez Piñeiro J., 1999 y 2001) define el territorio y su análisis. Según el autor, el territorio se subdivide en espacios regionales constituidos por múltiples elementos que se interrelacionan, dando lugar a unas estructuras en continuo proceso de transformación y en las que actúan diversos agentes sociales, lo que obliga a tener una visión integrada en la cual los componentes económicos, ecológicos, culturales, históricos, políticos y sociales, con sus

correspondientes interrelaciones, interdependencias, interconexiones e interacciones, adquieren especial relevancia para explicar e interpretar la organización de los territorios y sus cambios. Y por ello define los siguientes términos:

Territorio: Un sistema, ubicado en una porción del espacio geográfico, con unos límites precisos, y con el que se identifica, y considera propio, un grupo social, una sociedad determinada con sus correspondientes organizaciones. El producto de una serie de flujos, nudos, redes proyectados por los grupos sociales, dando lugar a lo que podemos denominar como un Sistema Territorial.

El sistema territorial: Conjunto de todos los elementos, con sus características, y de los procesos, naturales y artificiales, existentes en un territorio concreto.

Los sistemas territoriales, referidos a unidades diversas, se subdividen en varios subsistemas:

Medio físico, demográfico, asentamientos, producción, conexiones y jurídico-institucional, junto con otros subsistemas menores en diferentes niveles de estructuración y funcionamiento. Si se considera necesario, se prestará atención a las unidades regionales, comarcales, áreas funcionales, sitios, parajes y lugares

Las estructuras territoriales: El sistema de asentamientos y sus interrelaciones, señalando la jerarquía y las conexiones entre los distintos elementos del sistema territorial.

El modelo territorial, es la expresión simplificada del sistema constituido por las características naturales, los procesos económicos, sociales, culturales, políticos y ambientales, y sus repercusiones económicas.

El diagnóstico territorial nos llevará a la interpretación de dicho modelo, teniendo en cuenta su pasado y previsible evolución, expresada en términos de problemas y oportunidades actuales o potenciales.

La planificación territorial supone la definición de los objetivos a conseguir y las propuestas para alcanzarlos. Toda planificación conlleva la modificación de la realidad y de su evolución según las determinaciones tomadas. La gestión territorial es la aplicación a la realidad de las citadas propuestas

El análisis territorial de una región nos facilita información, nos ayuda a llegar a la interpretación y nos facilita un diagnóstico territorial. Por otra parte, se orienta a comprender el modelo territorial. Según Piñero dicho análisis puede adoptar diversas dimensiones que en la realidad están interrelacionadas:

El análisis de la funcionalidad nos permite conocer **la posición**, en sentido absoluto y relativo, de los distintos elementos entre sí y en relación a los de otros sistemas, así como la contribución de cada uno al conjunto de la funcionalidad del sistema que estemos estudiando. No hay que olvidar que la posición es fundamental para conocer el contexto de cada sistema regional y las posibles jerarquizaciones y relaciones que se han ido produciendo a lo largo del tiempo.

El análisis del proceso tiene por objeto explicar los mecanismos que rigen la **evolución** del sistema regional, tanto los internos como los externos que hayan podido afectarle, con la identificación de los factores y agentes sociales responsables, lo que además de conocer el pasado y el presente del sistema, nos permite trabajar de cara al futuro con estudios prospectivos.

El análisis de la estructura nos lleva al conocimiento y comprensión de **las relaciones** existentes en virtud de la trama desarrollada, la cual se deriva de la posición de los elementos en el conjunto del sistema regional. A partir de estas estructuras, con sus elementos y relaciones, se puede comarcalizar, establecer áreas funcionales, o lo que consideremos más acertado, un sistema de redes nodales, cuyos centros o nudos supongan unos elementos de fijación, desarrollo y transformación del territorio, de acuerdo con el modelo territorial elegido para nuestro espacio regional, en línea con lo indicado en los apartados anteriores.

En cuanto al **análisis de las formas**, hay que tener en cuenta que éstas reflejan físicamente en el territorio las **relaciones estructurales** que sustentan la funcionalidad del sistema desarrollado y el efecto de las vicisitudes de los procesos, del paso del tiempo, en la región, con diversos factores y agentes interrelacionados e interdependientes.

Analizar el territorio regional desde la funcionalidad de sus elementos, desde la evolución de sus procesos en función de las diversas escalas combinados formando estructuras nos obliga a realizar un estudio sobre las relaciones entre estas dimensiones: **“elemento-estructura-propiedad-forma”**.

Desde la teoría de sistema, base conceptual, en la que Piñero hace su análisis territorial podemos concebir la relación entre “estructura-elementos-propiedades” de la manera que define Rolando García:

“Un gran número de propiedades de un sistema quedan determinadas por su estructura y no por sus elementos. Claro está que las propiedades de los elementos determinan las relaciones entre ellos y, por consiguiente, la estructura. Pero las propiedades de los elementos y las propiedades de la estructura corresponden a dos niveles de análisis distintos... En efecto son las propiedades estructurales del sistema quienes determinan su estabilidad o inestabilidad con respecto a cierto tipo de perturbaciones. La inestabilidad está, a su vez asociada a los procesos de desestructuración y reestructuración del sistema. Son estos procesos y no la estructura en sí misma, quienes constituyen el objetivo fundamental del análisis. Se trata, pues, de un estudio de la dinámica del sistema y no del estudio de un estado en un momento dado” (García. R., 2006).

Entendemos a partir de estas afirmaciones de Rolando García, que la relación entre los elementos del sistema genera la estructura, cuyas propiedades y formación depende de las características de estos elementos y se forman a partir de las relaciones entre ellos, y estas relaciones en el tiempo generan las dinámicas del sistema en evolución y los procesos de estructuración o desestructuración del sistema regional. Pero como hemos apuntado antes el sistema regional no se halla aislado y más aun en un mundo globalizado por ello deberemos entender que además de las relaciones endógenas que conforman la estructura y sus dinámicas históricas, existe una relación entre el sistema regional y el entorno cercano y global.

6. La región como parte de un sistema jerárquico

Para atender a estas relaciones entre sistemas globales y locales muchos autores han utilizado el concepto de **sistemas jerárquicos y estructuras jerárquicas** (Law Whyte L at all, 1973). Las jerarquías se han usado como herramienta para entender los sistemas complejos como las regiones. Según Gilberto Gallopin (Gallopin G. 1991) que ha trabajado este concepto aplicado a los problemas del cambio global, los sistemas jerárquicos son conjuntos (S) compuestos por componentes identificables o subsistemas y una relación (R) entre éstos, y donde los componentes en sí mismos son también conjuntos de componentes interrelacionados. Un orden jerárquico se refiere a un complejo de sucesivos conjuntos interrelacionándose en diversas escalas, desde los átomos, las moléculas, los organismos, las sociedades, las regiones,... Esta definición nos explica que hay sistemas que incorporan otros sistemas en su interior, como el sistema tierra que incorpora todos los ecosistemas planetarios pero influye en ellos (ciclos biogeoquímicos) y es influido por ellos (cambios climáticos debidos a catástrofes naturales).

En general los procesos en los diferentes niveles se mueven con diferentes reglas (ver apéndice punto 11). Las condiciones de los niveles más altos no controlan completamente las actividades de las unidades de los niveles más bajos. Los sistemas más bajos están constreñidos por los de orden superior, aunque no determinen sus conductas, pero sí restringen sus grados de libertad. En general los sistemas de alto nivel están asociados a procesos a gran escala y con dinámicas más lentas (Eras geológicas). En los sistemas descomponibles, en los niveles micro las fuerzas de unión son mayores (núcleos atómicos) y las frecuencias de las dinámicas más altas, por ejemplo el metabolismo urbano comparado con los cambios globales. En el macronivel los lazos son más débiles (clima) y las dinámicas más lentas (cambio climático). En estos sistemas existe una asimétrica interdependencia entre los diferentes niveles. Las lentas dinámicas de los niveles altos aparecen como condiciones de constreñimiento de las dinámicas de más bajo nivel. En algunos casos los altos niveles pueden afectar a los sistemas de bajo nivel pero no son responsables de los cambios en ese nivel o claramente independientes de los detalles de la estructura interna de los niveles más bajos. Eso es porque las dinámicas de los niveles más bajos son más rápidas relativamente a las de los niveles superiores. Los comportamientos más bajos pueden atravesar diversos estados en sus dinámicas rápidas mientras que el estado en un macronivel puede aparecer como una constante en función del tiempo de observación (escala humana versus escala geológica). Los constreñimientos influyen a los sistemas más bajos, pero las dinámicas de los niveles más bajos son necesarias para el funcionamiento y la persistencia de la estructura de nivel superior (procesos de fotosíntesis estabilizadores del clima).

En un nivel jerárquico dado, las relaciones entre subsistemas de un mismo nivel son simétricas porque los sistemas operan en escalas similares y pueden interactuar al menos teóricamente entre ellos. Componentes que interactúan fuertemente forman un subsistema específico en ese nivel. La conducta esencial de los sistemas jerárquicos reales depende de la existencia de un número finito de relaciones funcionales relevantes entre niveles.

La jerarquización en niveles de organización para los sistemas sociales en la que también ha profundizado Mario Bunge (Bunge M., 1999) nos puede ayudar a ubicar la región en un entorno definido, estructurando la realidad social y material en una gama de niveles. El autor plantea cinco niveles para la organización de la realidad que adoptaremos en el capítulo 4 para proponer la metodología planteada (ver apéndice punto 11).

Desde este punto de vista la región puede considerarse como un sistema jerárquico multinivel en el que interactúan factores locales, regionales y globales de cuyas interacciones emerge la dinámica regional, desde las inversiones que se generan fuera del sistema regional pero actúan

en él, hasta los procesos de crecimiento urbano que se dan en las urbes regionales en el nivel local y transforman los usos del suelo y el territorio que influyen en niveles superiores (emisiones de CO₂).

En esta visión multinivel es donde Giuseppe Dematteis (Dematteis G. 2006) introduce el concepto de *milieu* para definir lo que él llama la territorialidad, la cual no depende únicamente del *milieu* (entendido como un conjunto de condiciones necesarias pero no suficientes para determinar las formas locales), sino ante todo de las relaciones intersubjetivas, por las cuales el *milieu* resulta ser un conjunto de “anclajes”, “palancas”, medios para su concreción, en un proceso coevolutivo complejo, en cuyo centro se sitúan las redes locales de sujetos que hacen de interfaz entre las relaciones con el resto del mundo y aquellas propias del *milieu* urbano local y, a través de éste, con el ecosistema⁵.

Con esta visión introduce un elemento nuevo a la lectura regional que es el de la subjetividad del análisis, criticando la supuesta “objetividad” de los análisis territoriales y afirmando que los sistemas territoriales urbanos son esencialmente una construcción mental que tiene correspondencia, antes que con una realidad existente, con una realidad proyectiva. Es decir, son imágenes mentales de redes sociales en gran parte por construir, teniendo muy presentes los principios de la territorialidad local, esto es, de las posibles relaciones con los *milieu*. Y también nos habla de la actividad de la visión, el análisis transforma la realidad, ya que de ella dependerá el sentido de la acción. Nos indica que la ciudad emergente (la trama territorial) no representa solo la forma (simbólica, conceptual, física, social) de los poderes fuertes que la dominan, sino que además es el resultado de resistencias e insurgencias, sin las cuales el cambio sería diferente del que históricamente le corresponde y de aquel imaginable en el futuro.

Nos anima a entender que la urbanística, y la investigación urbana en general, debe ser parcial, no porque haya tomado partido en el conflicto, sino porque es capaz de asumir los puntos de vista de las diferentes partes, sin la pretensión de componerlos en una única visión cenital en

⁵ Los geógrafos han mostrado desde hace tiempo cómo esta organización del fenómeno urbano en redes ocurre espontáneamente por el simple hecho de que las redes globales de la producción, del comercio, de las finanzas, de la ciencia y de la técnica, de la cultura, de las instituciones políticas nacionales y transnacionales, tienden a colocar sus nodos en las ciudades, para anclarlos a determinados *milieu* urbanos, de modo que –al estar los nodos de estas organizaciones supralocales en red– también las ciudades terminan convirtiéndose, ellas mismas, en redes... Sin embargo, junto a este *networking pasivo* que sigue a las lógicas jerárquicas de los poderes fuertes, se va desarrollando un *networking activo* ...una forma importante del nuevo protagonismo institucional..., que por una parte redimensiona el papel de la competencia entre ciudades y, por otra, pone en crisis y hace más compleja la estructura jerárquica territorial (en árbol) y política (*top-down*) de las relaciones entre ciudades globales, así como entre otras metrópolis y ciudades pequeñas y medianas. Además introduce en ella relaciones horizontales y oblicuas que llevan a intercambios de conocimientos y de servicios, y permite comunicaciones directas entre los niveles inferiores e intermedios (Dematteis G. 2006)

nombre de la objetividad científica o del bien común, evitando también legitimar la aspiración, de cada una de las partes, de agotar la totalidad en sus propias representaciones.

Esto nos añade un grado de complejidad mayor al análisis regional en el que la subjetividad de las visiones y de los análisis debe darse por sentada y debe ser la intencionalidad del investigador consciente de los principios que fundamentan su visión el que le da un sentido activo y propositivo a la investigación.

7. Conclusiones

Como hemos visto en la investigación sobre el análisis regional, la complejidad regional puede ser observada desde diferentes perspectivas y desde diferentes ángulos, en función de las intenciones del análisis del investigador, desde las visiones más economicistas a las visiones más ambientalistas, desde las sistémicas en la que se plantea una interrelación de subsistemas a las visiones jerárquicas en las que la interrelación se produce de niveles regionales a locales y viceversa, desde las más dinámicas en las que se analizan procesos en el tiempo a las más estáticas en las que se analizan las formas territoriales.

Después de revisar las metodologías sobre indicadores de sostenibilidad, modelos y síndromes (Cap. 3), nos plantearemos un modelo de análisis regional (Cap. 4) que parta de la visión sistémica e incorpore los principios de bioregión y de metabolismo regional, aplicando las aportaciones de las metodologías de análisis de indicadores, modelos y síndromes que analizamos en el capítulo siguiente, pero teniendo en cuenta que el análisis es fruto de una percepción particular y tiene carácter propositivo e intencional.

CAPITULO 3

INDICADORES, MODELOS Y SÍNDROMES.

“Dos personas hablan por teléfono y se citan. Una madre mira a su retoño, y le acaricia. Se apaga la vela, y la pupila del gato se dilata. Un pescador olfatea el horizonte y decide no salir aquella mañana. Son pacíficas escenas del mundo y, en ellas, un mismo fenómeno inconfundible. Es el movimiento de la información: el mensaje. Así es como los sistemas se perciben y se influyen mutuamente. Así cambia el mundo...” (Jorge Wagensberg)

CAPITULO 3

INDICADORES, MODELOS Y SÍNDROMES.

En este capítulo vamos a desarrollar las herramientas que se han usado habitualmente para medir la sostenibilidad, los indicadores, los modelos y los síndromes de cambio global.

1. Indicadores y sostenibilidad

Los indicadores han sido una de las piezas clave en el desarrollo de los sistemas de medida de la sostenibilidad.

Los indicadores se están usando en múltiples formas y modelos para caracterizar la sostenibilidad. Las definiciones generadas sobre "que se entiende por indicador" han sido numerosas, *una variable, un parámetro, una medida, un valor, una fracción, una fracción comparando una cantidad (numerador) con una medida científica o arbitraria escogida (denominador), un índice, un componente de un índice, algo, una porción de información, una cantidad simple que se deriva de una variable y se utiliza para reflejar un atributo, un modelo empírico de la realidad, un signo* (Gallopín G. 1997). Este autor que hace una revisión extensiva del concepto, identifica el indicador como variable, *"una variable es una representación operacional del atributo (cualidad, característica, propiedad) de un sistema"*.

En este sentido los indicadores se pueden definir como medidas en el tiempo de las variables de un sistema que nos dan información sobre las tendencias de éste, sobre aspectos concretos que nos interesa analizar. Éstos pueden estar compuestos simplemente por una variable (número de vehículos de un municipio) o por un grupo de ellas, como por ejemplo los metros cuadrados de verde urbano por habitante y también pueden encontrarse interrelacionadas formando índices complejos, como los índices económicos.

Los indicadores pueden presentarse bajo diferentes marcos de agrupación:

- Las baterías de indicadores, consisten en una mera selección de indicadores presentados a modo de listado sin ningún tipo de interrelación entre ellos.
- Un paso más en los procesos de interacción entre indicadores es la creación de índices en los que se agregan indicadores diversos ponderados según un sistema de valores subyacentes, cuyo criterio de ponderación viene definido por los autores del sistema.

- Otros sistemas más evolucionados se apoyan en esquemas causales que interrelacionan indicadores entre sí ubicados en un marco común.

2. Las baterías de indicadores

Las baterías de indicadores se han usado en numerosas escalas de análisis. Desde configuraciones territoriales a escala nacional como los indicadores que acompañan al índice de Desarrollo Humano (PNUD, 2003), los propios de la Agenda 21 de la Comisión para el Desarrollo Sostenible (CSD 2001) y los del Banco Mundial (Banco Mundial, 2010); hasta baterías singulares de ciudades o regiones, como los diseñados para las Agendas 21 locales (Quiroga 2001 y 2009) o los diez Indicadores Comunes Europeos (European Comission, 2003).

Su aportación es darnos información sobre aspectos concretos del sistema de estudio, por ejemplo las emisiones de CO₂ por habitante, pero sin aportarnos ninguna información sobre el origen de dicho fenómeno ni sus causas, ni relacionan indicadores entre sí.

3. Los Índice o grupos de indicadores inter-relacionados

Los índices suponen la agregación de variables agrupadas en un valor final unitario que nos da información sobre un estado determinado del sistema de estudio.

El Producto Interior Bruto (PIB) es un indicador agregado de carácter económico que suma los valores de la producción de los diferentes sectores de la economía. El PIB a precios de mercado, se define como el valor, a los precios de mercado, de todos los bienes y servicios finales producidos en un territorio durante un período determinado de tiempo, generalmente anual o trimestral (Requejo J, Iranzo J.E. at all, 2005).

EL Índice de Desarrollo Humano (IDH) pretende definir el desarrollo de un país agregando indicadores económicos y de calidad de vida. Está formado por la Esperanza de Vida al Nacer (años), la tasa de alfabetización de adultos (% de población mayor de 15 años) más la ratio bruta de matriculación primaria, secundaria y terciaria combinadas (%) y el PIB per cápita (dólares de EUA por habitante). En este caso “el estado del desarrollo humano” de cada nación se define mediante un valor del 0 al 1 extraído de la suma de estas variables a escala nacional (PNUD, 2003).

El elemento común de todos estos índices viene dado porque con pocas variables se pretende definir un “estado” del sistema. En el índice se utilizan variables de diversas clases para definir un estado concreto del sistema de estudio lo que posibilita la comparación entre países diversos, pero queda muy lejos de reflejar la complejidad del estado del sistema de estudio.

En el caso de los numerosos índices de sostenibilidad en los que se mezclan agregados de indicadores ambientales, económicos y sociales según diversos sistemas de agregación (Antequera J. Y González E., 2005), dichos índices son susceptibles de encubrir criterios engañosos de ponderación, ya que la selección de indicadores que forman el índice depende de los criterios definidos por sus creadores según sus valores ideológicos y sus intenciones. Y si asumimos sistemas de ponderación igualitarios para los diversos tipos de indicadores, puede darse la circunstancia de que el desarrollo de un proceso económico que atenta sobre la calidad y conservación de los ecosistemas naturales suponga un incremento de sostenibilidad en el índice agregado, ya que se da la misma ponderación para todos los valores (ver sostenibilidad débil Cap. 1).

En este sentido Ernest García nos ilustra, comparando dos índices diferentes, como el ranking de países puede variar, se incluyan en esos índices unos u otros indicadores. El autor compara los índices elaborados por los diseñadores del ESI (Environmental Sustainability Index) del grupo Global Leaders of Tomorrow y otro índice ESI corregido publicado por The Ecologist, podemos ver cómo según el primero el país con el índice de sostenibilidad mayor es Finlandia y aplicando el segundo índice, es la República Centroafricana; y los EEUU ocupan en el primero el lugar 11 y en el segundo el 112 (García E. 2002).

Existen muchos documentos en los que se trata el concepto de índices ponderados de indicadores (Schuschny A. y Soto H. 2009 y Antequera J. y González E. 2005), pero no es el objeto de este trabajo y nos conformamos con hacer esta aproximación breve.

4. El modelo PER, un intento lineal de interrelación entre indicadores

Con la voluntad de establecer interrelaciones entre los indicadores, uno de los marcos de análisis de indicadores más utilizados en los países de la OCDE, y por esta propia organización es el de Presión-Estado-Respuesta (OCDE, 1994). En este sistema se ubican los indicadores bajo tres categorías: Indicadores de estado, de presión y de respuesta.

Los indicadores de **estado**, donde el “estado” haría de contenedor de los indicadores que definen el sistema. El concepto de estado se refiere a una parte del sistema o subsistema natural, como los bosques, la atmosfera, las aguas continentales, etc. Los indicadores definen estados de éste subsistema como la concentración de CO₂ presente en la atmósfera.

Las **presiones** vendrían determinadas por fuerzas que influyen o impactan en dichos estados, como las emisiones de CO₂ promovidas por las actividades económicas y sociales.

Las **respuestas** serían medidas que se toman para evitar el impacto de las presiones, como la legislación sobre emisiones o los protocolos entre países que pretenden reducir las emisiones de CO2 de los mismos.

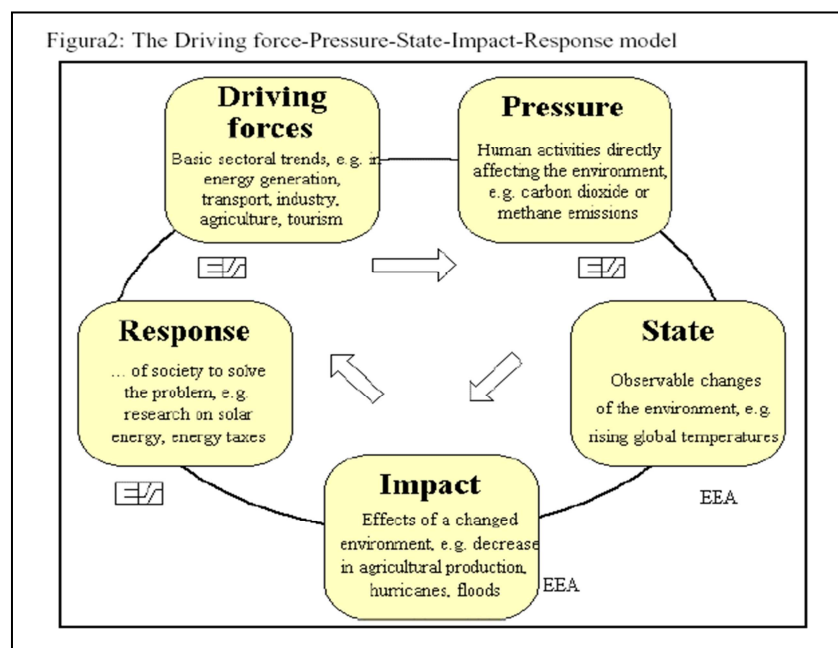
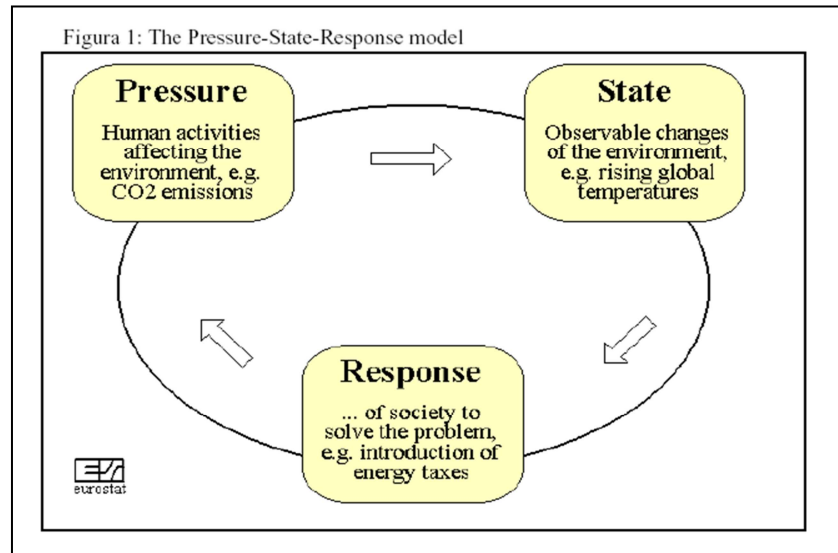


Fig.1. Esquema de las diferentes relaciones entre indicadores del sistema PER y DPSIR.

OCDE 1994

Este modelo ha encontrado una gran difusión, debido mas a que se adapta bien a los elementos a tener en cuenta en el proceso de toma de decisiones y porque marca los límites de la sostenibilidad política y pública respecto a los problemas ambientales, que a sus posibilidades

de definir los estados del sistema y poder prever así sus comportamientos futuros (Ministerio de Medio Ambiente, 1996).

Con estas bases analíticas encontramos los indicadores desarrollados por *Eurostat*, los cuales se han extraído de los indicadores elaborados por la *Comisión Nacional sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas*, que tienen como referencia los cuarenta capítulos de la Agenda 21 (Eurostat, 1998).

Otra batería de este tipo de marco son los *Indicadores de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible*, relacionados con los capítulos de *la Agenda 21*. Estos se encontraban en su inicio organizados en función de su pertenencia al capítulo de la Agenda y según los atributos P/E/R al que pertenecen. Aunque hay que decir que en los últimos desarrollos prácticos de esta batería de indicadores de Naciones Unidas aplicados a la Agenda 21, se ha abandonado la metodología del modelo PER, para sustituirla por indicadores relacionados por categorías de temas, subtemas y indicadores. El modelo PER se ha considerado como excesivamente “lineal”, que desarrolla cadenas causales entre problemas ambientales concretos, pero no analiza las relaciones que existen entre estos mismos problemas (Quiroga R., 2001).

Una versión más completa de este marco de presentación, que llamamos DPSIR, es una versión ampliada del modelo PER que incluye dos elementos más en la cadena: los Direccionadores Económicos o Fuerzas Motrices y los Impactos (Fig.1). Este modelo ha estado adoptado por la Agencia Europea para el Medio Ambiente para expresar su marco de indicadores, pero adolece de los mismos defectos del anterior que el propio ex director de la Agencia Domingo Jiménez Bertran (Jiménez Bertran D., 1997), destacaba en su momento afirmando que *“los indicadores nada mas serán útiles si encajan en un modelo conceptual y pueden relacionarse entre sí. Por eso el paquete de indicadores de sostenibilidad tiene que proporcionar una buena cobertura de los indicadores y del rendimiento o resultados de la economía, mientras que sociedad y medio ambiente quedan vinculados mediante los indicadores de eficiencia de las actividades sectoriales asociadas”*.

5. La escala local y el metabolismo urbano

A escala local existen múltiples ejemplos de la utilización de indicadores de sostenibilidad, cuya enumeración podría ser objeto de una tesis doctoral. Queremos destacar del análisis de la sostenibilidad local mediante indicadores, los marcos basados en la medida de los flujos energéticos y materiales de entrada y salida del ecosistema urbano, que definirían la relación con el entorno de estos sistemas y mediante su diseño más sostenible permitirían establecer

mecanismos de intervención para poder revertir sus dinámicas de insostenibilidad (Rueda S. 1999, Xarxa de Ciutats i Pobles, 2000).

En este sentido se han elaborado modelos ecológicos que caracterizan la ciudad analizando dichos flujos de materia y energía, de forma similar a los aplicados en los ecosistemas naturales, aunque se encuentran con elementos, como los intercambios de información y los mecanismos reguladores, que por su complejidad y por falta de metodologías, son difíciles de abordar (Prats et al., 1985, Barracó et al., 1999, Naredo J.M., 2003). Pocos de este tipo incluyen aspectos sociales y económicos en su estructura. La huella ecológica podría estar entre este tipo de indicadores que nos dan información sobre el metabolismo urbano o regional (ver capítulo 2).

6. Los subsistemas y los fenómenos de sostenibilidad como marco para generar una batería de indicadores

Otra manera de plantear la metodología de análisis de la sostenibilidad de un sistema socioambiental puede conseguirse mediante un árbol de fenómenos e indicadores, en los que diferenciamos los tres subsistemas básicos clave: el ambiental, el social y el económico. Bajo esta perspectiva se detectan los fenómenos a analizar y se describen dichos fenómenos mediante indicadores de sostenibilidad.

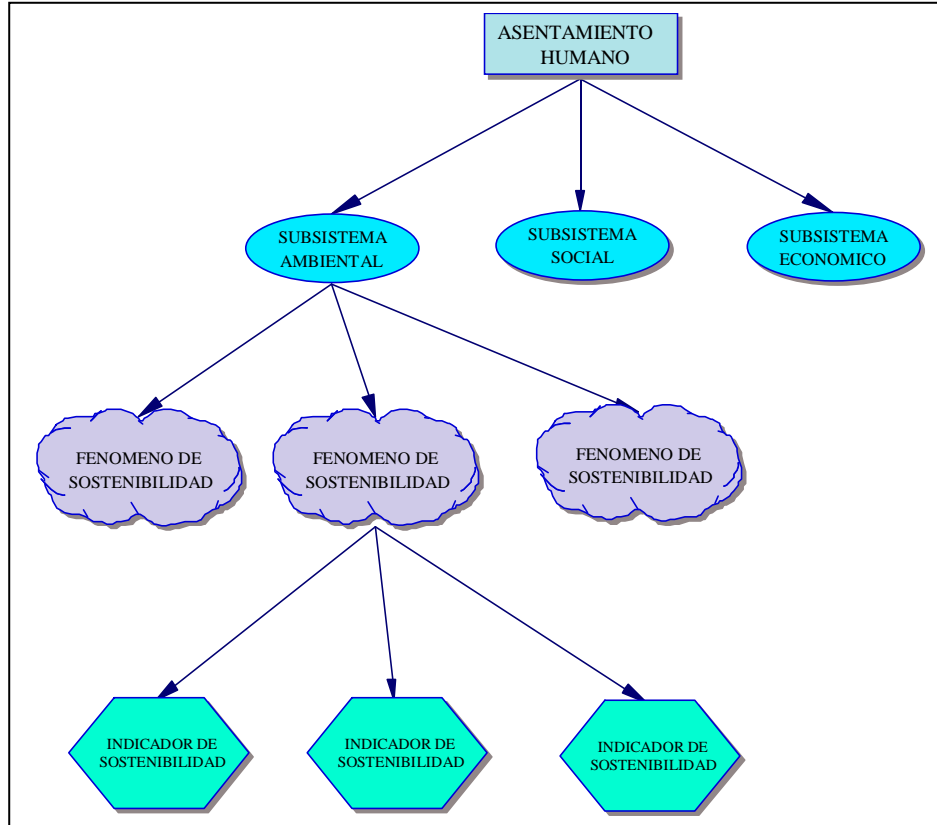


Fig.2. Arbol de niveles para analizar la sostenibilidad de un asentamiento humano.

Antequera J. 2004

Este esquema de trabajo ha sido planteado por Luz Stella Velásquez en el desarrollo del Observatorio de Sostenibilidad de la ciudad de Manizales (Colombia), en los que plantea la organización de indicadores mediante un sistema de Componentes (social, ambiental,...), Factores (Salud, Educación,...) y Indicadores (Velásquez L.S. 2001). Este marco de aplicación es utilizado por numerosas baterías de indicadores como los de la Comisión para el Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas en los que organiza el marco según los subsistemas ambiental, social, económico e institucional (Quiroga R. 2001 y 2009).

La valoración de la sostenibilidad viene determinada por las tendencias de los indicadores al alejarse o acercarse a expectativas que a priori se consideran sostenibles, como los niveles de contaminación, la capacidad del sistema de generar un grado de calidad social aceptable o proporcionar un modelo económico capaz de generar riqueza y empleo. La fragilidad de esta concepción es que no se pueden establecer interrelaciones entre los indicadores y las fuerzas que mueven sus tendencias.

Yendo algo más allá de esta línea de trabajo, Gilberto Gallopin ha elaborado un sistema de indicadores a escala nacional en la que plantea indicadores referidos al estado de los subsistemas institucional, económico, social y ambiental pero interrelacionados entre sí. Es importante destacar que para cada uno de los subsistemas se presentan dos tipos de indicadores: de **desarrollo** y de **sostenibilidad**. Los primeros dan cuenta de un cambio direccional y progresivo, una mejora desde el punto de vista de los objetivos fijados; los de sostenibilidad intentan reflejar el proceso de cambio y por lo tanto la capacidad de mantenimiento de la tendencia del desarrollo. Lo deseable para alcanzar el desarrollo sostenible es que el valor del sistema, establecido como la mejora en la calidad de vida, sea no decreciente en el tiempo al menos en el largo plazo (Gallopin G., 2009).

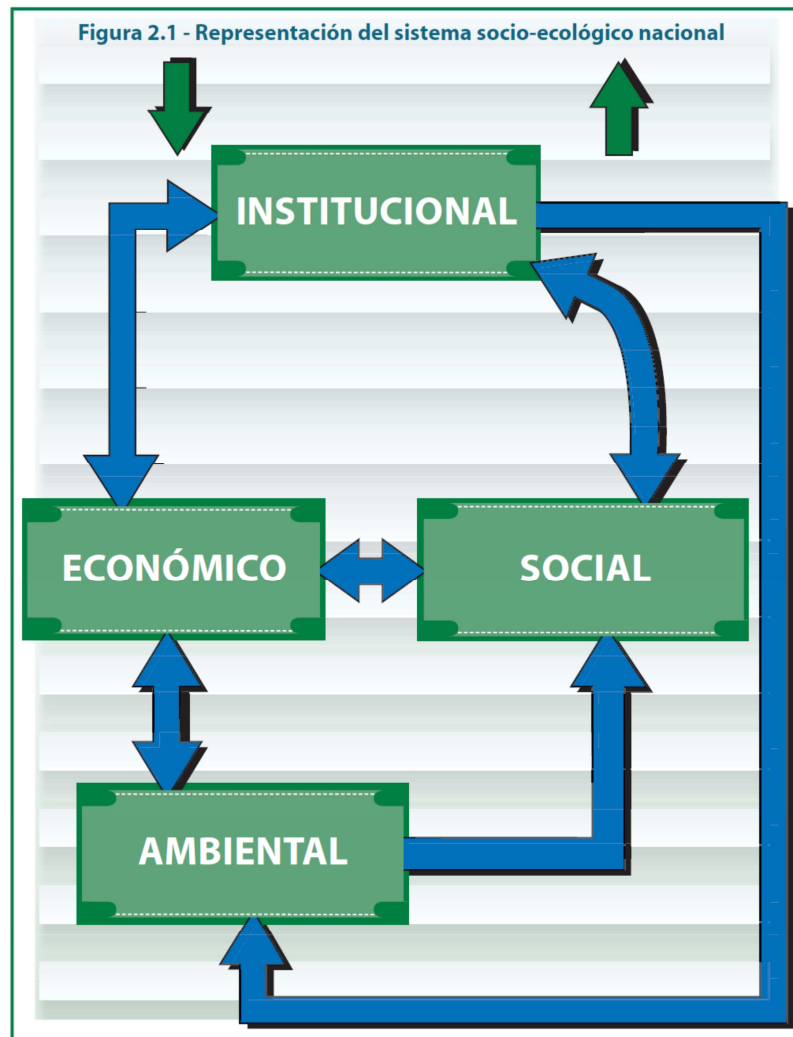


Fig.3. Esquema de interrelación entre subsistemas para ubicar indicadores de estado y de relación. Gallopin G., 2009.

Los indicadores de la batería se usan tanto para medir la sostenibilidad o el desarrollo de cada uno de los subsistemas, como para medir las interacciones entre ellos.

Este sistema ha sido aplicado a diversos países de América Latina y el Gobierno de Argentina lo ha adoptado como metodología para elaborar su sistema nacional de indicadores. Vista su aplicación y cálculo en el caso de Argentina (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2006), el sistema no deja de ser una colección de fichas individuales de indicadores, en la que cada ficha nos da información por separado del objetivo de medición en forma de gráfica o cartografía representativa de cada indicador.

7. Los modelos como forma inherente de la naturaleza humana para entender la realidad.

Cuando traspasamos la linealidad de las baterías de indicadores, de los diversos marcos de organización o los datos cuantitativos de los índices ponderados, nos acercamos a lo que podríamos llamar el proceso de construcción de modelos en los que las variables que conforman el modelo se hallan interconectadas mediante relaciones de causalidad que pueden ser cualitativas (esquemas causales) o cuantitativas (modelos matemáticos).

Este proceso de interrelación de indicadores es una manera de simular los fenómenos complejos de la realidad acorde a nuestra manera de procesar la información. Parece que la construcción de modelos es la base con la cual el ser humano aprehende la realidad circundante. *“Nuestras intenciones, nuestra consciencia de propósitos y de diseños, y nuestras estrategias para alcanzar objetivos previamente identificados, requieren la proyección en el futuro de imágenes mentales”* (Kapra F., 2003). Son estas imágenes o modelos mentales, basados en las creencias, valores y convicciones los que sustentan las razones para hacer lo que hacemos (Maani K.E. y Cavana R.Y 2000).

La cibernética a partir de mediados del siglo XX, dio un impulso al pensamiento y al razonamiento analógico al descubrir propiedades equivalentes en sistemas complejos de categorías diversas (animales, máquinas y sociedades), que garantizaban el mantenimiento de su organización y sus procesos de control. *“Cualquier organismo mantiene su coherencia de acción merced a la posesión de medios para la adquisición, uso, retención y transmisión de la información”* (Wiener N. 1985).

Al ser la Cibernética una disciplina que quiere actuar sobre la realidad, ya que se define como la ciencia del pilotaje y de la eficacia de la acción, tanto la meta a lograr como el sistema a gobernar adquieren una importancia primordial. *“Importa principalmente, para obrar sobre un sistema, conocer en primer lugar su mecanismo, y este punto de vista apela ampliamente a la ciencia pura...desde el momento en que se trata de lograr una meta, nos encontramos invariablemente ante un tipo de problema cuyos elementos se inspiran siempre en un mismo esquema que debe traducir la búsqueda de una acción sobre el futuro. En efecto, gobernar un sistema representa asignarle en un instante del futuro un estado bien específico que excluya a todos los otros estados posibles”* (Ducroc A. 1960).

Para ello el pensamiento cibernético se ha basado en la construcción de modelos de la realidad. *“El pensamiento cibernético organiza de una forma particular los elementos del conocimiento que se ponen en acción en la construcción de un modelo. La codificación de los razonamientos que se*

hacen a partir de las informaciones dadas por los sentidos, y de los resultados de los razonamientos constituye un edificio de conocimientos al que llamaremos conocimiento cibernético... El cibernético considera como principal material de trabajo para la imaginación creadora a los modelos del medio exterior, a la mentalidad cuya objetividad puede ser verificada por la experiencia, así como a todos los modelos ligados a él por relaciones causales sea cual sea el grado de abstracción... “(Couffignal L. 1969).

8. El proceso de construcción de modelos

Según Couffignal el razonamiento analógico en el que se basa el pensamiento cibernético, comprende cuatro fases:

1. Construcción del modelo.
2. Puesta en funcionamiento del modelo para hacer resaltar sus propiedades.
3. Rectificación de las nuevas propiedades descubiertas en el modelo.
4. Verificación de que las rectificaciones pertenecen al original.

El modelo permite ir más allá del concepto tradicional de progresión de la ciencia basada en la dualidad teoría-experiencia, y introduce un componente nuevo a dicho dúo, que denomina simulación. *“En efecto la simulación puede nutrirse indistintamente de la teoría y de la experiencia...En el primer caso, el resultado puede poner de manifiesto una incompatibilidad con la teoría, es decir enciende la alarma de una denuncia contra cierto modelo teórico. En este caso la simulación juega el papel histórico de la experiencia. En el segundo caso, si la simulación se nutre de datos experimentales, entonces el resultado ofrece predicciones de la globalidad o confirma la viabilidad de las individualidades, y esto puede significar la propuesta de nuevas experiencias o, directamente, la predicción de un lance hasta entonces ignorado. En este caso la simulación juega el papel histórico de la teoría” (Wagensberg J. 1985).*

Este proceso de construcción de modelos de fenómenos complejos de la realidad es posible gracias a las herramientas conceptuales y tecnológicas de las que disponemos hoy en día, como los conocimientos de la teoría de los sistemas de información y retroalimentación, la comprensión de los procesos de decisión y acción, el uso de modelos matemáticos para simular sistemas complejos y el desarrollo de computadoras digitales de alta velocidad como base de la simulación de los modelos matemáticos (Maani K.E. y Cavana R.Y. 2000).

En este contexto se entiende *el modelo* como el elemento clave para la comprensión de los sistemas complejos, ya que ésta es en definitiva la manera en que estructuramos los seres humanos la comprensión de la realidad. *“La circunstancia de que la construcción de modelos*

del mundo siga un proceso autoregulator es fundamental para la comprensión del propio proceso de construcción de modelos” (Pushkin V.N.1974).

El objetivo de la construcción del modelo es simular algún fenómeno del mundo real en el cual el investigador está interesado, con el propósito de crear un modelo que sea más simple de estudiar que el propio objetivo (*target*). Lo que se desea es que las conclusiones obtenidas a partir del modelo sean también aplicables al *target*, debido a que ambos son suficientemente similares. Sin embargo, debido a que nuestras habilidades para modelar son limitadas, el modelo siempre será más simple que el *target*. El modelo se puede representar como una *especificación* —una ecuación matemática, una proposición lógica o un programa de computadora— pero para aprender algo de esta especificación, es necesario examinar cómo el comportamiento del modelo se desarrolla a través del tiempo.

Actualmente herramientas científicas de modelado de fenómenos de la realidad como la Dinámica de Sistemas, han incrementado las posibilidades de conocimiento, simulación y gestión de sistemas complejos combinando los avances conceptuales y tecnológicos desarrollados en los últimos cincuenta años.

9. La Dinámica de Sistemas como herramienta para la construcción de modelos

La Dinámica de Sistemas es un nombre propio que designa una determinada herramienta científica de construcción de modelos de sistemas susceptibles de ser simulados por ordenador. El origen de esta técnica se remonta a finales de los años cincuenta y su implantación definitiva se produce durante la década de los sesenta. El desarrollo de esta herramienta se debe al trabajo de J. W. Forrester en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (Aracil J., 1983), el cual por primera vez utilizó técnicas pertenecientes a las disciplinas de ingeniería automática para el estudio de procesos sociales y económicos.

En la Dinámica de Sistemas se distinguen tres tipos de variables en función de su propio cometido en el modelo: variables de *nivel*, variables de *flujo* y variables *auxiliares*.

Los *niveles* (*stocks*) suponen la acumulación en el tiempo de una cierta magnitud. Son las variables de estado del sistema, en cuanto que los valores que toman determinan la situación en la que se encuentra el mismo.

Los *flujos* expresan de manera explícita la variación por unidad de tiempo de los niveles. El flujo alimenta o reduce el nivel. Pensar en un cierto nivel de agua y en un grifo que lo abastece

es una buena metáfora para mejor comprender los significados respectivos de estos dos tipos de variables.

Las variables *auxiliares* son, como su nombre indica, variables de ayuda en el modelo. Su papel auxiliar consiste en colaborar en la definición de las variables de flujo y en documentar el modelo haciéndolo más comprensible. No es siempre inmediato decidir cuál de los tres tipos será el apropiado para representar a un elemento determinado del sistema real en estudio.

Además de las variables reseñadas, en todo modelo habrá también *parámetros*, o sea, variables que se mantienen constantes durante todo el horizonte temporal de ejecución del modelo.

Autores destacados en esta técnica, como Maani i Cavana (Maani K.E. i Cavana R.Y., 2000) plantean 5 fases para la construcción de este tipo de modelos:

1. Estructuración del problema, donde se clarifica el objetivo a conseguir o el fenómeno a modelar.
2. Modelar los lazos causales entre las variables principales y identificar las retroacciones entre éstas.
3. Desarrollar el modelo dinámico, diferenciando cuales son variables de stock y variables de flujos y variables auxiliares y construir los diagramas de flujo, añadiendo los datos que nos permiten relacionar las variables entre sí. Y simular el modelo en el tiempo y analizar las gráficas generadas por éste.
4. Desarrollar los diversos escenarios de futuro que se desprenden de las variaciones del modelo y detectar las fuerzas claves del proceso y evaluar las estrategias.
5. Preparar la difusión del modelo y su presentación, así como un programa de aprendizaje para que los agentes interesados puedan trabajar con el modelo.

Hay que decir que la Dinámica de Sistemas en la actualidad se usa en el análisis de cualquier fenómeno de la realidad, así como para desarrollar aplicaciones para cualquiera de los campos de las actividades humanas más diversas en las que la complejidad es una propiedad común, desde la organización de empresas, la pedagogía, los estudios sociales y biológicos, el desarrollo de tecnologías y comunicaciones y la gestión de organizaciones y gobiernos.

Creemos que esta herramienta, materializada en diversos softwares aplicables, comprime los logros conceptuales y pensamientos innovadores que toda la gente que ha participado en el progreso de la ciencia de la sistémica y de la complejidad ha ido aportando en estos años, y nos

incrementa en gran medida la posibilidad de acercarnos a una mayor comprensión de la realidad que nos envuelve y nos forma.

10. El modelo del mundo World3 de los Meadows, una aplicación de la Dinámica de Sistemas al estudio de la problemática global planetaria.

En el año 1972 se escribió el libro “Los Límites del Crecimiento” por parte del matrimonio Meadows usando como base informacional modelos basados en técnicas incipientes de la Dinámica de Sistemas en el Instituto Tecnológico de Massachusetts. En este estudio se analizaron las causas y consecuencias a largo plazo del crecimiento mundial de la población, el capital industrial, la producción de alimentos, el consumo de recursos y la contaminación (todos estas variables planteadas como stocks) mediante el modelo denominado World 3.

Después de los alarmantes análisis de esta publicación, los autores hicieron una nueva revisión veinte años después, titulada “Mas allá de los límites del crecimiento”, en la que actualizaban las predicciones planteadas en 1972 (Meadows D. y D. y Randers J., 1992).

En el año 2004, y tras la muerte de Donella Meadows se publica “Los límites del crecimiento 30 años después”, en esta publicación los autores resumen la evolución de dichas variables treinta años después: “ *Los últimos treinta años han producido muchos fenómenos positivos. En respuesta a una huella humana que no cesa de crecer, el mundo ha puesto a punto nuevas tecnologías, los consumidores han modificado sus hábitos de compra, se han creado nuevas instituciones y se han cerrado acuerdos multinacionales. En algunas regiones, la disponibilidad de alimentos, de energía y de productos industriales ha aumentado a un ritmo que supera con creces el crecimiento de la población. En estas regiones, la mayoría de las personas han incrementado su riqueza. En respuesta al alza de los niveles de renta se ha frenado el crecimiento demográfico. El conocimiento de los problemas ambientales es mucho mayor hoy que en 1970. En la mayoría de los países existen ministerios de medio ambiente y la educación ambiental está generalizada. Gran parte de la contaminación se ha eliminado de las chimeneas y los desagües de las fábricas del mundo rico y empresas de primera línea se esfuerzan con éxito por mejorar la ecoeficiencia*” (Meadows D. y D. y Randers J., y 2006).

Pero a la vez advierten de crecimientos exponenciales que nos pueden conducir al colapso, como el incremento de la huella ecológica por encima de la capacidad del planeta para generar recursos, el incremento poblacional que pasó del año 1972 en los que habían 3.900 millones de personas en el planeta al año 2000 en el que el mundo acogía a unos 6.000 millones de personas y un crecimiento de la producción mundial de alimentos de 1.800 millones de toneladas de cereales a 3.000 millones, en este mismo período de tiempo. Algunas de éstas proyecciones

fueron previstas en el modelo, el cual generaba diversas tasas de crecimiento de los stocks iniciales estudiados (Meadows D. y D. y Randers J., 2006)..

11. La mecánica del modelo World3

Los stocks analizados en el modelo se proyectan hacia el futuro movidos por tasas de crecimiento que generan dinámicas exponenciales. *“Por ejemplo la población, la producción de alimentos, la producción industrial, el consumo de recursos y la contaminación no dejan de crecer, en muchos casos de forma cada vez más rápida. Su aumento sigue una pauta que los matemáticos denominan crecimiento exponencial”* (Meadows D. y D. y Randers J., 2006).

En este punto se diferencian los modelos de crecimiento lineales comparados con los crecimientos de carácter exponencial: una magnitud crece linealmente cuando su incremento es una magnitud constante durante un período de tiempo determinado, sin depender de la cantidad acumulada de dicha magnitud. En cambio en el crecimiento exponencial su incremento es proporcional a la cantidad preexistente de dicha variable. Pongamos por ejemplo el caso de la acumulación de dinero en una hucha en la que se añaden cada año una cantidad fija de dinero o el caso de colocar este dinero en un banco en el que la tasa de interés depende de la cantidad existente de capital. Estos crecimientos o decrecimientos en los stocks pueden venir generados por flujos exógenos o endógenos, los sistemas vivos, como las bacterias se reproducen en un entorno adecuado, a un ritmo determinado que dependerá de la tasa de reproducción de los organismos.

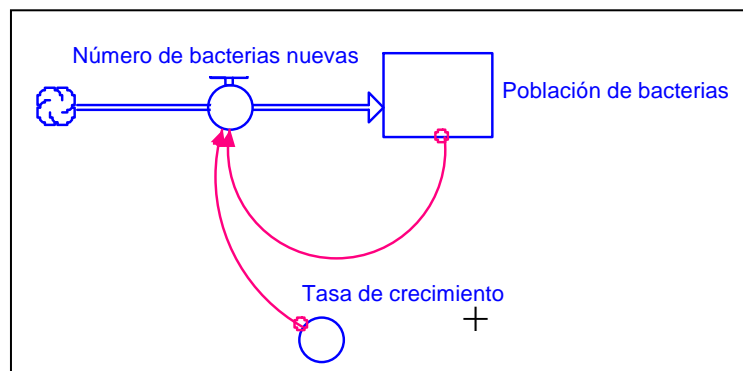


Fig.4. Stock de bacterias.

Crece mediante un flujo que genera un número de bacterias nuevas, a través de unas tasas de crecimiento o reproducción. La cantidad de bacterias acumuladas al ser cada vez mayor generan un flujo cada vez mayor de bacterias nuevas o sea un feed-back positivo. Elaboración propia a partir de Meadows 2006.

Si la tasa de reproducción es constante el número de bacterias nuevas dependerá de la cantidad de bacterias que constituyan la población. Este crecimiento estará movido por un feed-back positivo que hace que a mayor cantidad de bacterias existentes se genere cada vez un número

mayor de bacterias nuevas. Si no existe un factor de reducción del stock, como una tasa de mortalidad, el stock puede crecer indefinidamente.

En el caso del modelo World3 se plantean diversos stocks que generan estos modelos de crecimiento, como es el caso de la población mundial.

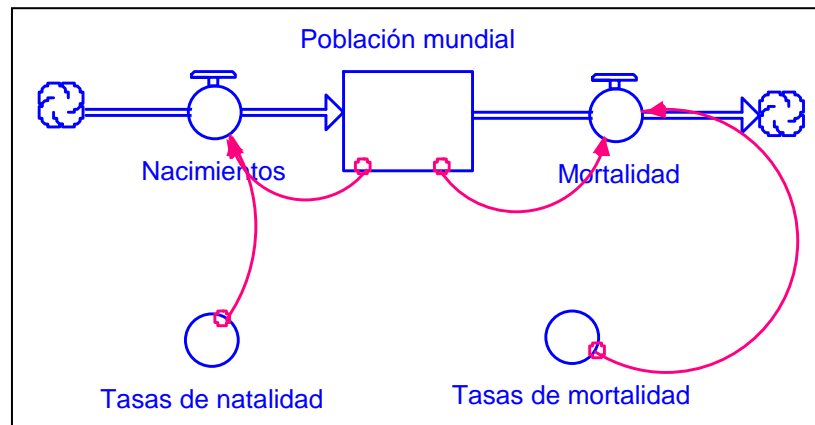


Fig.5.Simplificación del modelo de población.

Elaboración propia a partir de Meadows 2006.

La población mundial sigue un ritmo de crecimiento exponencial porque las tasas de natalidad son mayores que las tasas de mortalidad, dicha diferencia genera la tasa de crecimiento total de la población mundial.

Año	Población (millones)	Tasa de crecimiento	Nueva Población (millones)
1965	3330	0,020	68
1970	3668	0,019	71
1975	4022	0,017	68
1980	4364	0,017	74
1985	4735	0,017	80
1990	5137	0,014	72
1995	5497	0,013	71
2000	5854	0,012	70

Tabla 1. Tasas de crecimiento quinquenales de la población mundial.

Elaboración propia a partir de Meadows 2006.

Esta aproximación expresada con tasas de crecimientos constantes cada cinco años muestra el número de personas que se incorporan cada año a la población mundial, aproximándose a la cifra real de 6.000 millones en el año 2000.

Esta población requiere recursos para mantenerse, lo cual depende del capital industrial. En World3 el capital industrial actúa como base del desarrollo de los otros tipos de capitales.

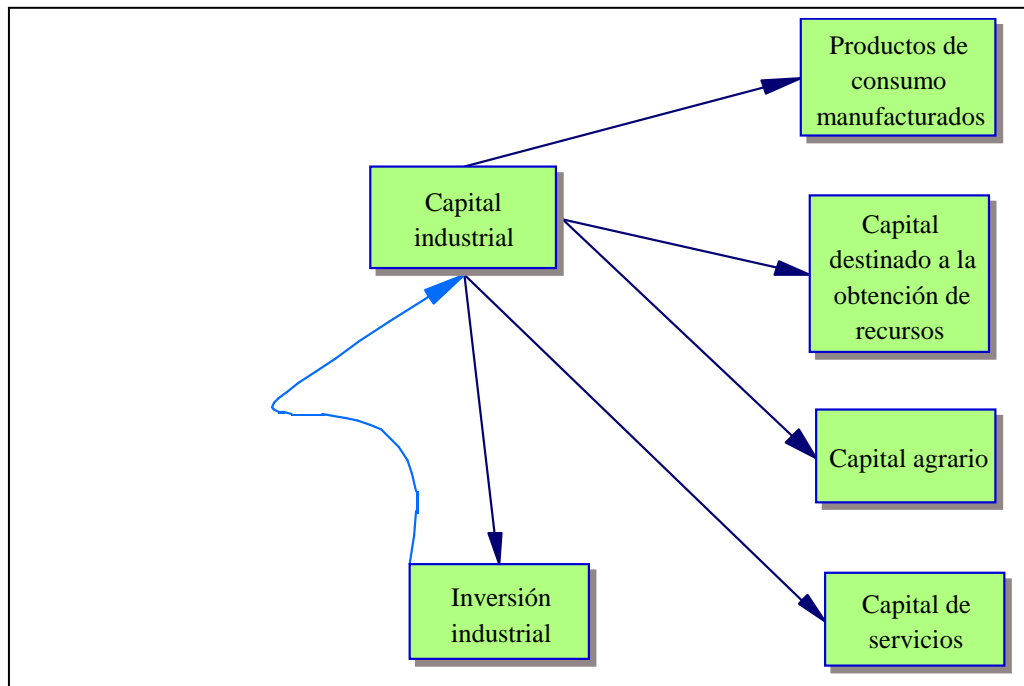


Fig.6. Esquema de la inversión industrial como motor del desarrollo.

Elaboración propia a partir de Meadows 2006.

En el caso del cálculo del stock de capital industrial, el modelo plantea que dicho stock dependerá de la inversión y de la depreciación de dicho capital.

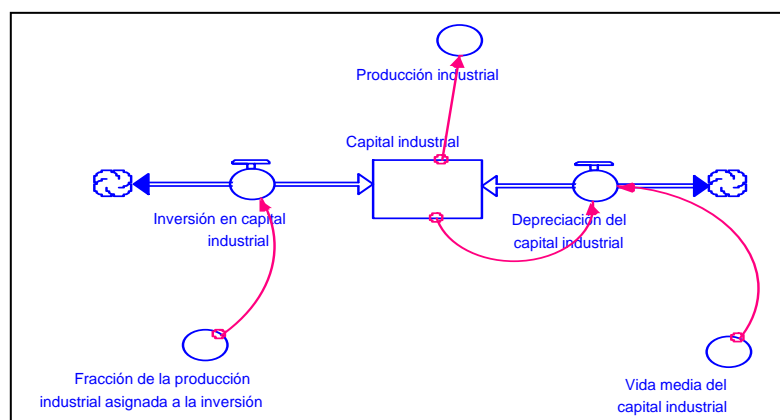


Fig.7. Simplificación del modelo de generación de capital industrial.

Elaboración propia a partir de Meadows 1992.

El capital como la población presenta un ciclo de reducción y crecimiento. Las tasas de amortización son análogas a las tasas de mortalidad de la población. A mayor capital mayor proporción que se desgata anualmente (Fig.7). En una fase de la evolución de las sociedades lo que más crecimiento genera es el del capital industrial, para luego en una fase posterior desarrollar el sector servicios.

Como vemos en la Figura 7, cierta cantidad de capital está destinado a incrementar las existencias de capital y de este modo ampliar la capacidad de producción en el futuro. Esta es la tasa de natalidad del capital.

Esta producción de capital industrial hace que la huella ecológica mundial se haga cada vez más grande. El modelo plantea esta interrelación mediante la incorporación de dos elementos claves: las fuentes de recursos y los sumideros de residuos. Estas fuentes pueden dividirse en dos tipos: las renovables y las no renovables.

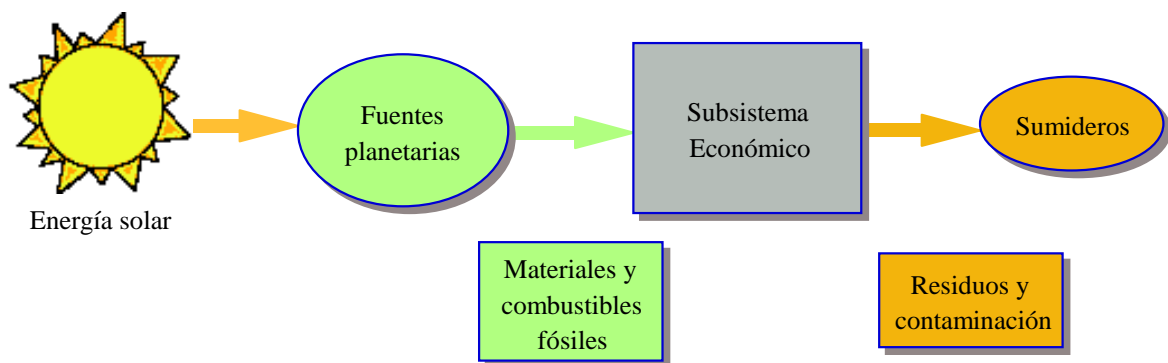


Fig.8. Esquema simplificado de fuentes y sumideros naturales.

Elaboración propia a partir de Meadows 2006.

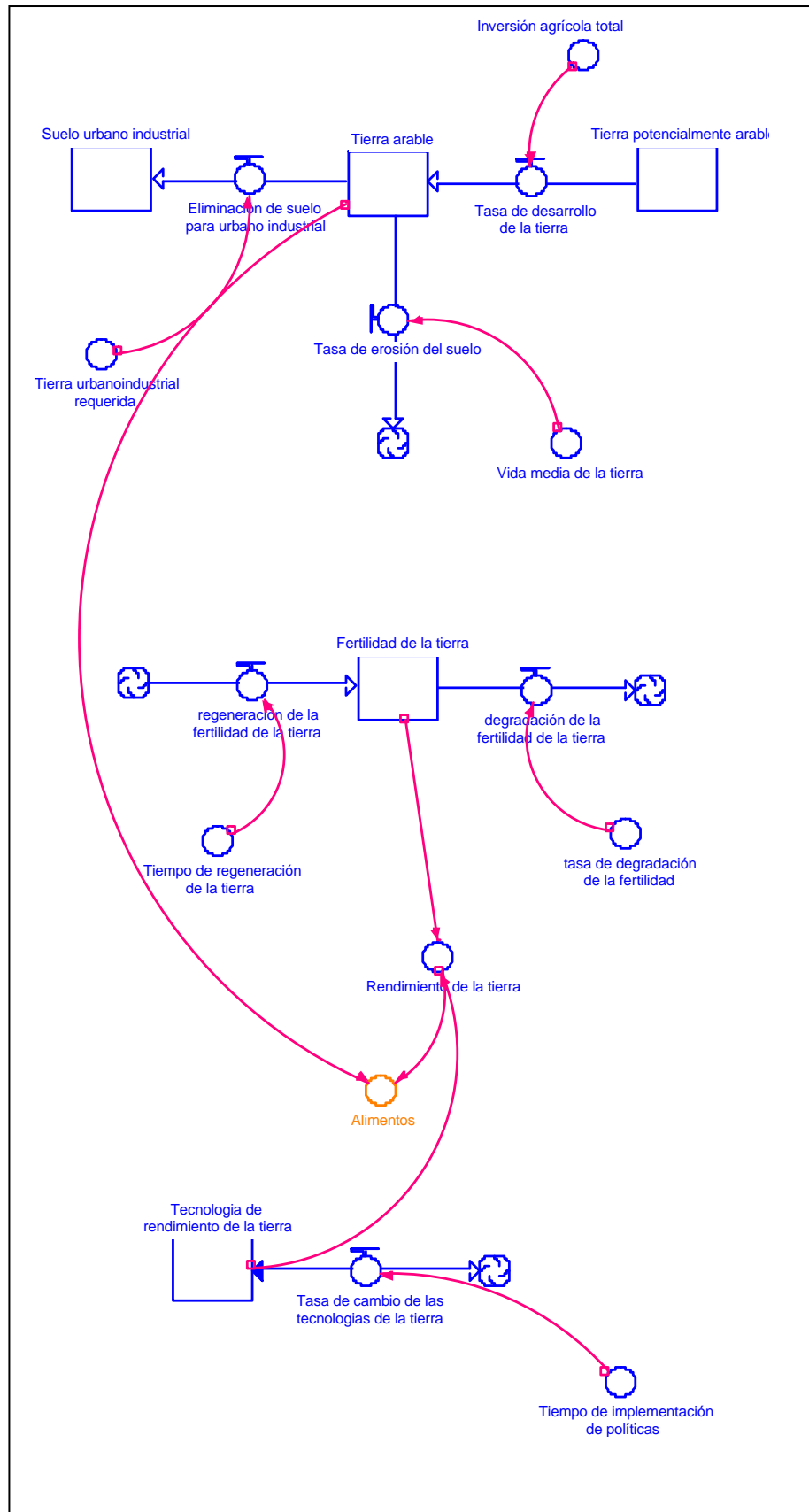


Fig.9. Simplificación del modelo de generación de producción de alimentos.

Elaboración propia a partir de Meadows 1992.

La producción de alimentos se considera en el modelo como uno de los stocks que genera recursos renovables. Esta producción depende de diversas variables, la principal es la tierra arable (Fig. 9) la cual genera alimentos en función de otro stock que el modelo denomina fertilidad de la tierra, a la cual se le asocia un stock tecnológico denominado tecnología del rendimiento de la tierra, no mostramos las variables auxiliares asociadas a dichos stock, ya que su número es muy elevado¹.

Simplificando el esquema del modelo World3, para destacar las principales variables, podemos ver que la tierra arable depende la tierra potencialmente arable asociada a una inversión agrícola, y ésta se reduce mediante la transformación de dicha tierra arable en tierra para usos urbanos o industriales. Esta reducción depende de una tasa de transformación asociada a diversas variables.

La capacidad de producción de esta tierra arable está asociada a otro stock que ellos denominan fertilidad de la tierra, la cual tiene una capacidad de regeneración y un riesgo de degradación, dichas tasas están asociadas a diversas variables que determinan la dinámica de los flujos. La fertilidad de la tierra genera una variable resultante que es el rendimiento de la tierra. Y otro elemento importante a destacar en el sub-modelo es el de la innovación tecnológica para mejorar el rendimiento de la tierra que dependerá de la aplicación de políticas y de las inversiones necesarias, que requerirá un tiempo de implementación, y que mejorará el rendimiento de la tierra. Así la cantidad de tierra arable y el rendimiento de la tierra generarán la variable resultante que será la producción de alimentos.

¹ Se pueden ver los diagramas completos del modelo en Meadows 1992.

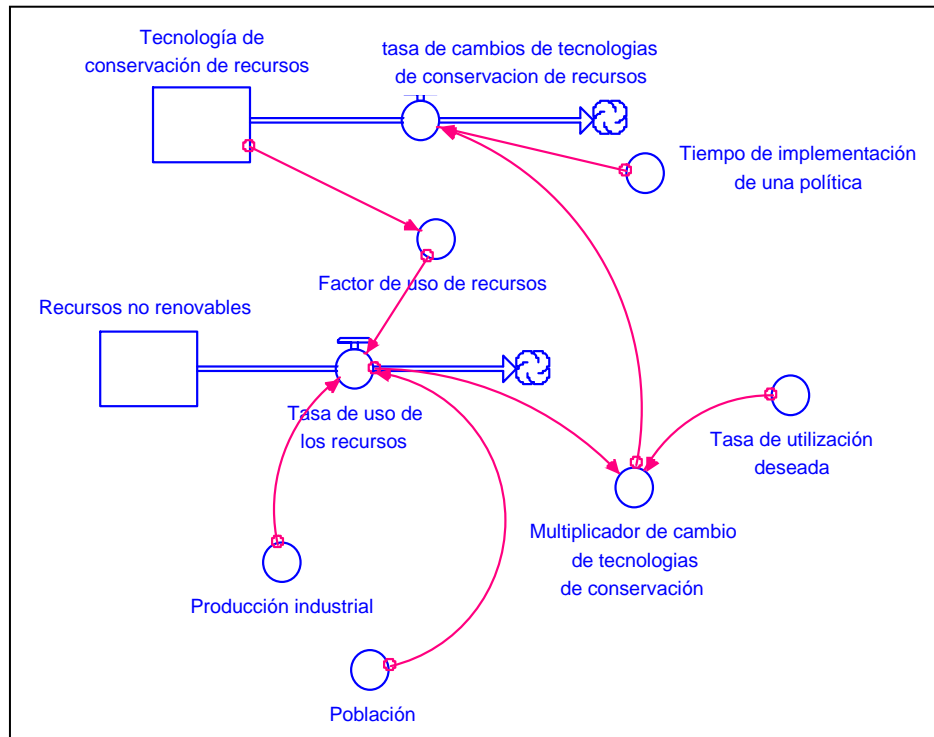


Fig.10. Simplificación del modelo del uso de recursos no renovables.

Elaboración propia a partir de Meadows 1992.

Otro de los bloques que plantea el modelo es el de la utilización de recursos no renovables (Fig. 10). En este cuadro simplificado podemos entrever las principales variables que generan el sub-modelo. El stock de recursos no renovables está condicionado a una tasa de uso de recursos el cual depende de la producción industrial (un enlace con el bloque de producción industrial) y de la población y de un factor de uso de los recursos, como variables principales. Este factor de uso se asocia a otro stock que es de la tecnología de conservación de recursos, el cual depende de la tasa de utilización deseada asociada a un factor multiplicador del cambio de tecnologías y de un tiempo de implementación.

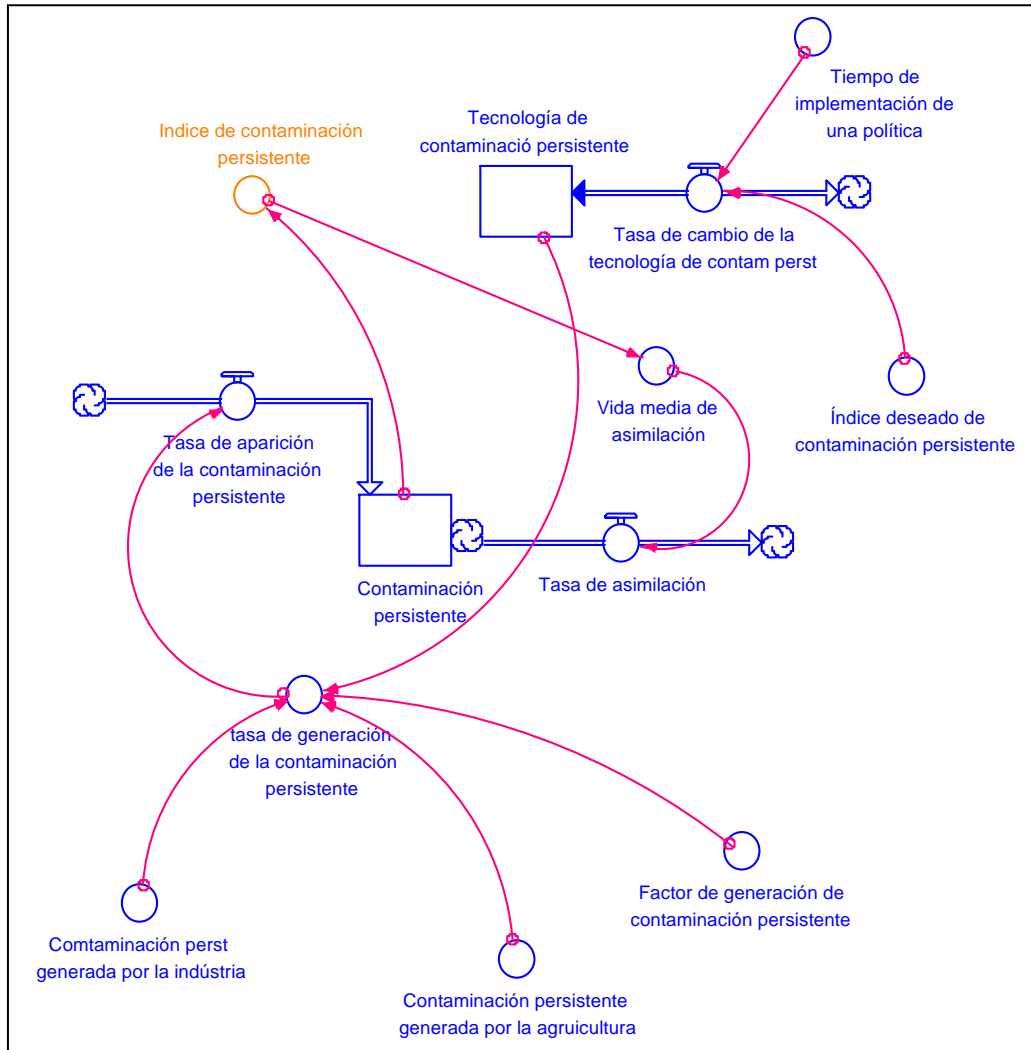


Fig. 11. Simplificación del modelo de generación de contaminación persistente.

Elaboración propia a partir de Meadows 1992.

Y por último el quinto bloque está referido a la contaminación persistente (Fig. 11). En este bloque vemos como stock principal la contaminación persistente, afectada por una tasa de aparición de dicha contaminación que depende de diversas variables, como la contaminación generada por la agricultura, la industria y otros factores de contaminación persistente, que provocan una tasa de generación de contaminación. Este stock genera un índice de contaminación persistente.

Por otro lado existe un stock tecnológico de reducción de esta contaminación que dependerá del grado de evolución tecnológica de la sociedad y de un cierto factor, que es el índice deseado de contaminación que promoverá la investigación en dichas tecnologías. Este stock tecnológico influye directamente en la tasa de generación de contaminación.

La contaminación persistente desaparecerá en función de una tasa de asimilación de los sistemas naturales de dicha contaminación, la cual depende de una vida media de asimilación de los productos por parte de la naturaleza y los ecosistemas, y que está influida por el índice de contaminación persistente.

De esta manera el modelo une los diversos bloques para generar escenarios globales, en función de los valores en el tiempo de dichas variables y sus correspondientes retroalimentaciones, que han dado lugar a las publicaciones antes mencionadas.

Volvemos a repetir que en este caso el modelo se ha presentado de manera muy simplificada, destacando las principales variables que mueven los 5 stocks principales: población, producción de alimentos, producción industrial, recursos no renovables y contaminación persistente. El modelo también presenta derivaciones similares para el cálculo de la producción de servicios y los empleos.

Los autores destacan que debido a las incertidumbres y a las interacciones que existen en el modelo, no dan fe de la trayectoria numérica precisa que genera el modelo con respecto a la población, la contaminación, el capital o la producción de alimentos. Ellos piensan que las interconexiones primarias de World3 representan los mecanismos causales importantes de la sociedad humana. Estas interconexiones y los números exactos son los que determinan el comportamiento general del modelo (Meadows D. 2006)

Las interacciones entre las variables en el modelo, son las que hacen que dichos modelos presenten un grado de funcionalidad mayor que los listados de indicadores que hemos visto anteriormente, ya que permiten la creación de escenarios de futuro generados a partir de la interrelación de dichos factores, y por ello nos facilitan la aplicación de políticas que asimilan mucho mejor y de manera más integrada las repercusiones de su aplicación y a la vez nos proporcionan un conocimiento de las relaciones causales de los fenómenos estudiados. Existe una gran bibliografía en el diseño de modelos aplicados al desarrollo sostenible, pero hemos querido usar éste y adentrarnos en su funcionamiento por su amplio reconocimiento y porque nos permite conocer el uso funcional de variables de stocks, flujos y auxiliares que tomaremos como base de nuestra metodología.

12. Los síndromes de cambio Global

La noción de "Síndromes de Cambio Global" (German Advisory Council (GAC) 1993, 1994 y 1996, Petschel-Held, 1999, Schellnhuber H. 1997) es un paso más en el proceso de interrelación entre indicadores, ha tenido poca repercusión científica en los estudios de desarrollo sostenible y

pero presenta un gran valor conceptual y nos va a ser muy útil en la metodología planteada en esta tesis.

Los síndromes buscan describir desarrollos peligrosos para la sostenibilidad de los sistemas sociales y naturales y de los riesgos existentes en la interacción entre civilización y naturaleza mediante la identificación de síntomas relacionados entre sí. Estos síndromes se pueden describir mediante la representación de sus interrelaciones a través de sistemas causales complejos que forman patrones identificables en muchos lugares del planeta.

Según el GAC, la investigación de los problemas globales del planeta requiere un acercamiento integrado, porque las interacciones entre sus componentes solo se pueden comprender mediante el uso de diversas disciplinas del conocimiento. El único modo de comprenderlos es mediante el enfoque interdisciplinario, el acercamiento sectorial se debe complementar con un acercamiento sistémico que permita relacionar los diversos elementos de la investigación.

Los síndromes serían procesos que afectan a diversos ámbitos de la realidad. El GAC define la realidad formada por un conjunto de subsistemas:

- Biosfera - Atmósfera – Hidrosfera
- Población – Pedosfera (suelos) – Economía
- Esfera psicosocial – Organización social – Ciencia y Tecnología

Y en cada uno de estos subsistemas se definen procesos diversos o síntomas. A partir de estos síntomas o procesos, el síndrome sería un proceso más generalizado que se formarían mediante la interacción de estos síntomas, como ejemplo el caso del síndrome del Sahel en el que una sobreexplotación del suelo, genera erosión y diversos otros factores asociados que afectan a los diversos subsistemas, como el incremento de la pobreza y la pérdida de potencial cultural y de biodiversidad por el uso de tierras marginales para la agricultura de subsistencia (Fig. 11).

El concepto de síndrome según el GAC puede utilizarse como un proceso que puede operacionalizar el desarrollo sostenible como una co-evolución aceptable entre la ecosfera y la antroposfera. El desarrollo sostenible puede ser descrito como la ausencia o mitigación de estos síndromes. El GAC define los síndromes como las interrelaciones entre diversos procesos de la realidad.

Cuando los síntomas y los síndromes interactúan se pueden generar diversos procesos y diversas formas de relaciones. El GAC ha descrito unos 16 síndromes de insostenibilidad en la evolución del sistema social y su relación con el entorno.

Podemos distinguir entre tres grandes grupos de síndromes:

Síndromes de utilización: Resultado de un uso inapropiado de recursos naturales como factores productivos.

Síndromes de desarrollo: Problemas socio-ambientales alcanzados por modelos de desarrollo no sostenibles.

Síndromes de sumideros: Degradación ambiental por el uso social de sistemas de deposición no adecuados

SINDROMES DE SOBREUTILIZACIÓN

1. Síndrome de Sahel : Sobrecultivo de tierras marginales
2. Síndrome de sobreexplotación: Sobreexplotación de sistemas naturales
3. Síndrome del éxodo rural: Degradación ambiental mediante el abandono de los sistemas tradicionales de cultivos.
4. Síndrome del “dust bowl”: Uso agroindustrial insostenible de suelos y masas de aguas.
5. Síndrome de Katanga: Degradación ambiental a través del consumo de recursos no renovables.
6. Síndrome del turismo masivo: Desarrollo y destrucción de la naturaleza para fines recreativos.
7. Síndrome de la tierra descorchada: degradación ambiental por guerras y acciones militares.

SINDROMES DEL DESARROLLO

8. Síndrome del Mar Aral: daños ambientales de espacios naturales como resultados de proyectos a gran escala.
9. Síndrome de la revolución verde: degradación ambiental causada por la introducción de métodos agropecuarios inapropiados.
10. Síndrome de los tigres asiáticos: Degradación ambiental resultado de la alta velocidad del crecimiento económico.
11. Síndrome de las favelas: Degradación ambiental debido al crecimiento urbano
12. Síndrome de la mancha urbana: Destrucción de espacios naturales mediante la expansión planificada de infraestructuras urbanas.
13. Síndrome de los grandes accidentes: Desastres singulares ambientales por causas antropogénicas con impactos a largo plazo.

SINDROMES DE SUMIDEROS

14. Síndrome Smokestack: Degradación ambiental por la difusión a gran escala de sustancias de larga vida.
15. Síndrome del dumping por residuos: Degradación ambiental mediante deposiciones controladas y no controladas de residuos..
16. Síndrome de la tierra contaminada: Contaminación local de activos ambientales en localizaciones industriales

Tabla 2. Descripción de los diversos síndromes planteados por el GAC.

Elaboración propia a partir de GAC 1996.

13. Un ejemplo de síndrome: El Síndrome del Sahel.

El síndrome de Sahel implica una compleja interrelación de factores que causan la degradación ambiental cuando se excede la capacidad de carga en regiones donde las condiciones ambientales naturales (clima, suelo) restringen el uso agrícola (localizaciones marginales).

Las manifestaciones de éste síndrome son fenómenos de degradación de suelos como erosión, pérdida de fertilidad, salinización, desertización, reducción de acuíferos antiguos, transformación de ecosistemas, deforestación y pérdida de biodiversidad.

Este síndrome aparece en economías de subsistencia donde comunidades rurales pobres o sectores de población amenazada por la marginalización se enfrentan con el aumento de la degradación de su ambiente natural debido a la sobreexplotación de sus espacios agrícolas (extensión de cultivos y granjas hacia regiones ecológicamente sensibles).

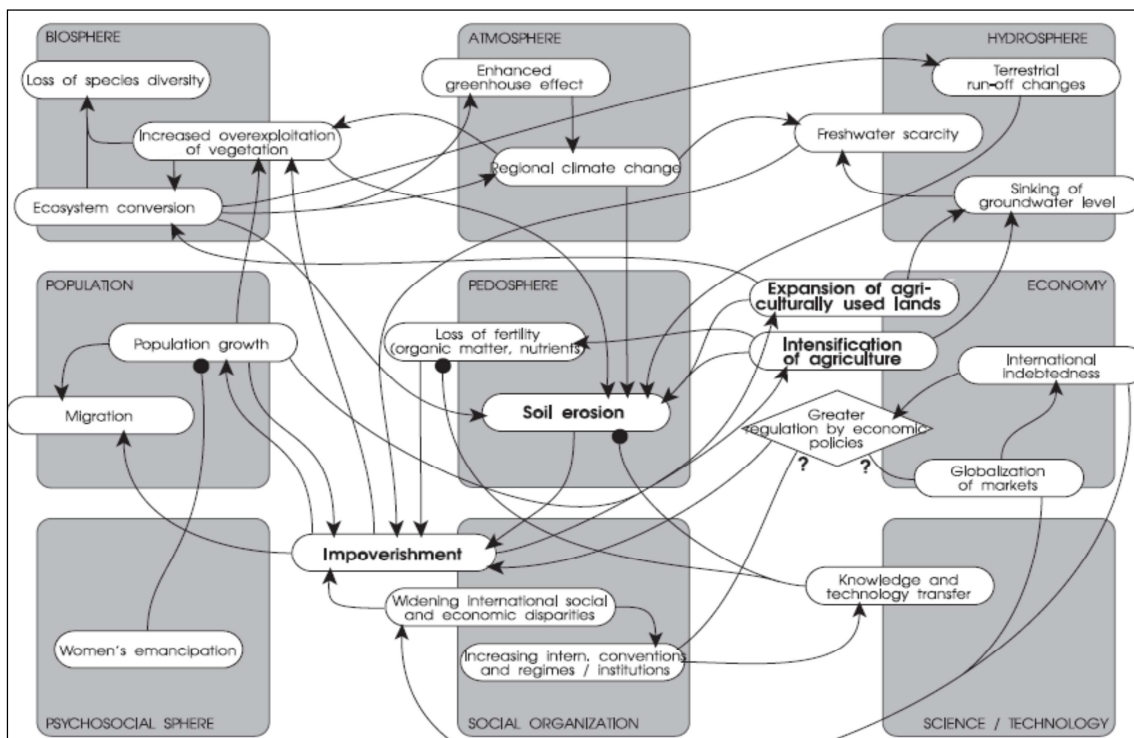


Fig.12. Síndrome del Sahel: Un síndrome de sobreexplotación de los recursos naturales.

Schellnhuber 1997, Petschell-Held 1999.

Los problemas generados por este síndrome en la población incluyen el incremento de la pobreza, el éxodo rural, una mayor vulnerabilidad a las crisis alimentarias, así como el incremento de la frecuencia de conflictos políticos y sociales debidos a problemas de escasez de recursos. El reemplazo de cultivos sostenibles con métodos intensificados de gestión de la tierra, tales como abandono de los sistemas de la rotación de cosechas o de los períodos

acortados del barbecho, es un elemento importante del síndrome. Las estrategias imprudentes de desarrollo (sedentarización de poblaciones nómadas, construcción de pozos profundos) pueden también funcionar como factores promotores.

El desarrollo del síndrome es reforzado por el crecimiento rápido de la población, y ocurre dentro de procesos de transformación social, como lo evidencian el cambio en los sistemas tradicionales de solidaridad, por la transformación de los mecanismos locales de asignación de precios, por los efectos de los bajos precios de las exportaciones subvencionadas de los países industrializados, y por la transformación cultural en general. En el proceso del síndrome de Sahel, se generan interacciones entre síntomas que amplifican sus efectos sobre las poblaciones afectadas, debido al refuerzo mutuo de la pobreza, la sobreexplotación y la degradación ambiental.

Petschell-Held (Petschell-Held, 1999) establece un corazón central del síndrome basado en la interrelación entre la actividad agrícola, la degradación del suelo y la pobreza que se refuerzan entre sí en una escalada creciente de efectos. Encontrar el corazón del síndrome permite descubrir indicadores que nos pueden advertir sobre su presencia. Además de dicho circuito de retroalimentación se generan los efectos colaterales que en el cuadro de la figura 12 se indica y que se extienden por los demás subsistemas en el que se describe la realidad según el GAC.

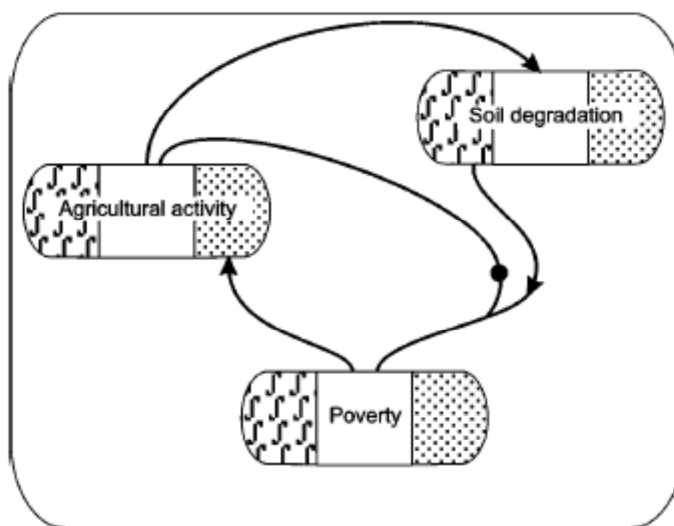


Fig. 13. El mecanismo central del Síndrome del Sahel.

Petschell-Held. 1999

En la zona misma del Sahel, más de la mitad de la población está amenazada por el hambre después de la desestabilización de los sistemas sociales y de producción rural. Como resultado del crecimiento de la población, los métodos tradicionales de rotación de cosechas se han

acercado a sus límites críticos, forzando una extensión de la producción agrícola a las tierras marginales. La consecuencia de tal utilización del suelo inadecuada es la desertificación y la migración rural-urbana.

Otra tendencia típica dentro del síndrome de Sahel es la conversión del bosque en áreas marginales y la explotación subsecuente a través de cultivos de subsistencia, conocidos como cultivos de tala y quema que van cambiando de lugar y degradando los espacios. Al sur de Tailandia, por ejemplo, las inundaciones severas causadas por la erosión del suelo son una consecuencia directa de esta forma de utilización del suelo en la parte norte del país. Petcheld-Held establece con estos criterios como el síndrome se desarrolla en diferentes partes del planeta, lo que nos permite estandarizar sus consecuencias.

Síntomas del síndrome del Sahel según el GAC: Desestabilización de ecosistemas, pérdida de biodiversidad, degradación del suelo, desertificación, amenazas para la seguridad alimentaria, marginalización y éxodo rural.

14. Los síndromes recuperados por la CEPAL

La CEPAL en el año 2002 ha tomado el concepto de síndrome y ha estudiado diversas aplicaciones de los mismos a problemáticas de países latinoamericanos como Colombia, México y Argentina (Informes CEPAL, Seminarios y conferencias nº 38, 39 y 41), ampliando dicha lista con síndromes propios de dichos países. Por ejemplo en el caso colombiano (Escobar Ramírez J.J. 2004) se ha planteado el síndrome del Cartel referente a los cultivos ilícitos de plantas prohibidas.

IMPACTOS AMBIENTALES RELEVANTES DE LOS CULTIVOS ILÍCITOS EN COLOMBIA			
Actividad	Descripción	Receptores de impacto	Naturaleza del impacto
Tala y quema de bosque y selva	Remoción de la cobertura vegetal y quema	Flora terrestre, fauna silvestre y suelos	Destrucción de la vegetación natural, fragmentación de hábitats, exposición del suelo a la acción erosiva de la lluvia, diversificación de la trayectoria escorrentía lluviosa.
Operación de cultivos	Preparación de terrenos para siembra. Desyerbado, repiques y aparques. Cosecha de tubérculos	Fauna acuática, flora terrestre, suelos, comunidades humanas nativas del sitio del cultivo, organizaciones comunales, mitos y creencias	Aporte de sedimentos por erosión de suelos, reducción de la cobertura vegetal. Efectos en la canasta familiar por incremento del ingreso, alteración de las relaciones familiares y organizaciones comunales.
Aplicación de correctivos y fertilizantes	Incorporación de cal, u otras sustancias, otros abonos químicos y orgánicos a los suelos	Fauna acuática, flora terrestre, suelos, condiciones sociales y económicas	Modificación de las condiciones químicas del suelo, contaminación de aguas, deserción escolar, incrementos económicos familiares, formación de grupos y uniones maritales, inmigración y emigración, cambios en costumbres.
Erradicación de cultivos	Aspersiones con herbicidas y otros matamalezas	Fauna acuática, fauna terrestre, flora y fauna acuática y terrestre, suelos- condiciones socio-económicas	Modificación de las condiciones químicas de los suelos, contaminación de suelos y agua, destrucción de hábitats, efectos en la vida silvestre-alteraciones en las relaciones familiares, deserción, abandono de las prácticas agrícolas tradicionales deserción escolar daños en la salud.
Vertimientos y otras actividades antrópicas Fumigaciones Destrucción de laboratorios, disposición de materiales	Disposición de desechos orgánicos, heces y otros productos de la actividad humana, contaminación de aguas y de suelos, quema e incineración, abandono de estructuras	Atracción de fauna carroñera, efectos en vegetación no objeto, contaminación de aguas y de suelos, contaminación de acuíferos; efectos en flora y fauna, migraciones y abandono de estructuras	Deterioro de la calidad del agua, por excretas y fumigantes en impacto en su fauna, efectos en la salud humana, efectos sociales y económicos.

Tabla 3. Impactos ambientales del síndrome del Cartel. Escobar Ramírez J.J. 2004.

En este síndrome que viene generado por la transformación de tierras para cultivos prohibidos como la marihuana y la cocaína, se generan una serie de efectos ambientales y sociales importantes, que van desde la tala y quema de bosque y selva, hasta los efectos sociales generados por los sistemas de erradicación de los cultivos por parte de las autoridades que fumigan la zona con potentes herbicidas que contaminan el entorno terrestre y acuático y impactan en la salud de las poblaciones campesinas.

En el caso argentino los autores (Navarrete D.M. y Gallopin G. 2007) han desarrollado un modelo causal para analizar el procesos de agriculturización en la pampa argentina.

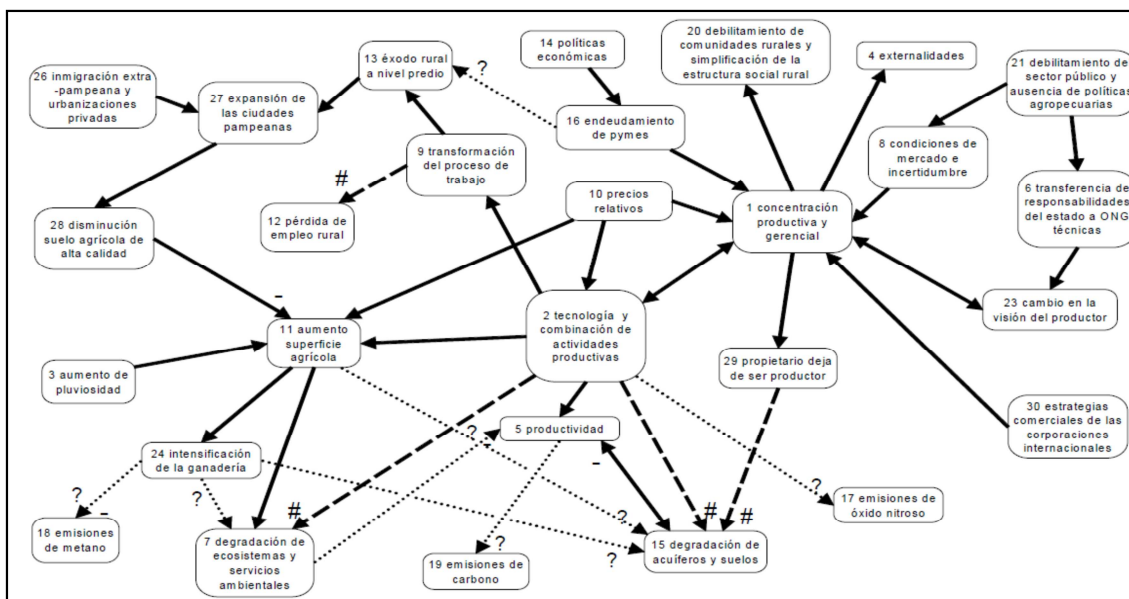


Fig. 14. Diagrama del síndrome de sostenibilidad del desarrollo para el proceso de agriculturización en la pampa. Navarrete D.M. y Gallopin G. 2007.

Mediante un taller en el que invitaron a agentes institucionales, técnicos y económicos de la nación se analizó este proceso y se elaboró un diagrama causal de los efectos y las causas del síndrome.

Según los autores el proceso de “agriculturización” se define como el uso creciente y continuo de las tierras para cultivos agrícolas en detrimento de los usos ganaderos o mixtos. La agriculturización también se asocia en la pampa a cambios tecnológicos, intensificación ganadera, expansión de la frontera agropecuaria hacia regiones extrapampeanas, y la tendencia de la agricultura hacia el desarrollo de producciones orientadas al monocultivo (soja).

Según la propuesta de síndrome de Agriculturización presentada en la diagnosis, los síntomas centrales del proceso de agriculturización pertenecen a la esfera tecnológico-productiva. Estos síntomas influyen y son influenciados por síntomas de las esferas económico-institucional, ambientales y sociales. El proceso de diagnosis se centró en la agriculturización desde la perspectiva de la producción primaria sin entrar a evaluar las cadenas agroalimentarias.

Como podemos ver en la figura este proceso genera un abandono rural por la pérdida de empleo rural y por ello el incremento de la población urbana en la zona, una disminución del suelo agrícola de alta calidad y un aumento de la superficie agrícola a costa de los ecosistemas

naturales; todo ello provocados por un modelo de cultivo (soja) en el que su gestión se halla concentrada en grandes empresas con un insumo tecnológico elevado y con un gran uso de productos químicos y pesticidas que provocan procesos de contaminación del subsuelo generando procesos patológicos graves en la población y cuyos rendimientos económicos de los cultivos no revierten en el bienestar de la población local que sufren el arrebato de sus tierras de cultivo por parte de dichas empresas (Scarponetti P., 2006).

15. La interrelación entre indicadores y síndromes

Algunos autores han querido aplicar herramientas matemáticas para analizar el cumplimiento de los síndromes valorando indicadores asociados a éstos (Petschel-Held G., 1999). Los autores destacan que el conocimiento de muchas relaciones que constituyen la complejidad global son vagas, incompletas o sólo cualitativamente disponibles y que las cuestiones políticas, sociales, culturales son cualitativas en su naturaleza y la complejidad y la no cuantificabilidad constituyen limitaciones naturales para cualquier tipo de análisis de modelos de este tipo. El dilema, según estos autores, es que las matemáticas y la física de sistemas complejos nos dicen que realmente necesitamos algún tipo de análisis formal, pero que debido a la no linealidad de dichos sistemas, sólo pueden ser provistos por el uso de cálculo avanzado, basado fundamentalmente en la construcción de modelos (Schellnhuber H.J., 2002).

También arguye Schellnhuber en el mismo trabajo que debido a que los patrones funcionales de los síndromes son muy abstractos y los conceptos causales profundos, no se pueden demostrar matemáticamente. En su lugar, los resultados deducidos de ellos tienen que ser comparados con los fenómenos observados. Un primer paso que aplican es la validación de los datos basados en el diagnóstico del síndrome. Y para ello calculan la llamada “Disposición hacia el Síndrome”, lo que significa que los mecanismos más importantes y las interacciones potenciales pueden y deben llegar a ser activas en una región específica. Para ello aconsejan describir las complejas condiciones para la validez potencial de las principales interacciones mediante un conjunto relativamente grande de indicadores.

Petschel-Held, en cambio, elabora en el caso del Síndrome del Sahel una estructura de interrelación del síndrome basado en unos mínimos indicadores que constituyen el corazón del síndrome (ver Fig. 13). A partir de dicha estructura establece la relación entre tres variables: la agriculturización (A), la productividad del suelo (S) y la pobreza (P) y sostiene que existe una relación entre dichas variables:

$$\begin{aligned}\frac{dA}{dt} &= f_1(P), \\ \frac{dS}{dt} &= f_2(A), \\ P &= f_3(A, S),\end{aligned}$$

Para evaluar la disposición hacia el Síndrome del Sahel identifica unas condiciones previas para que se den las siguientes interacciones:

- (a) La pobreza impulsada por la intensificación y la expansión de la agricultura de baja inversión que provoca la degradación del suelo.
- (b) La disminución del rendimiento del uso continuo de la tierra debido a la ausencia de alternativas económicas por la población rural pobre.

La interacción (a) resulta probable si la región considerada es frágil, con respecto a las condiciones naturales para la agricultura (dimensión natural), mientras que la interacción (b) resulta probable si existe una alta proporción de la agricultura de subsistencia en la orientación de la economía del sector primario (dimensión socio-económica).

Para medir la dimensión natural, usan el indicador de la producción primaria neta de la vegetación natural (NPP), como insumo básico para obtener las condiciones generales de crecimiento de la vegetación teniendo en cuenta el clima de la región y la orografía como un indicador de riesgo de erosión. Para la dimensión socio-económica, utilizan los datos sobre la importancia del sector primario y las estadísticas de mercado de los productos alimenticios. Para interrelacionar los indicadores usan una formalización mediante Lógica Difusa, en la que las categorías de relación se indican con rectángulos (Fig. 15), y la caracterizan con índices entre 0 (la categoría no se aplica a la región) y 1 (la categoría se aplica a la región). En consecuencia, los círculos muestran las conexiones difusas. Según los autores este enfoque de la formulación de un síndrome es puramente intuitivo, ya que las condiciones para el establecimiento de las relaciones causales dependen del conocimiento del investigador y su criterio.

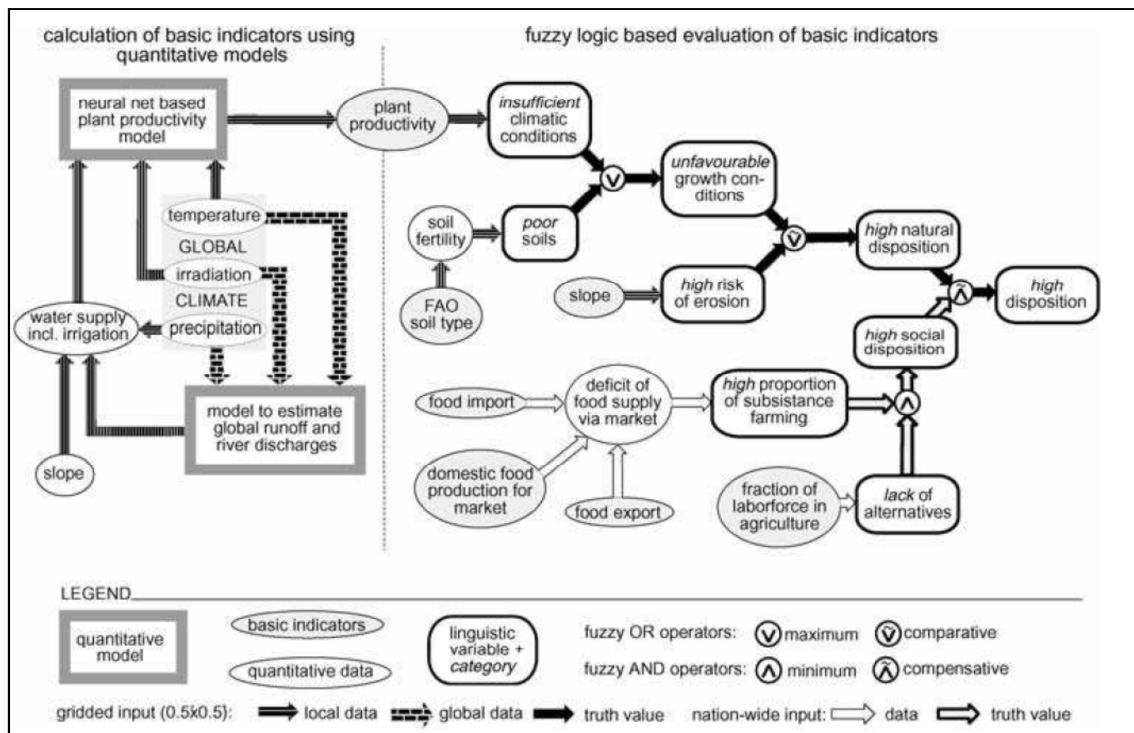


Fig. 15. Estructura del algoritmo para calcular la predisposición hacia el Síndrome del Sahel, usando elementos de modelado cuantitativos y cualitativos. Schellnhuber H.J.,2002.

Otro sistema de análisis de la relación entre indicadores para demostrar la existencia del síndrome se basa según el mismo autor en lo que él llama ecuaciones diferenciales cualitativas.

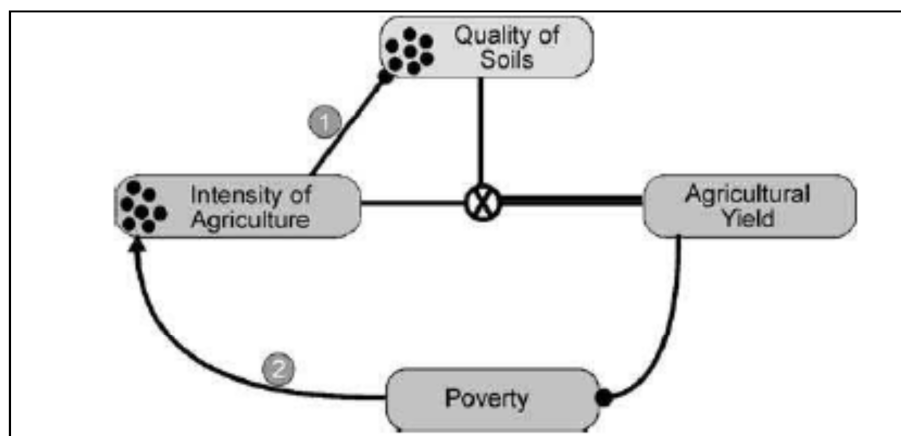


Fig. 16. Estructura de indicadores que conforman el Síndrome del Sahel.

Los símbolos que conectan las líneas establecen relaciones cualitativas mediante el uso de ecuaciones diferenciales cualitativas. Schellnhuber H.J.,2002.

Los autores mediante símbolos determinados refieren los diferentes modelos de relaciones entre los indicadores que conforman el síndrome, obteniendo parámetros numéricos que cuando son mayores de un valor determinado nos indican que dicho indicador induce el cumplimiento del

siguiente estableciendo una cadena de lógicas causales formadas por valores numéricos y percepciones cualitativas de análisis de la realidad.

Index	Differential equation	Monotony	Symbol	Remark
1*	$\dot{B} = f(A)$	$\frac{\partial f}{\partial A} > 0$		
2		$\frac{\partial f}{\partial A} < 0$		
3		non-monotonous		The index i hints at a remark in the text
4		unknown		The uncertainty might be due to expert disagreement and/or insufficient research
5*	$B = f(A)$	$\frac{\partial f}{\partial A} > 0$		Decreasing, non-monotonous or unknown functions are represented according to cases (2)–(4)
6	$B = f\left(\frac{dA}{dt}\right)$	$\frac{\partial f}{\partial (dA/dt)} > 0$		Correspondingly for $\dot{B} = f(\cdot)$
7*	$B = f\left(\int A dt\right)$	$\frac{\partial f}{\partial (\int A dt)} > 0$		Correspondingly for $\int B dt = f(\cdot)$
8	$B = f(A) + g(C)$	$\frac{\partial f}{\partial A} > 0, \frac{\partial g}{\partial C} > 0$ $\frac{\partial f}{\partial A} > 0, \frac{\partial g}{\partial C} < 0$		For equal signs of partial derivatives; other monotonyes according to (1)–(4); dependency on rate or integral is encoded as in (5)–(7)
9	$B = f(A, C)$	$\frac{\partial f}{\partial A} > 0, \frac{\partial f}{\partial C} > 0$ $\frac{\partial f}{\partial A} > 0, \frac{\partial f}{\partial C} < 0$		Other monotonyes are encoded according to (2)–(4); nonlinear function $f(B, C)$; dependency on rate or integral is encoded as in (5)–(7)
10	$A = f(C), B = g(C)$	$\frac{\partial f}{\partial C} > 0, \frac{\partial g}{\partial C} > 0$		Correspondingly for different dependencies and monotonyes

Fig. 17. Tipología de las relaciones entre variables que provocan un síndrome.

Petschell-Held. 1999

Como vemos estos sistemas de relaciones causales integran modelos matemáticos basados en incorporar valoraciones cualitativas y datos cuantitativos.

16. El uso de las herramientas: síndromes, modelos y indicadores

En este capítulo hemos querido desarrollar estas tres herramientas conceptuales: indicadores, modelos y síndromes porque son la base de nuestra propuesta de análisis regional que veremos en el próximo capítulo.

Creemos que las tres nos sirven para el análisis de la realidad y de sus procesos, **los indicadores** nos permiten aislar una o varias variables del sistema de estudio y ver su valor y su evolución en el tiempo; **el modelo y la herramienta de construcción de modelos de la Dinámica de Sistemas** nos ayuda a categorizar los tipos de indicadores en stocks y flujos, pero la fuerza del concepto de **síndrome** nos permite analizar fenómenos relacionados con procesos ambientales y sociales que están constituidos por variables subyacentes, pero sin la necesidad de establecer una relación cuantitativa entre dichas variables.

En el capítulo siguiente en el que exponemos nuestra aportación metodológica al análisis de la sostenibilidad regional configuraremos nuestra metodología utilizando estas tres herramientas conceptuales.

CAPÍTULO 4.

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD REGIONAL

“Una frontera es un lugar definido donde precisar contactos y medir flujos de intercambio.”(Ramon Margalef)

CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD REGIONAL.

1. Introducción

En este capítulo queremos exponer el trabajo original de la tesis después de describir el paradigma de la sostenibilidad (cap.1), repasar el estado del arte del análisis regional (cap.2) y comentar diversas metodologías de análisis de la sostenibilidad como los indicadores, los modelos y los síndromes de cambio global (cap. 3).

En esta parte elaboraremos la metodología de análisis de la sostenibilidad regional propuesta, apoyada en los principios teóricos revisados y estructurada en los siguientes puntos:

- Una visión sistémica de la región como un sistema jerárquico multinivel.
- Un análisis sobre los límites regionales.
- El paradigma de la sostenibilidad en sus diferentes concepciones aplicado a la región.
- Definir los subsistemas que conforman la región utilizando la categorización de variables que propone la Dinámica de Sistemas (stocks, flujos y variables auxiliares).
- Detectar las insostenibilidades regionales usando el concepto de síndromes de insostenibilidad.
- Analizar la propensión de la región a la presencia de los síndromes definidos, utilizando la metodología de indicadores.

A partir de los datos obtenidos con dicha metodología, sus resultados pueden ser confrontados entre los actores que habitan y/o gestionan el territorio para sacar conclusiones consensuadas o contrapuestas sobre el estado de la región y su sostenibilidad. No pretendemos diseñar un sistema cerrado de análisis, sino que queremos proponer un sistema abierto y de fácil utilización - asumiendo las aportaciones de Giuseppe Dematteis (Dematteis G. 2006) - para que los agentes sociales tengan herramientas para definir y consensuar propuestas de mejora de la sostenibilidad regional.

Lo que pretendemos con este análisis es facilitar el diagnóstico de la sostenibilidad regional y perseguir el incremento de la autonomía regional, la transformación sostenible de las regiones, y sus núcleos urbanos, la mejora de las relaciones humanas, de la calidad de vida y la minimización de los impactos ambientales.

1. La región: un sistema multinivel en un entorno jerárquico y globalizado

Tomando la visión sistémica de la región (Gómez Piñero, 1998) y la teoría de sistemas jerárquicos (Bunge 1999, Gallopin 1991, Dematteis G. 2006) podemos considerar al sistema regional inmerso en un entorno local y global que influye en él y determina muchas veces sus dinámicas territoriales, su status social y sus funciones económicas¹.

Según la concepción de la región como un sistema jerárquico (capítulo 2) podríamos plantear el territorio regional organizado en una **escala de niveles** dispuestos en cinco estratos. En este caso hemos adaptado un modelo de niveles aplicado a los sistemas sociales de Mario Bunge (Bunge M. 1999), y lo hemos configurado para la estructura regional utilizando su nomenclatura (Nano, micro,... ver apéndice 1 punto 11).

Hemos distribuido los niveles en función de las partes componentes de los diversos sistemas que conforman la jerarquía regional (Tabla 1). Cinco estratos y cuatro subsistemas por nivel:

- Un **meganivel** que se refiere al entorno del sistema o los niveles supraregionales que interactúan con el sistema regional.
- Un **macronivel** donde se sitúan las estructuras que conforman la región vista como un todo.
- Un **mesonivel** donde se ubican las estructuras que conforman el municipio, la ciudad y los nodos urbanos.
- Un **micronivel** donde se sitúan los colectivos y grupos sociales.
- Un **nanonivel** donde se sitúan los individuos.

¹ Profundizando en el marco jerárquico regional que hemos visto en el capítulo 2, entendemos que el mundo local y regional, en el marco globalizado mundial actual, se halla sometido a lo que Castells denomina la “tiranía de los flujos” (Borja y Castells 1997, Castells 2001)), o sea que existen flujos de carácter global que actúan en la región (económicos, energéticos, sociales,...). Dichos flujos globales intervienen en el momento en el que el territorio tiene algo atractivo para intereses económicos concretos, sean recursos, sean particularidades estético naturales o usando el territorio regional como base para construir una infraestructura requerida para imponer un cierto modelo de desarrollo. Como hemos visto en el capítulo 2, en el mundo globalizado, este entorno regional se puede jerarquizar en escalas diversas en función de los subsistemas superiores (nacionales, mundiales) con los que la región conecta. Esta jerarquía de escalas incide en la región; en el caso de las políticas o las inversiones, su procedencia puede ir desde ámbitos globales (Ej. Fondo Monetario Internacional) a ámbitos nacionales (Políticas de Estado) y locales (inversiones regionales). Por ello podemos decir que los fenómenos que se generan en la región pueden ser producidos por dinámicas internas o externas al sistema de estudio, o sea dentro o fuera de los límites del sistema regional. Y no sólo por intereses económicos, los fenómenos globales afectan a lo local, sino también por causas sociales generadas por la diferencia entre niveles de desarrollo económico entre países. Como ejemplo el fenómeno de los desplazamientos migratorios desde los países con un bajo nivel de desarrollo hacia los países desarrollados. Esta inserción social de personas con pautas culturales distintas a las locales afectan a las relaciones sociales de la región, pero las causas de su llegada se generan en lugares que están alejados de la misma. Entenderemos estos procesos externos como procesos de un nivel superior que se desarrollan en el entorno del sistema e influyen en sus procesos internos.

Para el análisis de la región no vamos a tener en cuenta todos los niveles ya que entraríamos en un grado de complejidad muy alto, pero sí hemos querido definirlos, porque las estrategias de transformación deben tenerlos en cuenta, ya que cada estrategia, como defiende Bunge, debe tener su propia particularidad en función del nivel al que se aplique (Bunge M, 2004), éste error es uno de los que hacen que fracasen muchas estrategias de desarrollo.

	Nivel	Territorial	Social	Económico	Institucional
ENTORNO	Meganivel Entorno del sistema de estudio. Nacional Global	Continuos ecosistémicos Supra-regionales	Fenómenos sociales que afecten a la región Ej. inmigración turismo	Fenómenos económicos que afecten a la región Ej. Multinacionales	Decisiones políticas que afecten a la región Ej. Estado Mundo
REGIÓN	Macronivel Región	Territorio regional	La población regional	Las dinámicas económicas regionales, el PIB regional	Los gobiernos regionales
	Mesonivel Ciudades, núcleos rurales, ecosistemas	Usos del suelo	Núcleos urbanos y rurales	Los PIB locales y sus actividades	Ayuntamientos. Capacidad Institucional local
	Micronivel Grupos sociales	Áreas naturales locales	Grupos sociales	Empresas locales	Partidos políticos locales
	Nanonivel Individuos	Especies locales	Individuos y familias	Trabajadores y empresarios locales	Políticos y funcionarios

Tabla 1. Niveles de organización y subsistemas.

Elaboración propia a partir de la conceptualización de niveles de Bunge.

El meganivel, será concebido como el entorno del sistema regional desde el cual recibe entradas materiales, de personas, económicas y hacia el cual se dirigen los diversos flujos regionales. Desde esta perspectiva jerárquica las regiones se hallan bajo la influencia de los flujos globales, como los ciclos geobioquímicos planetarios, por un lado (ej. cambio climático) y de los efectos económicos y sociales de la globalización cultural (ej. precio del petróleo y de los alimentos, flujos migratorios, importaciones,...). Por ello es desde la propia estructura regional y sus procesos organizativos que la región, como afirma Rolando García (García R., 2006), será más o menos resistente a las perturbaciones que se originen en esos macroniveles.

Es interesante ver, cuando analicemos el sistema de estudio, de donde provienen los flujos que afectan al sistema, si su origen es interior o proceden de flujos exteriores más difíciles de controlar.

2. Los límites del sistema regional

Para desarrollar el análisis sistémico y definir los niveles jerárquicos de una región debemos primero definir los límites de ésta en función del objeto de estudio (Bunge 2004). Limitar la región nos permite ubicar los fenómenos territoriales, sociales, políticos y económicos a estudiar.

Los **límites administrativos** son importantes, ya que en función de éstos se hallan organizados los datos de la zona.

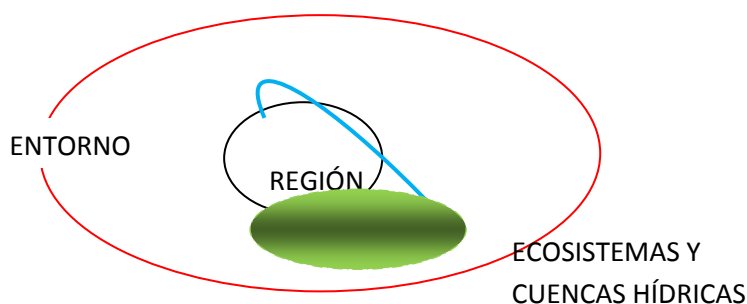


Fig. 1. Esquema representativo del sistema regional y su entorno.

Los ecosistemas y cuencas hídricas que superan las fronteras regionales. Elaboración propia.

Los **límites de los ecosistemas** son más difíciles de establecer, como en el caso de los continuos ecosistémicos, como las cuencas, las cordilleras, o las zonas boscosas, una parte de los cuales se hallan ubicados en el interior de los límites regionales, pero otra parte de ellos pueden hallarse en el exterior. En este caso se considerará el estado de dichos continuos como una unidad interior y exterior al sistema, y se analizarán los efectos o impactos que el sistema de estudio ejerce sobre ellos. O sea se concebirá el territorio natural que pertenece a la región como el que se halla dentro de los límites asignados a la región.

Una vez establecidos estos límites, el territorio adyacente será considerado como **el entorno del sistema**².

3. La sostenibilidad regional

Siguiendo el paradigma de la sostenibilidad generalmente se plantean cuatro dimensiones: la ambiental, la social, la económica y en algunos casos se ha diferenciado la institucional (ver capítulo 1, punto 12). En esta propuesta metodológica hemos querido ampliar esas dimensiones para aplicarlas a la sostenibilidad regional diferenciando la sostenibilidad ambiental en dos

² El entorno incorpora al sistema regional flujos de energía, materia e información que modifican o determinan las dinámicas internas del sistema de estudio, y a la vez el sistema de estudio genera flujos que van hacia el entorno del sistema, como las emisiones de CO2 que se generan en la zona y se diluyen en la atmósfera junto al resto de las emisiones planetarias o los vertidos contaminantes a cuencas o las mismas exportaciones. Los límites regionales nos servirán para analizar la región como un sistema autónomo siguiendo el modelo de desarrollo que plantean los principios de la Bioregión (ver capítulo 2, punto 2).

subdimensiones: la meramente ambiental correspondiente a los flujos de materia y energía consumidos en la región y la dimensión territorial que determina como se estructura el territorio regional. Por otro lado hemos querido añadir un aspecto nuevo proveniente de los principios que nos aporta la teoría de la bioregión, como es la autonomía regional que pretende que la región se convierta en un sistema autónomo con la mayor parte de los ciclos materiales cerrados en el propio territorio regional (Berg P. 1997, Guimarães R.P.2001). Son estas dimensiones las que nos ayudarán a definir posteriormente los síndromes de insostenibilidad regional.

a) La sostenibilidad territorial

La sostenibilidad territorial vendría dada por el equilibrio entre las estructuras artificiales y los ecosistemas naturales que conforman la región³.

b) La sostenibilidad ambiental

Una región tendrá un metabolismo sostenible si los flujos mayoritarios de materia y energía proceden de la misma región, los recursos mayormente utilizados tienen carácter de renovables, se usan eficientemente y la mayor parte de ellos retornan al metabolismo natural o productivo cuando su utilidad se ha acabado⁴.

c) La sostenibilidad social

La calidad de vida y el bienestar social de dicha población será la clave para analizar la sostenibilidad social.

d) La sostenibilidad económica

La sostenibilidad económica vendrá determinada porque la generación de empleo y renta que generan dichas actividades sea distribuida de manera equilibrada entre toda la población.

³ Como hemos visto en el capítulo 1 en el que se exponían las diversas dimensiones de la sostenibilidad, la sostenibilidad del territorio vendrá dada por el mantenimiento de los servicios naturales y de los ecosistemas (Brown L.R., 1997), dichos servicios dependerán del balance entre los capitales presentes en la región (Jiménez Herrero L., 2000) o sea del resultado del balance entre el capital natural y el capital social y económico; en este sentido podemos analizar la sostenibilidad de los territorios regionales en función de su grado de artificialización o sea el territorio que se usa para usos sociales y económicos (agrícola y urbanizado) en relación al territorio que mantienen los ecosistemas naturales preservados. Este balance vendrá determinado por el grado de explotación del territorio y el grado de preservación del capital natural que haya experimentado la región en su historia y en su proceso de desarrollo.

⁴ El metabolismo regional dependerá del modelo de consumo de recursos y de los flujos de materiales en función de la procedencia de dichos recursos (renovables/no renovables), la configuración de sus circuitos de aprovechamiento y reciclaje y el impacto de los residuos producidos por ellos depende del criterio para gestionarlos en forma de ciclos cerrados (reutilización de desechos) o de ciclos abiertos que impactan sobre el entorno local y/o global (vertederos, contaminación del aire, hídrica y del suelo,...) (Braungart M. y McDonough W., 2005).

e) La sostenibilidad institucional

Vendrá determinada por la capacidad de la institución pública para promover la protección del medio natural, un bienestar equilibrado de la población y del nivel democrático de su sistema de toma de decisiones⁵.

f) La autonomía regional

La sostenibilidad regional, según los principios de la Bioregión (Capítulo 2), pretende que la región se convierta en un sistema autónomo, con tendencia al autoabastecimiento material y energético y con la mayor parte de los ciclos materiales cerrados en el propio territorio regional⁶.

4. Propuesta de análisis regional I: La concepción de la región desde la Dinámica de Sistemas, los stocks regionales

Analizar la sostenibilidad exige ver la región como un gran sistema inmerso en un entorno jerarquizado y en el que la interacción entre los subsistemas que la componen genera el modelo de desarrollo regional. Por ello para medir la sostenibilidad del sistema regional y estructurar ese planteamiento sistémico deberemos definir cuáles son los subsistemas que conforman la región para su análisis y las variables que los definen.

En el capítulo 3 hemos visto una de las herramientas científicas que se utiliza para la creación de modelos y de uso extenso como método de modelización, que es la Dinámica de Sistemas de J.W.Forrester (Aracil J. 1983), la cual nos caracteriza tipologías de variables según su funcionalidad para la construcción de un modelo. Dichas variables como hemos explicado en el capítulo 3 pueden ser de tres categorías: stocks, flujos y variables auxiliares.

Los **stocks** son cantidades de elementos que se acumulan o se reducen, como la población, el suelo arable, el suelo natural o los depósitos de dinero de un banco. Los stocks pueden ayudarnos a definir los subsistemas que componen la región. Estos stocks pueden subdividirse en sub-stocks, si bajamos un peldaño en la escala de análisis (Tabla 1). El stock territorial, por ejemplo, puede subdividirse en función de sus usos (sub-stock natural o sub-stock urbanizado).

⁵ Generalizar el bienestar social depende de cómo se dispone la población en el territorio, del reparto de la riqueza, de las posibilidades de generación de empleo local y del desarrollo de economías endógenas, así como de sistemas de gestión institucional que promuevan dichos modelos de desarrollo, en un marco rural/urbano equilibrado.

⁶ Queremos trabajar con esta hipótesis básica para contemplar la sostenibilidad regional. Creemos que con la subida del precio del petróleo y el incremento de la utilización de los combustibles fósiles, que ya ha superado sus niveles máximos de producción (pick-oil), se encarecerá el proceso de globalización y será más económico abastecerse de productos locales que de productos que deben recorrer muchos kilómetros para llegar al lugar de consumo (Rubin J. 2009).

Los **flujos** son variables que influyen en los stocks y hacen que aumenten o disminuyan sus dimensiones en relación al tiempo, como la tasa de natalidad en relación a la población que hace que ésta se incremente o la mortalidad que hace que la población se reduzca.

Existe otro tipo de variables llamadas **variables auxiliares** que pueden provenir de la influencia de otros stocks o de fenómenos concretos que influyen en éstos⁷.

Con esta base conceptual podemos decir que **los principales stocks** que componen un sistema regional y determinan su configuración y sus dinámicas son⁸:

- Territorio (según sus diversos usos)
- Población (niveles de bienestar)
- PIB (Producto Interior Bruto).
- Sistema institucional⁹

El gran flujo regional: Si atendemos a la concepción de la sostenibilidad en función de los recursos (Daly H., 2008) debemos considerar que el mantenimiento de los stocks poblacionales y económicos dependen del **metabolismo regional** que los alimenta, o sea de los recursos materiales y energéticos que se consumen en la región y de los residuos que generan los mismos. El metabolismo regional alimenta los stocks poblacionales y económicos y reduce el stock de territorio natural si los recursos son extraídos de la misma región.

El desarrollo regional sostenible debería poder definirse como una serie de cualidades de los stocks que hay que incrementar y una serie de cualidades de los stocks que hay que reducir, todos ellos movidos por los flujos correspondientes que generan dicha transformación.

⁷ Como por ejemplo la llegada de mujeres de otras regiones en edad fértil que influye sobre la tasa de natalidad y que incrementa el stock poblacional o como una epidemia generada por una enfermedad grave que influiría en el flujo de mortalidad de una población y reducirá el stock de ésta.

⁸ Estos stocks se corresponden con la concepción de la sostenibilidad en función de sus capitales: natural, social, económico e institucional visto en el capítulo 1 (Jiménez Herrero L.,2000)

⁹ Hemos visto en el capítulo 1 que el modelo de desarrollo actual (no sostenible) prima la actividad económica o incremento del stock económico por encima del bienestar social del stock de la población y de la conservación de los ecosistemas, o sea el stock económico crece y hace reducir el sub-stock del medio natural y mantiene o no reduce lo suficiente (PNUD, 2003) el sub-stock social de las personas con las necesidades insatisfechas, o sea que no reduce ampliamente el sub-stock de la población que se halla bajo condiciones de pobreza. Creemos que en este proceso de transformación tiene un papel importante la capacidad institucional de la región definida por la capacidad de acción de las instituciones presentes en la región.

a) El stock territorial

Como vimos en el capítulo segundo, el **territorio (T) o stock territorial** es el soporte biofísico o natural de las actividades de la región, formado por los ecosistemas regionales y los recursos naturales y la transformación de dicho territorio en función de sus usos sociales y económicos. Esto nos llevaría a categorizar cuatro tipos generales de usos del suelo o **sub-stocks territoriales**¹⁰:

- Espacios naturales
- Núcleos urbanos y infraestructuras
- Espacios agrícolas y explotaciones forestales
- Masas de agua continentales.

La sostenibilidad territorial vendría dada por el equilibrio entre las estructuras artificiales y los ecosistemas naturales que conforman la región¹¹.

Es importante visualizar como se halla el sistema urbano distribuido en la región. Podemos tener regiones de tipo centralista o de tipo de urbanización más dispersa.

La centralidad de la malla urbana dependerá del tamaño de los núcleos urbanos presentes en la región. Un núcleo urbano mucho mayor que los demás asentamientos ejerce una influencia atractora sobre el resto de los nodos de la malla y sobre la distribución de los flujos, y conforma un núcleo central dominante (áreas metropolitanas o ciudades región (capítulo 2, punto 1)), muy conectado alrededor de núcleos con menores conexiones (Fig. 3). Núcleos urbanos con menores diferencias de tamaño pueden generar una malla mas polinucleada y equitativa en el número de relaciones entre ella (Fig.4)

¹⁰ Los sub-stock planteados corresponderían a un nivel inferior de la jerarquía regional. Según el esquema jerárquico planteado en el punto 1, éste correspondería al Mesonivel (Tabla 1).

¹¹ Los ecosistemas se conectan entre sí y la biodiversidad (especies) se desplaza entre ellos. Por ello sus dimensiones y la conectividad entre los ecosistemas es una propiedad importante para mantener la sostenibilidad de los mismos (Margalef R., 1993). Sobre el territorio se emplazan los centros urbanos, las infraestructuras y los espacios productivos. Dicha ocupación del territorio afecta a la conectividad de la región. Al incrementarse la conectividad entre núcleos urbanos y rurales se reduce la conectividad natural entre los ecosistemas. La conectividad urbana es provocada por la necesidad de movilidad de la población y de los agentes económicos. Esta estructuración territorial o sea la relación “sistemas naturales/sistemas artificiales”, convierte a la región en una red de sistemas nodales formados éstos por el número de asentamientos humanos presentes y sus dimensiones y la red de relaciones (flujos de materiales, energéticos, sociales y económicos) entre ellos. La transformación del stock territorial en la región (Ej. disminución del sub-stock natural) depende de la configuración de esos centros organizados que configuran los núcleos de población y los sistemas urbanos y su desarrollo en el tiempo.

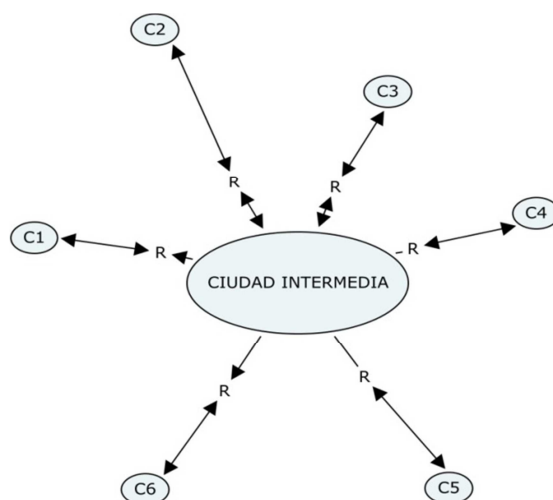


Fig. 2. Esquema representativo de malla centralizada con nodos dependientes de dicho centro.
Elaboración propia.

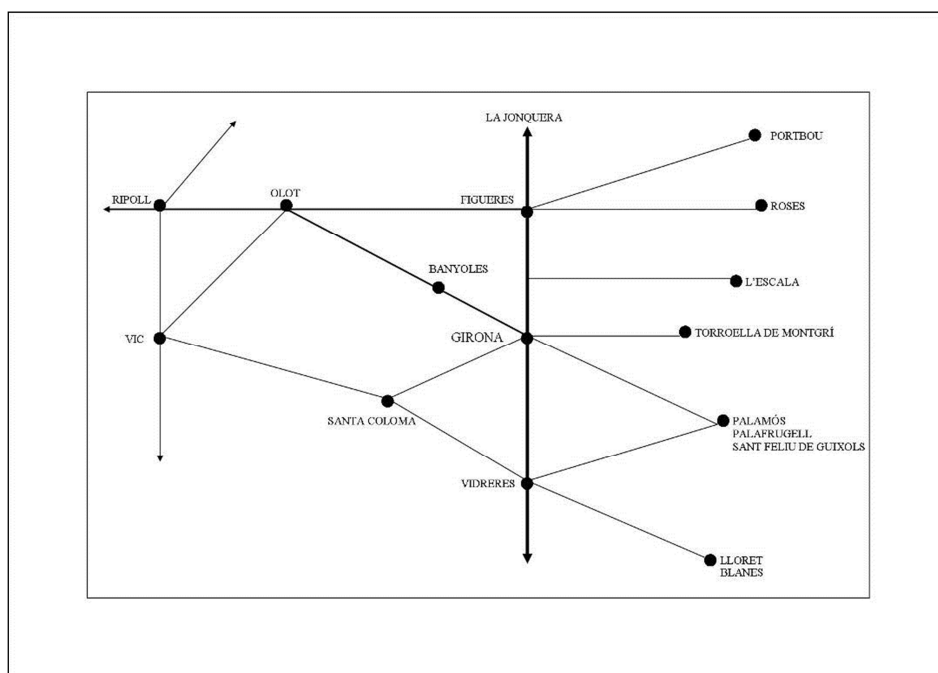


Fig. 3. Esquema de malla polinucleada.

Elaborada a partir de un modelo simplificado de los nodos urbanos más importantes y sus relaciones, que configuran las comarcas de Girona, Cataluña. Elaboración propia.

b) El stock poblacional

La **población (P)** supone el stock de seres humanos presentes en la región. Su evolución en el tiempo vendrá determinada por las tasas de crecimiento natural experimentadas más el incremento de dicho stock que suponen los fenómenos migratorios y el turismo.

El stock poblacional puede dividirse en sub-stocks de población en función de las edades o del nivel de renta, el sub-stock de población bajo condiciones de pobreza será el sub-stock que deberemos reducir.

La calidad de vida y el bienestar social de dicha población será la clave para analizar la sostenibilidad social (Naciones Unidas, 1992).

c) El stock económico

El PIB (E) es el indicador que muestra el grado de actividad económica de la región¹² y el que nos muestra cual es el modelo productivo de la misma. Los actores económicos son los que generan este modelo, o sea las **empresas** que conforman el tejido económico de la región. Dichas empresas se distribuyen entre los cuatro sectores económicos: primario, industrial, construcción y servicios. Esta distribución por sectores nos determinará los sub-stocks económicos de la región. Las empresas ubicadas en la región generan **empleo y renta** que se distribuye entre la población.

La sostenibilidad económica vendrá determinada porque la generación de empleo y renta que generan dichas actividades sea distribuida de manera equilibrada entre toda la población (Naciones Unidas, 1992).

d) El stock institucional o capacidad institucional

La capacidad institucional (I) es un elemento clave de la sostenibilidad social y se organiza dentro del mismo¹³. Su capacidad económica puede darnos una idea de sus posibilidades de actuación. La institución puede considerarse un stock importante para la región, sea en el ámbito municipal o regional. Su actuación genera **el sistema de regulación institucional** que regula la organización socio-económica de la región y promueve **inversiones** públicas para la mejora de la calidad de vida y distribuye la riqueza entre la población. Su capacidad reguladora vendrá determinada por el presupuesto que maneja (relación presupuesto público/PIB) y por la implicación de la sociedad y de los grupos de ciudadanos en la gestión pública.

¹² Aunque demasiadas veces el PIB se considera, erróneamente, como un indicador de bienestar (Daly H., 2008), el hecho de que en esta metodología se considere como un stock más junto al territorio, la población y la institución, le despoja de ese carácter exclusivo de medida de progreso social, porque podemos ver los impactos del crecimiento tanto en el medio ambiente como en la población.

¹³ El stock institucional podría considerarse como un sub-stock del stock poblacional pero preferimos analizarlo como un stock principal debido a su papel mediador en la gestión del territorio y en la distribución de la riqueza y su capacidad reguladora.

La sostenibilidad institucional vendrá determinada por la capacidad de la institución pública para promover la protección del medio natural, un bienestar equilibrado de la población y del nivel democrático de su sistema de toma de decisiones (Naciones Unidas 1992).

e) El metabolismo regional

El metabolismo regional (M) estaría formado por flujos materiales y energéticos procedentes de la región o fuera de ella que sirven para satisfacer las necesidades de la población y posibilitan las actividades económicas productivas y de servicios, las cuales a su vez generan residuos tanto urbanos como industriales. Estos recursos pueden ser energéticos y materiales y su procedencia, su distribución, su consumo y su deposición determinarán la sostenibilidad ambiental de la región.

Una región tendrá un metabolismo sostenible si los flujos mayoritarios proceden de la misma región, los recursos mayormente utilizados tienen carácter de renovables, se usan eficientemente y la mayor parte de ellos retornan al metabolismo natural o productivo cuando su utilidad se ha acabado (Braungart M. y McDonough W., 2005).

La autonomía regional sería un elemento clave para la sostenibilidad regional. La región no es un sistema aislado y se halla conectada con su entorno cercano y lejano mediante las infraestructuras de comunicación. Un elemento que hace dependiente a la región serán las inversiones exteriores que llegan para dinamizar su economía, conjuntamente con las mercancías y los productos que salen y entran de la región.

La dependencia exterior de la región vendrá determinada por su balanza comercial (inversiones) o los flujos de entrada y salida de materia y energía que sostienen el desarrollo regional (balance entre exportaciones e importaciones) (Guimaraes R.P., 2001, Salas H., 2008).

5. Propuesta de análisis regional II: Los síndromes de insostenibilidad regional

Hasta ahora nos hemos servido para el análisis de la sostenibilidad regional del concepto de stocks y flujos, pero hemos visto que esos stocks no son unidades compactas, sino que se caracterizan por sus componentes (sub-stocks), por sus propiedades y sus dinámicas concretas, por ello queremos proponer la asociación a dichos stocks y flujos el concepto de síndrome, que elaboró el GAC (German Advisory Council 1993, 94 y 96) y fue adoptado y ampliado posteriormente por la CEPAL para analizar los fenómenos de cambio global que se producían en algunos países latinoamericanos (ver capítulo 3) y que lastimosamente no se siguió desarrollando por terminarse la financiación del programa de investigación.

Los síndromes de cambio global, que aplicados al sistema regional llamaremos **de insostenibilidad regional**¹⁴, son procesos que se producen en el territorio y que configuran una serie de relaciones características que se dan entre los diversos subsistemas sociales y naturales que lo componen y generan impactos del sistema social sobre el natural o problemáticas intrínsecamente sociales¹⁵.

Los síndromes de insostenibilidad regional serían procesos asociados a la calidad y al tamaño de los stocks que conforman la región, los cuales influyen en su grado de sostenibilidad. Pueden concebirse como procesos que alejan a la región del estado de sostenibilidad y que se asocian a los stocks principales. Por ello los hemos organizado en función de ellos: territoriales, de población o sociales, económicos, institucionales y de metabolismo.

A continuación hemos definido los síndromes que creemos que son importantes para hacer una lectura de la sostenibilidad regional. La selección de los síndromes propuestos proviene de las diferentes dimensiones del concepto de sostenibilidad y nos dan información sobre procesos que nos acercan o nos alejan de ella.

¹⁴ En el capítulo tres hemos visto el concepto de Síndromes de cambio global analizado a nivel de Estado y que al adaptarlo a la escala regional lo denominaremos Síndrome de Insostenibilidad Regional.

¹⁵ Por ejemplo el síndrome de explotación de un recurso por un sistema productivo, hace que el stock de dicho recurso disminuya de manera acelerada movido por flujos que promueve el sistema económico vigente y que no atiende a un modelo de explotación sostenible de dicho recurso (Ej. Síndrome del Mar de Aral)¹⁵. O sea que el síndrome caracterizaría un modelo de flujo exagerado de extracción (apropiación) de dicho stock por encima de su capacidad de reposición. El síndrome de favelización (generación de favelas en las ciudades), por ejemplo, hace que el stock de pobreza urbana incremente movido por el abandono del medio rural, el desplazamiento de dicha población a las ciudades y la creación de viviendas informales en éstas y el incremento de la pobreza urbana.

A. Síndromes territoriales

Este conjunto de síndromes se basan en la definición de sostenibilidad ambiental o el mantenimiento de los servicios de los sistemas naturales frente al desarrollo urbanístico (Brown L.R., 1987, Rueda S.,1995):

T1. Exceso de explotación del medio natural. El territorio artificializado (sub-stocks agrícola + improductivo) es elevado. El sub-stock urbano tiene una relación elevada respecto a los otros stocks

T2. Fragmentación del medio natural. El territorio no urbanizado (sub-stock natural) está muy fragmentado por las infraestructuras

T3. Medio natural sin protección legislativa. La conservación del medio natural no está regulada mediante legislación

T4. Bajo potencial hídrico. La capacidad hídrica de la región es baja por escasez o contaminación.

T5. Gran impacto del espacio urbano El sub-stock urbano está concentrado de manera que ocupa una gran porción de territorio en la región o el stock urbano está excesivamente disperso por el territorio. La baja densidad de urbanización, las previsiones de crecimiento del suelo urbanizado y la construcción de viviendas anuales pueden ser características de dicho síndrome.

Síndromes referentes a la población:

Este conjunto de síndromes se basan en aspectos demográficos relacionados con la población, de la capacidad de carga (Wackernagel M. y Rees W., 1996) y de la calidad de vida (PNUD 2003).

P1. Crecimiento exagerado o depresión del stock poblacional. Las previsiones de crecimiento del stock urbano son elevadas o existe una pérdida importante de población por falta de desarrollo.

P2. Alto grado de población dependiente. La población mayor de 65 años presenta un porcentaje elevado respecto al total, junto con la población menor de 16 años.

P3. Descompensación por género. La población está descompensada por géneros.

P4. Inmigración elevada. La inmigración presenta tasas elevadas que pueden generar problemas culturales y de relación social (xenofobia).

P5. Turismo elevado. El turismo se convierte en un impacto territorial, social y cultural fuerte.

P6. Baja organización social. Tejido social poco organizado en asociaciones.

P7. Pobreza elevada. El stock de población bajo niveles de pobreza es elevado.

P8. Inseguridad elevada. La tasa de delitos es elevada.

P9. Baja capacidad de desplazamiento territorial. La población tiene dificultad de desplazarse en transporte público por la región.

Síndromes referentes al stock económico:

Este conjunto de síndromes proviene de la visión de la región como un espacio autoorganizado (Berg P. 1997) y del concepto de capacidad de carga (Waakernagel M y Rees W., 1996).

E1. Crecimiento elevado o depresión económica. La tasa de incremento del PIB no es suficiente para generar empleos (depresión) o es excesiva su actividad (hiperdesarrollo).

E2. Economía poco productiva. La economía se basa en los servicios y no en actividades productivas, por ello la región se torna dependiente del exterior.

E3. Alta dependencia exterior. La balanza comercial de la región está descompensada por exceso de importaciones o exportaciones. La dependencia regional de inversiones exteriores es elevada.

Síndromes referentes a la capacidad Institucional:

Este conjunto de síndromes proviene de la visión de la sostenibilidad planteada en la agenda 21 y el papel de las autoridades locales en la promoción del desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 1992)

I1. Capacidad institucional baja. La institución regional tiene una capacidad económica o competencial baja.

I2. Poca implicación social en la gestión regional. Los ciudadanos no se implican en la gestión pública.

Síndromes referentes al metabolismo regional:

Este conjunto de síndromes surge de la concepción de la sostenibilidad desde el punto de vista del consumo de recursos para analizar si dicho consumo parte de recursos renovables o no renovables (Daly H., 2008), desde la superación de la capacidad de carga (García E. 1997) y de la sostenibilidad desde la degradación entrópica (Schneider 2008).

M1. Dependiente de combustibles fósiles o exterior. La tasa de dependencia de recursos no renovables es elevada o las fuentes energéticas no son locales.

M2. Metabolismo alto. Los consumos de recursos y la generación de residuos son elevados.

M3. Metabolismo bajo en sostenibilidad. Los desechos de los flujos materiales (aguas contaminadas y residuos) no retornan al circuito natural o productivo, las fuentes energéticas no son renovables.

M4. Baja accesibilidad a los servicios. En los países en desarrollo hay muchas personas que no tienen acceso al agua potable, al alcantarillado o a la energía, lo cual puede ser considerado como síndrome de metabolismo ya que no se dispone de acceso a dichos flujos.

Hay que decir que esta metodología propuesta basada en síndromes, supone un esquema de análisis regional abierto, lo que nos permitirá añadir síndromes nuevos que sean de valor para analizar la sostenibilidad de una región determinada.

En el próximo punto estableceremos una batería de indicadores asociados a los síndromes propuestos. Los indicadores reflejan la evolución de cada síndrome y son señales direccionales de la dirección de los procesos analizados. Los síndromes nos dan información sobre patologías que afectan a los stocks regionales. El cumplimiento de dicho síndromes o la predisposición de la región a los mismos vendrá dado por los valores cuantitativos de los indicadores más la percepción del investigador o de los participantes en la diagnosis sobre la región (interpretación subjetiva de los datos).

Entendemos también que dicha lectura de la sostenibilidad regional es general y global por ello la profundización en algún aspecto que interese al investigador deberá generar análisis más pormenorizados del mismo.

6. Propuesta de análisis regional III: El análisis regional a partir de los indicadores asociados a los síndromes.

En esta parte del sistema de análisis regional vamos a hacer corresponder indicadores cuantitativos o porcentuales que nos indiquen la presencia o ausencia de los síndromes propuestos anteriormente.

Como hemos comentado en el capítulo 3, el uso de sistemas o baterías de indicadores para medir la sostenibilidad está muy extendido y es muy diverso. Pero una de las deficiencias del sistema de indicadores es que nos dan una visión fragmentada del sistema de estudio (municipio, región, país) ya que se valora cada indicador por separado sin relacionarlo en su conjunto, salvo en algunos modelos lineales como el modelo PER (OCDE 1994) o los sistemas más ambientales como los indicadores de metabolismo urbano (Prats et al., 1985).

La utilización de los síndromes, asociando indicadores a los mismos, nos permite interrelacionar indicadores a procesos concretos de insostenibilidad que se dan en el territorio y mediante los valores de los indicadores y su evolución en el tiempo nos permite afirmar si dicho síndrome se halla presente en la región o tener indicios de si en la región existe una predisposición al mismo.

Por ello cada síndrome vendrá expresado por uno o más indicadores que se puedan medir. Al síndrome T1, por ejemplo, le corresponderán los indicadores t1.1, t1.2,... La presencia o ausencia del síndrome expresada por el valor del indicador vendrá determinada por la capacidad de interpretación de dicho indicador por el analista o por los resultados que surjan al comparar dicho indicador entre diferentes tipos de regiones estudiadas.

En el estudio de los casos generaremos una aproximación a dicha valoración con los datos extraídos de las medidas de las regiones analizadas. En el apartado siguiente analizaremos como planteamos la valoración de los indicadores para analizar el cumplimiento o no del síndrome que expresan.

A continuación pasamos a describir el sistema de indicadores propuesto, primero con una tabla sintética en la que se asocian indicadores a síndromes y a stocks y posteriormente trataremos indicador por indicador para describir sus unidades, la metodología de cálculo y su origen¹⁶.

¹⁶ La selección de los indicadores asociados a los síndromes proviene de los trabajos del autor en este tema desde el año 1998 hasta hoy, a partir del análisis de numerosas baterías de indicadores locales, regionales y nacionales y su participación en diversos grupos de trabajo que han elaborado baterías de indicadores para medir la sostenibilidad local y regional, como el Fórum Cívico Barcelona Sostenible (Antequera J., 1998 y 1999) que seleccionaron 64 indicadores basados en 10 principios de sostenibilidad para analizar la sostenibilidad de la ciudad de Barcelona y en cuya elaboración participaron más de 100 personas y diversos colectivos sociales y se

Nº	Ref.	Indicador	Síndrome	Stock
1	T1.1	Usos del suelo	<i>Exceso de explotación del medio natural</i>	Territorio
2	T2.1	Conectividad del territorio no urbanizable	<i>Fragmentación del medio natural</i>	
3	T2.2	Metros de Infraestructuras por Km cuadrado.		
4	T3.1	Grado de protección del territorio natural	<i>Medio natural sin protección legislativa</i>	
5	T4.1	Potencial hídrico regional: metros de red hídrica por Km2 + Pluviometría	<i>Bajo potencial hídrico</i>	
6	T4.2	Grado de contaminación de la red hídrica		
7	T5.1	Número de asentamientos urbanos presenten en la región	<i>Gran impacto del espacio urbano</i>	
8	T5.2	Potencial de crecimiento urbano		
9	T5.3	Construcción anual de viviendas		
10	P1.1	Tasa de crecimiento de la población en la última década	<i>Crecimiento exagerado o depresión del stock poblacional</i>	Población
11	P2.1	Porcentaje de población dependiente	<i>Alto nivel de población envejecida</i>	
12	P3.1	Porcentaje de hombres y mujeres	<i>Descompensación por género</i>	
13	P4.1	Tasa de población inmigrante	<i>Inmigración elevada</i>	
14	P5.1	Número de turistas anuales	<i>Turismo elevado</i>	
15	P6.1	Número de asociaciones presentes en la región	<i>Baja organización social</i>	
16	P7.1	Pobreza regional	<i>Pobreza elevada</i>	
17	P8.1	Números de asesinatos por 100.000 habitantes	<i>Inseguridad elevada</i>	
18	P9.1	Conectividad mediante transporte público	<i>Baja capacidad de desplazamiento territorial</i>	

partió de un listado previo de 300 indicadores. En la Càtedra UNESCO de Sostenibilitat de la UPC (Xercavins J., 2002; Antequera J. y González E. 2004 y 2005, Antequera J. 2008), creando el grupo de trabajo del Observatorio de Sostenibilidad en el que se desarrollaron sistemas de indicadores para medir la sostenibilidad del desarrollo de Andorra y de algunos municipios catalanes y donde surgió la idea del Observatori de Sostenibilitat de Catalunya. En el libro propio el Potencial de sostenibilidad de los Asentamiento Humanos (Antequera J. 2004) en el que se estructura un sistema de indicadores asociados a los diez Principios de Aalborg diseñados para las ciudades europeas. En el Observatorio de Sostenibilidad de les Comarques Gironines (OSCG, 2007, 2009, 2011) en el que se han desarrollado y calculado indicadores para las 8 comarcas y los 221 municipios que componen la provincia de Girona y muchos de ellos se han representado cartográficamente (www.fsostenibilitat.cat). Y en la Red de Observatorios de Sostenibilidad en España creando un grupo de trabajo, coordinado por el autor, sobre indicadores locales para las agendas 21 municipales, que desde el año 2006 está trabajando para desarrollar una batería de indicadores locales comunes, y que han sido calculados para 50 ciudades y municipios del territorio español y portugués, presentando un primer borrador de este cálculo en el encuentro del CONAMA local en Vitoria el año 2011 (Red de Observatorios, 2011). La Red de Observatorios de Sostenibilidad se constituyó en noviembre de 2006 por iniciativa del Observatorio de Sostenibilidad en España, en el marco del CONAMA 8, con un grupo inicial de 16 observatorios. Actualmente la Red consta de 34 miembros -22 observatorios de ámbito regional y local y 12 observatorios temáticos-, gracias a la incorporación continua de nuevos miembros.

19	E1.1	La tasa media de crecimiento del PIB en los últimos cinco años	<i>Crecimiento elevado o depresión económica</i>	PIB
20	E1.2	Tasa de desempleo		
21	E2.1	Distribución del PIB por sectores	<i>Economía poco productiva</i>	
22	E2.2	Número de empresas por sectores		
23	E2.3	Número de trabajadores por sector		
24	E3.1	Dependencia económica ext.	<i>Alta dependencia exterior</i>	
25	E3.2	Dependencia material exterior		
26	I1.1	Presupuesto municipal por habitante	<i>Capacidad institucional baja</i>	Capacidad Institucional
27	I1.2	Relación entre el presupuesto municipal y el PIB		
28	I1.3	Porcentaje de inversiones sobre el presupuesto total		
29	I1.4	Nivel de endeudamiento público		
30	I2.1	Nivel de abstención en las elecciones locales	<i>Poca implicación social en la gestión regional</i>	
31	M1.1	Dependencia de combustibles fósiles	<i>Dependiente de combustibles fósiles o exterior</i>	Metabolismo
32	M1.2	Uso mayoritario del vehículo privado		
33	M1.3	Dependencia energética exterior		
34	M2.1	Consumo eléctrico doméstico y total per cápita	<i>Metabolismo alto</i>	
35	M2.2	Consumo de agua doméstica y total per cápita		
36	M2.3	Producción de residuos domésticos y totales		
37	M2.4	Intensidad energética de la economía		
38	M2.5	Intensidad en el consumo de agua		
39	M2.6	Intensidad en la producción de residuos		
40	M3.1	Sostenibilidad energética	<i>Metabolismo bajo en sostenibilidad</i>	
41	M3.2	Sostenibilidad del consumo de agua		
42	M3.3	Sostenibilidad en la producción de residuos		
43	M4.1	Porcentaje de población sin acceso a los servicios básicos	<i>Baja accesibilidad a los servicios básicos</i>	

Tabla 2. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y stocks.

Elaboración propia.

A. Indicadores territoriales.

La sostenibilidad territorial vendría dada por un equilibrio entre las estructuras artificiales y los ecosistemas naturales.

Stock T: Territorio por usos del suelo (Km2)

SÍNDROMES

T1. Exceso de explotación del medio natural.

T2. Fragmentación del medio natural.

T3. Medio natural sin protección legislativa.

T4. Bajo potencial hídrico.

T5. Gran impacto del espacio urbano

Definición del **Stock T** territorial: Km2 que conforman la región.

1. Indicador t1.1. Los usos del suelo acompañado con imagen cartográfica.

Para obtener dicho indicador, primeramente se definirán los límites de lo que consideraremos el sistema regional que es interesante que coincida con límites administrativos para poder así disponer de datos que correspondan a los términos del estudio.

En él se cuantificarán las áreas de los principales usos del suelo distribuidas en cuatro categorías: forestal (bosques y prados), aguas continentales, suelos agrícolas y territorio artificializado. También se pueden colocar como puntos o áreas, el espacio correspondiente a sistemas extractivos si fuera una explotación regional extensa.

Datos: % de suelo por categorías sobre el total.

Forestal	Cultivos	Improductivo artificial	Aguas continentales
%	%	%	%

Valoración del indicador: No podemos establecer un valor estandarizado para decir si existe un “exceso de explotación del medio natural” (síndrome T1), ya que no existe un porcentaje ideal de distribución territorial. Si disponemos de dichas cuantificaciones en diferentes años podemos fijarnos en las tendencias de dichos sub-stocks a aumentar o a disminuir y el ritmo de su disminución o incremento para valorar el indicador. Sin dicha visión en el tiempo dejamos la interpretación a la lectura de los datos regionales teniendo en cuenta el contexto que nos aportarán los demás indicadores territoriales.

Procedencia del indicador:

Ideado por el CREAFT (Centre de Recerca i Aplicacions Forestal de la Universitat Autònoma de Barcelona) y aplicado por el OSCG (OSCG, 2011).

El tanto por ciento de las categorías de usos del suelo nos dará una primera visión del stock territorial de la región y su distribución porcentual en sub-stocks

2. Indicador t2.1. Grado de conectividad del territorio no urbanizable.

Primero definimos el sub-stock o área de territorio no urbanizable de la región, que puede ser la suma de los porcentajes de suelo de usos agrícola, forestal y aguas continentales. Con herramientas cartográficas será necesario dimensionar y analizar dicho territorio en función de la continuidad de sus manchas, o sea proceder al cálculo de las áreas que conforman estos sistemas naturales, el número de piezas con el que está conformado y cuál es el porcentaje de territorio que ocupa la mancha mayor. Para ello deberemos tener en cuenta las infraestructuras principales que son las responsables de la fragmentación de dichos polígonos y las que nos indicarán los límites de las áreas.

Datos: Número de polígonos totales sin fragmentar y áreas de cada uno
Has. del polígono sin fragmentar más grande
Porcentaje del polígono más grande sobre el total del territorio no urbanizable.
(Has. del polígono más grande / Has. del total no urbanizable) * 100

Valoración del indicador:

La conectividad o la fragmentación, vendrá determinada por el número total de polígonos, el área del polígono no urbanizable más grande y el tanto por ciento que esta área supone en relación a todo el suelo no urbanizable. Cuanto mayor sea el número de polígonos en que se divida el territorio, mayor fragmentación tendrá el área de estudio. Cuanto mayor sea el porcentaje sobre el total del polígono mas grande, mayor será la conectividad entre los ecosistemas y menor su grado de fragmentación.

Procedencia del indicador:

Ideado en un taller del OSCG con expertos en conectividad ecológica. Aplicado por el OSCG (OSCG, 2011).

3. Indicador t2.2. Metros de Infraestructuras por Km2.

La red de infraestructuras también es un elemento clave de análisis de la fragmentación de los ecosistemas. El análisis cartográfico nos permitirá calcular la longitud de las infraestructuras más importantes y la relación entre los kilómetros lineales de vías de transporte (tomando la suma de vías principales y vías férreas) y las hectáreas de territorio totales. Esta relación nos daría una aproximación a la fragmentación de la región por las infraestructuras.

Datos: Metros de infraestructuras principales/ Km2 totales - km2 urbanos
(no se contemplarán las vías urbanas, ni las áreas urbanas sobre el total del territorio)

Valoración del indicador:

La relación metros de infraestructura por hectárea nos complementará la visión que nos da el indicador t2.1. sobre el grado de fragmentación regional. Un porcentaje de polígono mayor bajo y una relación elevada de metros lineales por hectárea supondrá que la región presenta valores de fragmentación elevados.

Procedencia del indicador:

Ideado en un taller del OSCG con expertos en conectividad biológica. Aplicado por el OSCG (OSCG, 2011).

4. Indicador t3.1. Grado de protección del territorio natural.

Se mide en función de la cantidad de suelo no urbanizable que se halla bajo figuras de protección (espacios naturales de interés, áreas de reserva, red Natura 2000 (Europa),...

Datos: % del territorio regional total con figuras de protección.

Valoración del indicador:

Su porcentaje sobre el total nos indicará el grado de protección del suelo no urbanizable. La visión más sostenible sería que ésta protección afectara a la mayor parte del sub-stock natural o agrícola.

Procedencia del indicador:

Usado en numerosas baterías de indicadores. Aplicado por el OSCG (OSCG, 2011) y la Red de Observatorio de Sostenibilidad en España.

5. Indicador t4.1. Potencial hídrico regional.

La monitorización de la red hídrica también es un elemento importante de análisis para analizar el capital hídrico de la región. Para calcular dicho indicador podemos calcular los metros de superficie hídrica por km² del territorio total de la región. Este indicador complementado con el índice anual de pluviometría (mm/año) nos puede dar información sobre el potencial hídrico regional.

Datos: Metros lineales de red hídrica/ Km² de terreno total de la región
Precipitación media anual (mm/año)

Valoración del indicador:

Contrariamente al anterior indicador cuanto mayor sea la red hídrica (metros lineales/km²) y el índice anual de pluviometría, mayor será el potencial hídrico de la región.

Procedencia del indicador:

Ideado por el autor como indicador sintético de una parte de la Huella Hídrica (Rodríguez Casado R., 2008).

6. Indicador t4.2. Grado de contaminación de la red hídrica. Si se dispone de puntos de muestreo de la red hídrica podemos generar un mapa de calidad de la red con valores altos, medios o bajos de contaminación.

Datos: % de puntos de muestreo sobre el total en el que el nivel de contaminación es elevada

Valoración del indicador:

Cuanto mayores sean el número de puntos de muestreo con un nivel alto de contaminación mayor será el nivel de contaminación general atribuible a la red hídrica. Existen muchos métodos de medida de la contaminación de un cauce fluvial, analíticos físico-químicos o métodos biológicos (macro-invertebrados, peces, cobertura vegetal) y no vamos a indicar ninguno en especial ya que para su cálculo tomaremos los estudios generados en la propia región y sus resultados independientemente de la metodología usada.

Procedencia del indicador:

Utilizado como indicador de calidad de aguas de los ríos (Agencia Catalana de l'Aigua, 2003) y usado por el OSCG (2007).

7. Indicador t5.1. Número de asentamientos urbanos presenten en la región.

La red de ciudades y asentamientos humanos nos definen como se distribuye la población en el territorio. Analizar cartográficamente la red de asentamientos humanos según los tamaños de la población en cada uno de ellos nos hacen ver como se halla ubicada dicha población y su grado de dispersión o compacidad y su afectación sobre los ecosistemas y el carácter urbano y rural de la población y su grado de centralización.

Datos: Número de asentamientos urbanos categorizados por tamaño de población y su representación cartográfica.

Valoración del indicador:

Según el número de núcleos urbanos presentes en el territorio y su tamaño entenderemos que existe un grado de centralización o dispersión urbana determinada. Todo ello valorado según el porcentaje de espacio urbano presente en la región (indicador t1.1) nos dará una lectura del impacto de la urbanización en el territorio.

Procedencia del indicador:

Usado por la geografía para analizar la región (Gómez Piñero F.G., 2001) y usado por el OSCG (OSCG, 2007).

8. Indicador t5.2. Potencial de crecimiento urbano.

Uno de los indicadores que puede definir la dinámica de estos asentamientos son sus planes urbanísticos. Ellos nos indicarán el tanto por ciento de crecimiento urbano en relación al territorio construido que las ciudades prevén realizar en el plazo del plan.

Datos: % del espacio construido actual que está previsto crecer según los planes urbanísticos

Valoración del indicador:

Como los demás indicadores urbanos, éste también debe leerse en función de los demás indicadores asociados y también a los indicadores que reflejen la evolución de la dinámica de la población.

Procedencia del indicador:

Surge de los Planes de Ordenación Urbanísticos y usado por el OSCG (OSCG, 2011).

9. Indicador t5.3. Construcción anual de viviendas

Con este indicador pretendemos analizar cuál es el proceso de expansión urbana a través de la construcción de nuevas viviendas iniciadas cada año.

Datos: Número de viviendas iniciadas o acabadas en un año, se puede tomar para su cálculo el promedio de viviendas construidas en los últimos cinco años.

Valoración del indicador:

Como los demás indicadores éste es uno más que nos indica la afectación del área urbana sobre el territorio y su proceso de expansión y afectación sobre el territorio natural.

Procedencia del indicador:

Surge en los análisis estadísticos nacionales (IDESCAT) y usado por el OSCG (OSCG, 2011).

Aclaración sobre los indicadores urbanos

Entendemos que en este apartado no se exponen indicadores que analizan la calidad urbana, ni las condiciones de las viviendas ni de los espacios públicos. Para dichas valoraciones existen metodologías como las del Plan Base (Llop J.M., 2011, Cátedra UNESCO de Ciudades Intermedias, Universidad de Lleida) más centradas en el análisis urbanístico de las ciudades, que nos pueden ayudar en esta tarea y complementarla. En esta metodología solo queremos facilitar una lectura de la sostenibilidad de la región como un todo y no específica de los núcleos urbanos.

B. Indicadores sociales

Stock P: Población

La calidad de vida y el bienestar social de dicha población será la clave para analizar la sostenibilidad social.

SÍNDROMES

P1. Crecimiento exagerado o depresión del stock poblacional.

P2. Alto nivel de población dependiente.

P3. Descompensación por género.

P4. Inmigración elevada.

P5. Turismo elevado.

P6. Baja organización social.

P7. Pobreza elevada.

P8. Inseguridad elevada.

P9. Baja capacidad de desplazamiento territorial.

Definición del Stock P: Número de habitantes en el año último.

10. Indicador p1.1. Tasa de crecimiento de la población en la última década.

La población y su dinámica configuran el stock social de la región. La evolución de dicho stock vendrá determinada por la tasa de crecimiento en los últimos diez años y su promedio anual, expresada en porcentaje.

Datos: $((\text{Población año actual} - \text{Población hace 10 años}) / \text{Población hace 10 años}) / 10$

Valoración del indicador:

El indicador nos dará una tasa media anual que puede ser creciente o decreciente, en función del valor de dicha tasa realizaremos la valoración del indicador.

Procedencia del indicador:

Surge de los análisis demográficos, su uso es numeroso. Usado por la Red de Observatorios de Sostenibilidad en España.

11. Indicador p2.1. Porcentaje de población dependiente.

La pirámide de edades de la población determinada por los grupos de edad se puede organizar en tres sub-stocks: 0-15 años; de 16 a 64 años y mayores de 65 años. Dicha estructuración poblacional nos da información sobre el modelo de pirámide de edades y podemos ver el volumen de población dependiente y el grado de envejecimiento de la misma.

Datos: Porcentaje de población de 0-15 años, de 16 a 64 años y mayores de 65 sobre el total de la población

Valoración del indicador:

Si la población de 65 años es muy grande en relación a los otros dos sectores entenderemos que la economía local deberá disponer de una población activa suficiente para retribuir y mantener a dicha población que no está en edad de trabajar. Y si la población menor de 16 años es baja significa que la población tendrá dificultades de renovación. La suma de las dos poblaciones respecto al total constituye el sub-stock de población dependiente.

Procedencia del indicador:

Surge de los análisis demográficos, su uso es numeroso. Usado por el OSCG 2011 y la Red de Observatorios de Sostenibilidad en España.

12. Indicador p3.1. Porcentaje de hombres y mujeres.

Se categorizará la población en función del número de hombres y mujeres expresado en %.

Datos: % de población masculina comparado con el % de población femenina.

Valoración del indicador:

Nos muestra el equilibrio de población por géneros y si existe un desequilibrio.

Procedencia del indicador:

Surge de los análisis demográficos, su uso es numeroso en los análisis de población.

13. Indicador p4.1. Tasa de población inmigrante.

Con este indicador analizaremos el tanto por ciento que representa el porcentaje de inmigración sobre el total de la población. En función del modelo cultural de la inmigración, este indicador nos puede dar información sobre la cohesión social de la población y de posibles conflictos culturales.

En algunas regiones existe presencia de población indígena cuya cultura debemos preservar. Si fuera el caso también se podría incluir este porcentaje desagregado en este indicador.

Datos: % de población inmigrante sobre el total de la población y procedencia mayoritaria.
% población indígena sobre el total.

Valoración del indicador:

Si el porcentaje de población de otros países (u otras culturas locales) presenta diferencias culturales a la autóctona puede ser una señal de posibles conflictos sociales o desequilibrios en la cohesión social. No podemos valorar este indicador si no se acompaña con datos de la procedencia y del grado de progresión en el tiempo de dicho porcentaje para analizar su grado de integración.

Procedencia del indicador:

Surge de los análisis demográficos, su uso es numeroso en los análisis estadísticos oficiales (IDESCAT), usado por el OSCG (OSCG 2011).

14. Indicador p5.1. Número de turistas anuales.

En este apartado también es importante considerar el número de turistas anuales y qué cantidad representa respecto a la población de la región.

Datos: Número de turistas anuales que visitan la región.

Valoración del indicador:

Si el número de turistas es elevado pueden producirse en la región transformaciones territoriales y culturales importantes que pueden repercutir en la pérdida de valores culturales autóctonos y de su patrimonio natural o generar problemas de gestión de servicios cuando su presencia tiene un carácter estacional (turismo de sol y playa).

Procedencia del indicador:

Surge de los análisis socio-económicos regionales y nacionales. Su uso es extenso aunque más como un indicador de modelo económico.

15. Indicador p6.1. Número de asociaciones presentes en la región

Creemos que la calidad social está relacionada con el capital social regional para valorar éste contabilizaríamos el número de asociaciones presentes en la región en función del número de habitantes, para hacerla comparable y las tipologías de entidades (culturales, deportivas, religiosas, ambientalistas,...).

Datos: Número de asociaciones activas/1000 habitantes.

Valoración del indicador:

Si el número de asociaciones es alto y diverso entenderemos que la capacidad de organización de la sociedad es elevada y por ello el capital social regional será importante. Es mejor que dicho indicador se exprese por sectores asociativos para poder analizar su diversidad.

Procedencia del indicador:

Es un indicador con dificultades de cálculo ya que se debe disponer de un registro de asociaciones actualizado. Se usa como medida del capital social (Antequera J., 2004). Se ha dispuesto del número asociaciones ambientalistas para la provincia de Girona y ha sido usado por el OSCG (OSCG, 2007).

16. Indicador p7.1. Pobreza regional

El nivel de pobreza regional sería una consecuencia de la distribución de la riqueza y del desequilibrio entre los sectores sociales más ricos y los más pobres.

Datos: Porcentaje de población que se halla bajo la línea de pobreza sobre el total de la población, según los estándares en que se calcula dicho indicador.

Valoración del indicador:

Con este indicador medimos el número de personas que se halla bajo condiciones de pobreza sobre el total de la población. La sostenibilidad social persigue que éste stock poblacional sea cero o experimente una disminución con los años.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual usado por los informes de desarrollo y medido generalmente a nivel nacional. En el caso de la provincia de Santo Domingo de los Colorados se ha usado en el Plan de desarrollo del cantón (GAD Municipalidad de Santo Domingo, 2010)

17. Indicador p8.1. Números de homicidios por 100.000 habitantes

Dicho indicador nos mostraría el número de homicidios que se producen en la región por cada 1000 habitantes.

Datos: Número de homicidios por cada 100.000 habitantes.

Valoración del indicador:

Con este indicador analizamos el grado de seguridad en la sociedad, el síndrome se expresa cuando este número es mayor que cero.

Procedencia del indicador:

Este indicador se usa en los informes de seguridad de las fiscalías y de las policías nacionales para analizar su actuación (crímenes resueltos) y el nivel de seguridad de la zona.

18. Indicador p9.1. Conectividad mediante transporte público

La conectividad de los asentamientos rurales y urbanos mediante transporte público nos daría información de la conectividad social de dichos asentamientos.

Datos: Porcentaje de población que vive en barrios o núcleos urbanos o rurales en los que el acceso al transporte público es bajo.

Valoración del indicador:

Este indicador analiza por un lado la dificultad en el desplazamiento de un sector de la población y a la vez nos indica, indirectamente, si la mayor parte de los desplazamientos se producen en vehículo privado. Se puede utilizar referencialmente m1.3 Vehículos por 1000 habitante para complementar dicha valoración.

Procedencia del indicador:

Este indicador es difícil de calcular ya que se requiere un mapa de las conexiones de transporte público de la región y las frecuencias de paso de los transportes públicos. Ha sido propuesto por Josep M^a Llop en los estudios de los planes base para ciudades intermedias (Llop J.M. 2011).

C. Indicadores económicos

Stock E: PIB regional

La sostenibilidad económica vendrá determinada porque la generación de empleo y renta que generan dichas actividades sea distribuida de manera equilibrada entre toda la población y generen el máximo volumen de ocupación, así como que sean respetuosas con el entorno.

SÍNDROMES

E1. Crecimiento elevado o depresión económica.

E2. Economía poco productiva.

E3. Alta dependencia exterior.

Definición del Stock E: Millones de euros o dólares en el año último.

19. Indicador e1.1. Tasa media de crecimiento del PIB en los últimos cinco años

El Producto Interior Bruto Regional (PIB) es una medida de la dinámica económica regional, que no se corresponde necesariamente con la calidad de vida, pero nos da un cierto grado de información del volumen de renta y de actividad económica que se mueve en la región y la capacidad productiva de la misma. Su tasa de incremento interanual nos da información sobre el grado de crecimiento económico regional.

Datos: Tasa media de incremento anual del PIB en los últimos cinco años

Valoración del indicador:

Es un indicador que nos muestra si la economía está en expansión o está en recesión, lo que supondrá por un lado impactos ambientales grandes cuando la economía está en expansión, complementado con el indicador de intensidad del PIB (m2.4., m2.5., m2.6.) o falta de actividad económica y por ello de empleo si la economía se halla en recesión.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los estudios económicos nacionales y regionales.

20. Indicador e1.2. Tasa de desempleo

La tasa de desempleo nos indicaría si la actividad económica regional es suficiente para dar trabajo a la población activa de la región

Datos: Porcentaje de población sobre el total de población activa.

Valoración del indicador:

Si existe un nivel de desempleo alto y un grado de pobreza elevado (s7.1.) significa que la actividad económica regional no es suficiente para generar ocupación para la población activa.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los estudios económicos nacionales y regionales.

21. Indicador e2.1. Distribución del PIB por sectores

La distribución por sectores del PIB nos define la tipología económica regional según los cuatro grandes grupos económicos: primario, industrial, construcción y servicios¹⁷.

Datos: Porcentaje del PIB por sectores económicos: Primario, Industrial, Construcción y Servicios.

Valoración del indicador:

Para generar una autogestión regional dichos porcentajes deben estar equilibrados.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los estudios económicos nacionales y regionales.

22. Indicador e2.2. Número de empresas por sectores

También en este apartado se puede analizar el número de empresas por sectores para ver como se halla diversificada la actividad productiva.

Datos: Número de empresas por sectores económicos: Primario, Industrial, Construcción y Servicios y en porcentaje.

Valoración del indicador:

Para llegar a una autogestión regional dichos porcentajes deben estar equilibrados entre los sectores.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los estudios económicos nacionales y regionales.

23. Indicador e2.3. Número de trabajadores por sector

La relación entre la estructura social y la económica vendría definida por la renta per cápita y por el empleo por sectores en la región, la tasa de desempleo nos indicaría si la actividad económica regional es suficiente para dar trabajo a la población activa de la región.

Datos: Número de trabajadores por sectores económicos: Primario, Industrial, Construcción y Servicios y en porcentaje.

Valoración del indicador:

Para generar una autogestión regional dichos porcentajes deben estar equilibrados.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los estudios económicos nacionales y regionales.

¹⁷ A veces dichos sectores se hallan agrupados en tres categorías: primario, industrial y servicios como el caso de estudio de Sto. Domingo de los Colorados.

24. Indicador e3.1. Dependencia económica exterior

Podrá medirse en función de la inversiones extraregionales que llegan al territorio sean de carácter nacional o internacional y sean públicas o privadas.

Datos: Inversión anual que viene de fuentes externas estatales o privadas.

Valoración del indicador:

Para generar una autogestión regional la actividad económica de la región no debe depender de inversiones externas o depender lo mínimo posible.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los estudios económicos nacionales, pero difícil de calcular a nivel regional, ya que es complicado encontrar los datos desagregados.

25. Indicador e3.2. Dependencia material exterior

Vendrá expresado por su balanza comercial en función del grado de importaciones y exportaciones de la región.

Datos: Relación entre el volumen económico de las exportaciones y las importaciones en euros o dólares.

Valoración del indicador:

Si la región produce mayoritariamente para exportar es tan insostenible como si se genera una dependencia de las importaciones. Ya que en el primer caso entramos en la especialización productiva que genera insatisfacción local y en el segundo generamos dependencia exterior y baja producción local.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los estudios económicos nacionales, pero difícil de calcular a nivel regional, ya que es complicado encontrar los datos desagregados. La Cambra de Comerç de Girona lo calcula para la demarcación (Cambra Comerç Girona, 2011)

D. Indicadores institucionales

Stock: Presupuesto municipal

La sostenibilidad institucional vendrá determinada por la capacidad de la institución pública para promover la protección del medio natural, un bienestar equilibrado de la población y del nivel democrático de su sistema de toma de decisiones.

SÍNDROMES

I1. Capacidad institucional baja. La institución regional tiene una capacidad de acción baja.

I2. Poca implicación social en la gestión regional. Los ciudadanos no se implican en la gestión pública.

Medida del stock: Presupuesto municipal y regional total anual en euros o dólares.

26. I1.1. Presupuesto municipal por habitante

Para medir la capacidad institucional podríamos tomar como medida de base la suma de los presupuestos municipales de los diferentes municipios que conforman la región y calcular el presupuesto municipal medio por habitante. Si existen otras estructuras supralocales también las tendremos que tener en cuenta ya que se sumarán a dichas capacidades locales de acción.

Datos: Miles de euros o dólares del presupuesto anual regional/ Número de habitantes

Valoración del indicador:

Este valor nos indica la capacidad de la institución local para gestionar el territorio y su capacidad de actuación. No nos dice nada de cómo se usa dicho presupuesto.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual que publican los diferentes municipios de la mayoría de países.

27. I1.2. Relación entre el presupuesto regional institucional y el PIB

Para tener una indicación de la capacidad institucional podemos medir la relación entre el presupuesto municipal y el PIB para ver cuál es el grado de influencia del sector público en la economía local.

Datos: Presupuesto regional institucional anual * 100 / PIB regional anual

Valoración del indicador:

La proporción del presupuesto municipal en relación al PIB regional nos indica el peso del sector público en el total de la economía regional. Si es bajo significa que el sector tendrá poca capacidad de actuación en relación al sector privado.

Procedencia del indicador:

Es un indicador propuesto por el autor para analizar el peso del presupuesto institucional en el PIB.

28. II.3. Porcentaje de inversiones sobre el presupuesto total

También aquí es importante desagregar el nivel de inversión de dichos presupuestos que influyen en el desarrollo regional.

Datos: % del presupuesto dedicado a inversión sobre el presupuesto total.

Valoración del indicador:

Nos indica la parte del presupuesto que se dedica a inversiones en la región, teóricamente para mejorar la calidad de vida de la misma. Si esta parte es pequeña significa que la mayor parte del presupuesto se dedica a mantener la propia estructura municipal y los gastos de la misma.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual que publican los diferentes municipios y se extrae de la parte de gastos del presupuesto municipal desagregado por capítulos.

29. II.4. Nivel de endeudamiento público

Podemos también analizar el nivel de endeudamiento de las estructuras institucionales en tanto por ciento.

Datos: % de endeudamiento del sector público

Valoración del indicador:

Si la institución pública sufre un nivel de endeudamiento elevado significa que está usando parte de los presupuestos futuros para su actuación actual, lo cual hace que se debilite la capacidad de la acción institucional en el futuro.

Procedencia del indicador:

Es un indicador que puede extraerse de los presupuestos públicos desagregados.

30. I2.1. Nivel de abstención en las elecciones locales.

Con este indicador podemos tener una idea indirecta de la implicación de la sociedad en la gestión pública y del interés que suscita la misma en la población.

Datos: % medio de abstención en las elecciones locales o regionales si las hay.

Valoración del indicador:

Un nivel elevado de abstención supone que la gestión pública no es del interés de una gran parte de la población, y que ésta no se siente identificada con ella. Esto supone que la sociedad sufre un alejamiento de la gestión institucional, lo cual hace que el modelo social sea menos democrático ya que la representatividad social de la institución se verá disminuida en función del grado de abstención obtenido.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual que publican los estados después de las elecciones municipales, regionales o nacionales.

E. Indicadores de metabolismo.

Flujo: Consumo de energía, agua y producción de residuos por persona y día.

Una región tendrá un metabolismo sostenible si los flujos mayoritarios proceden de la misma región, los recursos mayormente utilizados tienen carácter de renovables, se usan eficientemente y la mayor parte de ellos retornan al metabolismo natural o productivo cuando su utilidad se ha acabado.

SÍNDROMES

M1. Dependiente de combustibles fósiles o exterior.

M2. Metabolismo alto.

M3. Metabolismo bajo en sostenibilidad.

M4. Baja accesibilidad a los servicios

Definición del flujo: El consumo de recursos y la producción de residuos constituyen el metabolismo regional. Esto se produce para el mantenimiento de las actividades sociales y económicas de la región. Por ello tendremos el metabolismo social y el metabolismo productivo. Al ser un análisis regional entendemos que los otros recursos que llegan a la región (materias primas, productos manufacturados,...) son difíciles de medir por ello hemos seleccionado energía, agua y residuos como indicadores que nos dan una orientación sobre el nivel de consumo regional.

Los flujos metabólicos son necesarios para mantener los stocks anteriormente analizados y la sostenibilidad requiere que estos flujos se adecuen a las disponibilidades de la zona y entren en circuitos metabólicos cerrados que permitan reintroducir los subproductos o residuos al metabolismo una vez desechados para su uso. En el caso de la energía lo que debería prevalecer es que ésta sea producida desde fuentes renovables.

El metabolismo regional quedará expresado por los indicadores siguientes:

31. Indicador m1.1. Dependencia de combustibles fósiles.

Porcentaje del “mix” energético regional que depende de los combustibles fósiles.

Datos: Porcentaje de fuentes energéticas que constituyen las fuentes de producción de energía primaria: Petróleo, nuclear, gas, carbón, renovables,...

Valoración del indicador:

Aquí medimos la dependencia de la región del petróleo y por ello su papel en la emisión de CO₂. Entendemos que el petróleo como el gas natural y las fuentes nucleares son productos no renovables, que están en fase de agotamiento y generan impactos ambientales altos. Por ellos valoraremos la autogestión de la región en función del grado de independencia de dichos recursos.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual que se usa cuando se hace un análisis energético de las regiones. Normalmente se publican a nivel nacional. Ha sido usado por el OSCG (OSCG, 2007)

32. Indicador m1.2. Uso mayoritario del vehículo privado

Como la mayoría de vehículos en la actualidad funcionan con combustibles fósiles, un uso mayoritario del mismo nos hace dependientes de dichos combustibles.

Datos: el número de vehículos (turismos) por cada mil habitantes.

Valoración del indicador:

Este indicador nos da información sobre la dependencia de los combustibles fósiles y a la vez del parque de vehículos privados (turismos) que existen en la región.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis económicos de los países para ver el grado de desarrollo de los mismos. Es habitual para medir el grado de desarrollo regional.

33. Indicador m1.3. Dependencia energética exterior

También es interesante para analizar la autonomía regional ver si dicha energía se produce en la región o fuera de ella.

Datos: Porcentaje de energía consumida que se produce en la región.

Valoración del indicador:

Aquí medimos la dependencia energética exterior de la región. La sostenibilidad regional nos anima a que la región sea autosuficiente energéticamente.

Procedencia del indicador:

Es un indicador difícil de calcular ya que se deben conocer las instalaciones energéticas presentes en la región. Para Santo Domingo de los Colorados ha sido calculado a partir de los informes de las empresas de suministros. También para las comarcas de Girona con datos del Institut Català de l'Energia.

34. Indicador m2.1. Consumo eléctrico doméstico y total per cápita

Este indicador mide el consumo eléctrico diario de la población. Es interesante disponer del total y del doméstico desagregado porque nos da información sobre el metabolismo social y el productivo.

Datos: Consumo eléctrico doméstico y total en un día, Kwh habitante/día

Valoración del indicador:

Nos da una idea del metabolismo energético de la región, tanto de la economía productiva como del consumo doméstico. A mayores valores, mayor es el nivel de consumo.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis de sostenibilidad y en las auditorías ambientales municipales (Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, 2000) Ha sido usado por el OSCG (OSCG 2009) y por la Red de Observatorios de Sostenibilidad (Red de Observatorios de Sostenibilidad, 2011).

35. Indicador m2.2. Consumo de agua doméstica y total per cápita

El consumo de agua es un elemento importante del metabolismo de la región, tanto para usos domésticos como productivos.

Datos: Consumo agua doméstico y total en un día, litros habitante/día

Valoración del indicador:

Nos da una idea del consumo de agua de la región, tanto de la economía productiva como del consumo doméstico.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis de sostenibilidad y en las auditorías ambientales municipales (Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, 2000) Ha sido usado por el OSCG (OSCG 2009) y por la Red de Observatorios de Sostenibilidad (Red de Observatorios de Sostenibilidad, 2011).

36. Indicador m2.3. Producción de residuos domésticos y totales

El metabolismo genera residuos tanto el productivo como el consumo doméstico.

Datos: Producción de residuos domésticos y totales en un día, kg.habitante/día

Valoración del indicador:

Nos da una idea de la generación de residuos del metabolismo, tanto de la economía productiva como del consumo doméstico.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis de sostenibilidad y en las auditorías ambientales municipales (Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, 2000) Ha sido usado por el OSCG (OSCG 2009) y por la Red de Observatorios de Sostenibilidad (Red de Observatorios de Sostenibilidad, 2011).

Otro elemento importante que nos permite relacionar la economía y el metabolismo es la intensidad en la utilización de recursos de la economía. Para ello podemos medir los siguientes factores:

37. Indicador m2.4. Intensidad energética de la economía.

Este indicador asocia el PIB con el consumo energético por unidad de PIB o sea un millón de euros o de dólares.

Datos: Consumo de energía anual (MWh)/ PIB anual en dólares o euros.

Valoración del indicador:

Nos dice cuanto consumo energético exige producir un millón de euros o dólares. A mayor intensidad energética menor será el grado de eficiencia energética de la economía.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis de sostenibilidad y en las auditorías ambientales municipales (Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, 2000) Ha sido usado por el OSCG (OSCG 2009) a nivel comarcal.

38. Indicador m2.5. Intensidad en el consumo de agua.

Este indicador asocia el PIB con el consumo de agua por unidad de PIB o sea un millón de euros o de dólares.

Datos: Consumo de agua anual, Hm3 /PIB anual en dólares o euros

Valoración del indicador:

Nos dice cuanto consumo de agua exige producir un millón de euros. A mayor intensidad de agua menor será el grado de eficiencia hídrica de la economía.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis de sostenibilidad y en las auditorías ambientales municipales (Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, 2000) Ha sido usado por el OSCG (OSCG 2009) a nivel comarcal.

39. Indicador m2.6. Intensidad en la producción de residuos.

Este indicador asocia el PIB con la producción de residuos por unidad de PIB o sea un millón de euros o de dólares.

Datos: Producción de residuos totales en un año (Tm)/PIB anual en dólares o euros

Valoración del indicador:

Nos dice cuantos residuos se generan para producir un millón de euros o dólares de PIB. A mayor intensidad de residuos menor será el grado de eficiencia de la economía y mayor el impacto ambiental del crecimiento económico.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis de sostenibilidad y en las auditorías ambientales municipales (Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, 2000) Ha sido usado por el OSCG (OSCG 2009) i por la Red de Observatorios de Sostenibilidad (Red de Observatorios de Sostenibilidad, 2011).

40. Indicador m3.1. Sostenibilidad energética.

El indicador nos muestra cual es la producción energética que procede de fuentes renovables (Eólica, solar, hidráulica, biomasa, cogeneración,...)

Datos: % de la producción de energía que se consume en la región que se genera mediante fuentes renovables.

Valoración del indicador:

Este indicador valora la sostenibilidad de las fuentes energéticas, el peso de las fuentes renovables en el mix energético.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis de sostenibilidad y en las auditorías ambientales municipales (Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, 2000) Ha sido usado por el OSCG (OSCG 2009).

41. Indicador m3.2. Sostenibilidad del consumo de agua.

Dicho indicador nos muestra si existe un sistema de depuración de los flujos metabólicos hídricos y si dicho flujo vuelve al ciclo productivo.

Datos: % de agua depurada sobre el total consumido
% del agua depurada que se reutiliza.

Valoración del indicador:

Es un indicador que nos muestra la capacidad de la región de cerrar el ciclo del agua, depurando y aprovechando estos flujos.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis de sostenibilidad y en las auditorías ambientales municipales (Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, 2000) Ha sido usado por el OSCG (OSCG 2007).

42. Indicador m3.3. Sostenibilidad en la producción de residuos.

El indicador nos da información sobre si existe un sistema de recogida selectiva de residuos y la posibilidad de que éstos vuelvan a formar parte del ciclo metabólico de materiales. Se aplica mayormente a los residuos domésticos y comerciales, en el caso de los industriales es más difícil obtener información, aunque está bien añadirla si se dispone. Igualmente con los residuos agrícolas y de la construcción.

Datos: % de reutilización de los residuos por tipologías de los mismos (urbanos, industriales, agrícolas y de la construcción).

Valoración del indicador:

Este indicador es clave para valorar si la economía de la región presenta un modelo de ciclos abiertos, en que la mayor parte de la materia usada se transforma en deshecho o si el modelo económico es de ciclos cerrados y los materiales desechados pueden volver a introducirse en el metabolismo regional.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis de sostenibilidad y en las auditorías ambientales municipales (Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, 2000) Ha sido usado por el OSCG (OSCG 2009) i por la Red de Observatorios de Sostenibilidad (Red de Observatorios de Sostenibilidad, 2011).

43. Indicador m4.1. Porcentaje de población sin acceso a los servicios básicos.

En los países en desarrollo existe un porcentaje de población sin acceso a los servicios básicos, lo cual condiciona la calidad de vida de la misma, con este indicador pretendemos analizar el porcentaje de ésta población en tres tipos de servicios: electricidad, agua potable y alcantarillado.

Datos: % de población sin acceso a suministros de electricidad, agua potable y alcantarillado

Valoración del indicador:

El indicador podría ir asociado a aspectos sociales y de calidad de vida de la población. Pero también se ha querido incluir en este apartado para ver si el ciclo metabólico regional es equitativo y atiende a la mayoría de la población.

Procedencia del indicador:

Es un indicador habitual en los análisis de desarrollo sobre todo a nivel de países (PNUD, 2003).

7. Lectura de los resultados y criterios de valoración

El sistema de análisis regional que hemos propuesto está formado por tres categorías de elementos:

Entorno/Región

Sostenibilidad

Stocks –Síndromes – Indicadores

Los síndromes se hallan referenciados en función de los stocks, y los indicadores referenciados a los síndromes, todo ello bajo la lectura de los principios de sostenibilidad asociados a un territorio regional inmerso en un entorno local y global.

Para la valoración de la presencia o ausencia del síndromes a partir de los resultados de los indicadores, seguiremos algunos criterios usados por los teóricos del concepto de síndrome (Petschel-Held at all, 1999; Schellnhuber H.J., 2002), que establecen que podemos usar una combinación de variables para determinar lo que ellos definen como “predisposición al síndrome” de un territorio. En este sentido los indicadores se considerarán como información cuantitativa que nos ayudará a decidir si el síndrome se cumple o no.

Los resultados de los indicadores que usamos para cada síndrome nos proporcionaran datos cuantitativos para determinar la presencia o ausencia del mismo. Pero la lectura de los demás indicadores asociados a otros síndromes y a otros stocks nos puede también dar información sobre la influencia de unos síndromes sobre otros. Esto hace que sea la lectura global del sistema propuesto la que nos dé la visión del estado de la sostenibilidad regional como un todo integrado, ya que los stocks se interrelacionan entre sí.

A continuación vamos a proponer algunos criterios de los indicadores a tener en cuenta para valorar la presencia o ausencia del síndrome en la región, siempre teniendo en cuenta lo que hemos comentado anteriormente.

El stock territorial

Los stocks no son unidades uniformes sino que pueden subdividirse en sub-stocks cuya suma de valores formará el stock principal. El stock territorial – según el indicador T1.1 estaría organizado en cuatro sub-stocks:

	Unid.	Forestal (F)	Cultivos (C)	Improductivo (IA) artificial	Aguas (AC) continentales
Stock territorial	Total Km2	Medio Natural	Antrópico	Antrópico	Medio Natural
	100	%F	%C	%IA	%AC

Tabla 3. Cuadro de usos del suelo.

Elaboración propia

El síndrome **Explotación del medio natural** (T1) sería una función de la relación entre los cuatro sub-stocks.

$$T1 = f(T1.1.) = f(\%F, \%C, \%IA, \%AC) = (F + AC) R (IA + C)$$

La cuestión es si ¿podríamos asignarle un valor a la relación (R) entre la suma de los stocks antropizados y los naturales para decir que el síndrome se cumple o no se cumple? El indicador nos da valores numéricos, pero existe un componente cualitativo que apoyado en los valores proporcionados por el indicador nos dirá si el síndrome se cumple. Podemos decir que cuanto menor sea el cociente entre la suma de los substocks naturales y la suma de los antropizados, la región tendrá una mayor predisposición al síndrome.

Predisposición al síndrome $T1 = 1$ si $(F + AC)/(IA + C)$ tiende a cero

No predisposición al síndrome $T1 = 0$ si $(F + AC)/(IA + C)$ tiende a valores mayores que 1

El segundo síndrome asociado al stock territorial que es de la **Fragmentación del medio natural** (T2) será función de dos indicadores T2.1. Conectividad del territorio no urbanizable y T2.2. Metros de Infraestructuras por Km2.

T2.1. vendrá determinado por el número de manchas continuas (nMc) en que se divide el territorio no urbanizable y el porcentaje de la mancha más grande en relación al total de dicho territorio (%Mm) y T2.2. nos dará el valor en metros lineales de infraestructuras que corresponden a un Km2 de dicho territorio (mts/Km2). En este caso tendremos tres variables que nos indican la predisposición al síndrome:

$$T2 = f(T2.1, T2.2) = f(nMc, \%Mm, mts/Km2)$$

nMc: Cuanto mayor sea el número de manchas continuas que componen el medio natural mayor será su fragmentación.

%Mm: Cuanto menor sea el porcentaje de la mancha mayor sobre el total, mayor será su grado de fragmentación.

Mts/Km2: Cuanto mayor sea el número de metros lineales de infraestructuras por kilómetro cuadrado de superficie, mayor será el grado de fragmentación.

Los otros síndromes territoriales asumirán criterios similares de valoración:

Medio natural sin protección legislativa Cuanto mayor sea el grado de protección legislativa del espacio no urbanizado, menor será la predisposición al síndrome

Bajo potencial hídrico Si el valor de los metros lineales de cuencas por kilómetro es bajo, existe un índice pluviométrico reducido y un elevado grado de contaminación.

Gran impacto del espacio urbano Cuanto mayor sean los asentamientos humanos y su número en relación al territorio total, cuanto mayor sea su potencial de crecimiento y cuanto mayor sea el número de viviendas construidas en un año¹⁸ la predisposición al síndrome será mayor.

¹⁸ Los urbanistas usan valores de crecimiento adecuado del parque de viviendas de 5 unidades por cada 1.000 habitantes al año (Llop J.M., 2011).

Ref.	Síndrome	Indicador	Valoración
T1.1	Exceso de explotación del medio natural	Usos del suelo (% Forestal, %cultivos, %improductivo artificial, %aguas continentales)	Dependerá de la relación: $(F + AC) / (IA + C)$
T2.1	Fragmentación del medio natural	Conectividad del territorio no urbanizable (Número de manchas continuas y % de la mancha mayor)	Dependerá del número de manchas y del tamaño de las mismas y de los metros lineales de f(nMc, %Mm, mts/Km2)
T2.2		Metros de Infraestructuras por Km2	
T3.1	Medio natural sin protección legislativa	Grado de protección del territorio natural	Porcentaje protegido bajo
T4.1	Bajo potencial hídrico	Potencial hídrico regional (Mts. fluviales/ Km2 Pluviometría)	Si existe un bajo potencial hídrico y un elevado grado de contaminación.
T4.2		Grado de contaminación de la red hídrica	
T5.1	Gran impacto del espacio urbano	Número de asentamientos urbanos presenten en la región	Cuanto mayor sean los tres valores de cada indicador la predisposición al síndrome será mayor.
T5.2		Potencial de crecimiento urbano	
T5.3		Construcción anual de viviendas	

Tabla 4. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y valoración del stock territorial.

Elaboración propia.

El stock poblacional (P)

El stock poblacional podría dividirse en diversos sub-stocks en función de su intención de análisis y de la categorización de los síndromes propuestos:

- Sub-stocks según franjas de edades: $P < 16$ años, P entre 16 y 65 años y $P > 65$ años.
- Sub-stocks por género: P hombres y P mujeres
- Sub-stocks por nacionalidad: P autóctona / P inmigrante
 P indígena / P no indígena
 P residente / P visitante (turistas)
- Sub-stocks de población asociada que conforman un grupo (naturalista, económico, cultural,...)
- Sub-stocks por categorías económicas: P con necesidades satisfechas / P pobre

Cada categorización de la población dará lugar a un síndrome definido en el cuadro.

Paralelamente a esta categorización del stock poblacional se han incluido tres síndromes referentes a aspectos cualitativos del stock (filas blancas en Tabla 5):

- Tasa de crecimiento medio de P en los últimos diez años.
- Inseguridad elevada expresada por el número de asesinatos por 100.000 habitantes.
- Capacidad de desplazamiento de P.

La tasa de crecimiento de P (ΔP) nos dice si la población presenta un proceso de crecimiento elevado o de depresión elevada.

Si $\Delta P > 0$. Dicho tasa debería valorarse en función de las posibilidades del territorio de la región para acoger a dicha población, por ello su valoración vendría referenciada a una valoración del stock T y su organización en sub-stocks.

Si $\Delta P < 0$. La depresión de la población significaría que la población se reduce, lo que puede poner en peligro la sostenibilidad social de la región.

Si $\Delta P = 0$. Podría considerarse que la estabilidad poblacional compensada por los nacimientos y las muertes o los procesos migratorios no genera síndrome alguno, el stock poblacional se mantiene estable en el tiempo.

El síndrome de inseguridad elevada vendría definido por el número de asesinatos por cada 100.000 habitantes, su valoración sostenible debería conseguir que este valor tendiera a cero¹⁹.

La baja capacidad de desplazamiento territorial vendría expresada por el indicador conectividad mediante transporte público de los diversos núcleos urbanos y rurales de la región de los cuales debería conseguirse una conectividad suficiente a los núcleos mayores, como mínimo una existencia de medios públicos de desplazamiento de más de dos viajes al día.

¹⁹ La media de Honduras es de 60,9, Venezuela 52, México 20 de media, pero en estados mexicanos concretos como Chihuahua la tasa media se supera y es del 70,9 o en Guerrero de 50,3 en el año 2011 (Periódico El País 5/2/2012).

Ref.	Síndrome	Indicador	Valoración
P1.1	Crecimiento exagerado o depresión del stock poblacional	Tasa de crecimiento de la población en la última década	En función de ΔP Si ΔP es positivo depende de la capacidad de carga de T
P2.1	Alto nivel de población envejecida	Porcentaje de población dependiente	Cuando ($P<16$)+ $P(>65)$) presenta valores que superan en gran medida a $P(16-65)$
P3.1	Descompensación por género	Porcentaje de hombres y mujeres	Cuando el valor de P_h es muy diferente al valor de P_m
P4.1	Inmigración elevada	Tasa de población inmigrante	Cuando el valor de P_i es notorio sobre el 100 global, (ej. por encima del 20%)
P5.1	Turismo elevado	Número de turistas anuales	Cuando el valor del número de turistas anuales es grande respecto al de la población residente
P6.1	Baja organización social	Número de asociaciones presentes en la región	Cuando el número de asociaciones por cada 1000 habitantes es bajo
P7.1	Pobreza elevada	Pobreza regional	Cuando el % de P pobre es elevado
P8.1	Inseguridad elevada	Números de asesinatos por 100.000 habitantes	Que tienda a cero
P9.1	Baja capacidad de desplazamiento territorial	Conectividad mediante transporte público	Población con acceso generalizado

Tabla 5. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y valoración del stock de población.

Elaboración propia.

El stock económico

La tasa de crecimiento de E nos dice si la economía presenta un proceso de crecimiento elevado o de depresión elevada. Junto con el indicador de la **tasa de desempleo** nos indica si el modelo económico da suficiente para generar empleo a la población.

Si $\Delta E > 0$. Dicho tasa debería valorarse en función de las posibilidades del territorio de la región para asumir el consumo de recursos, por ello su valoración vendría referenciada a una valoración del metabolismo y concretamente de la intensidad de la economía.

Si $\Delta E < 0$. Significa que la economía decrece, y junto al indicador tasa de desempleo nos indicará su valoración, conjuntamente con el indicador de intensidad energética.

Si $\Delta E = 0$. Podría considerarse que la economía está estabilizada y será positivo o no en función de la tasa de desempleo y del sub-stock de personas bajo la línea de pobreza.

El stock económico de la región podrá dividirse en sub-stocks en función de los sectores económicos: Primario (E_p) – Industria (E_i)- Construcción (E_c) – Servicios (E_s)

La relación entre dichos sub-stocks nos indicará cual es la capacidad productiva de la región. Dichos sub-stocks podrán definirse en función del peso económico de cada uno en el PIB, en función del número de empresas o del número de trabajadores por sector.

El síndrome de economía poco productiva vendrá dado cuando la relación:

$$(E_p + E_i) \text{ sea mucho menor que la suma de } (E_c + E_s)$$

(Medida en cualquiera de los tres componentes: PIB, empresas o trabajadores)

La alta dependencia exterior nos dará información sobre la capacidad de autogestión de la región tanto a nivel económico como material, si la dependencia económica es alta y las exportaciones no están equilibradas con las importaciones.

Ref.	Síndrome	Indicador	Valoración
E1.1	Crecimiento elevado o depresión económica	Tasa media de crecimiento del PIB en los últimos cinco años	La tasa de crecimiento se valorará en función de la tasa de desempleo y de la intensidad material de la economía (metabolismo)
E1.2		Tasa de desempleo	
E2.1	Economía poco productiva	Distribución del PIB por sectores	Ep + Ei sea mucho menor que la suma de Ec+Es
E2.2		Número de empresas por sectores	
E2.3		Número de trabajadores por sector	
E3.1	Alta dependencia exterior	Dependencia económica exterior	Se valorará en función del % de inversión externa y de la relación Exp./import.
E3.2		Dependencia material exterior	

Tabla 6. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y valoración del stock económico.

Elaboración propia.

El stock institucional

La capacidad institucional (CI) baja vendrá determinada por el presupuesto municipal (PM) por habitante, más la relación PM/PIB y el porcentaje de inversiones (I) sobre el presupuesto total²⁰ y sobre el nivel de endeudamiento (D) regional.

$$\text{O sea que } CI = f(\text{PM/Pob}, \text{PM/PIB}, \text{I/PM}, \text{D/PM})$$

La poca implicación social significa que la gente no participa en asuntos públicos y viene reflejado por el indicador de la abstención en las elecciones regional, a mayor abstención menor será la implicación de la población en la gestión pública local.

Ref.	Síndrome	Indicador	Resultado
I1.1	Capacidad institucional baja	Presupuesto municipal por habitante	f (PM/habt., PM/PIB, I/PM, D/PM)
I1.2		Relación entre el presupuesto municipal y el PIB	
I1.3		Porcentaje de inversiones sobre el presupuesto total	
I1.4		Nivel de endeudamiento público	
I2.1	Poca implicación social en la gestión regional	Nivel de abstención en las elecciones locales	A mayor abstención mayor presencia del síndrome

Tabla 7. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y valoración del stock institucional.

Elaboración propia.

El metabolismo

La región será **dependiente de los combustibles fósiles** en el momento en que su mix energético se base en un porcentaje elevado de los combustibles fósiles, el uso del vehículo privado será un indicador que refuerce la dependencia del petróleo de la región.

La región será **dependiente del exterior** cuando la producción energética regional sobre el consumo total sea mínima.

El **metabolismo alto** vendrá determinado por dos tipos de indicadores:

- El del consumo doméstico
- La intensidad de la economía

Se han tomado para ello tres indicadores básicos:

- Consumo electricidad doméstica - Intensidad energética de la economía

²⁰ Los valores óptimos del presupuesto público en relación al PIB presuponen que éste sea del 1,5 al 6%.

- Consumo de agua - Intensidad de agua de la economía
- Producción de residuos domésticos - Intensidad de residuos de la economía

Sobre dichos valores podrán establecerse niveles mínimos en función de los niveles de consumo comparativos, por ejemplo en el consumo de agua se dice que lo ideal es de 120 litros por persona y día, la producción de residuos se podría decir que es elevada cuando se supera el kg/persona/día y del consumo eléctrico los datos oscilan en valores de 0,1Kwh/persona/día en Eritrea a 140 Kwh/persona/día de Islandia (Banco Mundial, 2012).

Si el **metabolismo es bajo en sostenibilidad** significa que los circuitos materiales son abiertos (no vuelven al metabolismo regional) o la energía no procede de fuentes renovables.

Si existe un mínimo de **población sin acceso a los servicios básicos** se dirá que el síndrome se cumple ya que el valor ideal sería que este porcentaje fuera cero.

Ref.	Síndrome	Indicador	Resultado
M1.1	Dependiente de combustibles fósiles o exterior	Dependencia de combustibles fósiles	El uso de combustibles fósiles es elevado sobre el consumo total
M1.2		Uso mayoritario del vehículo privado	
M1.3		Dependencia energética exterior	
M2.1	Metabolismo alto	Consumo eléctrico doméstico y total per cápita	Según ratios de consumo eléctrico, agua y producción de residuos. Según intensidad de la economía
M2.2		Consumo de agua doméstica y total per cápita	
M2.3		Producción de residuos domésticos y totales	
M2.4		Intensidad energética de la economía	
M2.5		Intensidad en el consumo de agua	
M2.6		Intensidad en la producción de residuos	
M3.1	Metabolismo bajo en sostenibilidad	Sostenibilidad energética	Sobre el uso de energías renovables, depuración y reciclaje de agua y reciclaje de residuos
M3.2		Sostenibilidad del consumo de agua	
M3.3		Sostenibilidad en la producción de residuos	
M4.1	Baja accesibilidad a los servicios básicos	Porcentaje de población sin acceso a los servicios básicos	Según % de población sin abastecer

Tabla 8. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y valoración del metabolismo regional.

Elaboración propia.

8. Aportaciones de la propuesta metodológica en su conjunto

La propuesta metodológica presentada facilita la lectura de los indicadores y los síndromes como un todo relacionado, lo que coaliga los indicadores entre sí, y nos permite relacionar los procesos que se dan en la región, con datos cuantitativos asociados a procesos de carácter más cualitativo como pueden ser los síndromes referidos a cada stock.

Los indicadores que conforman cada síndrome nos darán datos cuantitativos sobre la presencia o ausencia del mismo. Pero la lectura de los demás indicadores asociados a otros síndromes y a otros stocks nos puede también dar información sobre la influencia de unos síndromes sobre otros. Esto hace que la lectura global nos de la visión de la región como un todo integrado, ya que todos los stocks se interrelacionan entre sí.

En el caso del stock territorial, por ejemplo, podemos decir que hay un síndrome central que agrupa a todos ellos, que será el cuerpo central del análisis de la sostenibilidad territorial: **el síndrome de explotación del medio natural**, que a la vez interactúa con el **síndrome de potencial hídrico** favoreciendo su presencia, o sea a mayor explotación del medio natural más bajo potencial hídrico tendrá la región²¹. En la Figura 5 podemos ver que dicho síndrome está favorecido por los demás síndromes territoriales y sólo existe un anti-síndrome²² que inhibe dicho proceso, que es el de la protección legislativa del medio natural, el cual dependerá de la capacidad del stock institucional para generar dichas figuras legislativas de protección y sus planes de gestión del medio natural.

²¹ En la definición de la huella hídrica intervienen diversos factores (ver capítulo 2) y de todos es sabida la capacidad del medio natural para favorecer la infiltración de agua hacia los acuíferos y las cuencas.

²² Aquí usamos el término anti-síndrome para referenciar el proceso contrario de cumplimiento de un síndrome, en este caso el de falta de protección legislativa del medio natural.

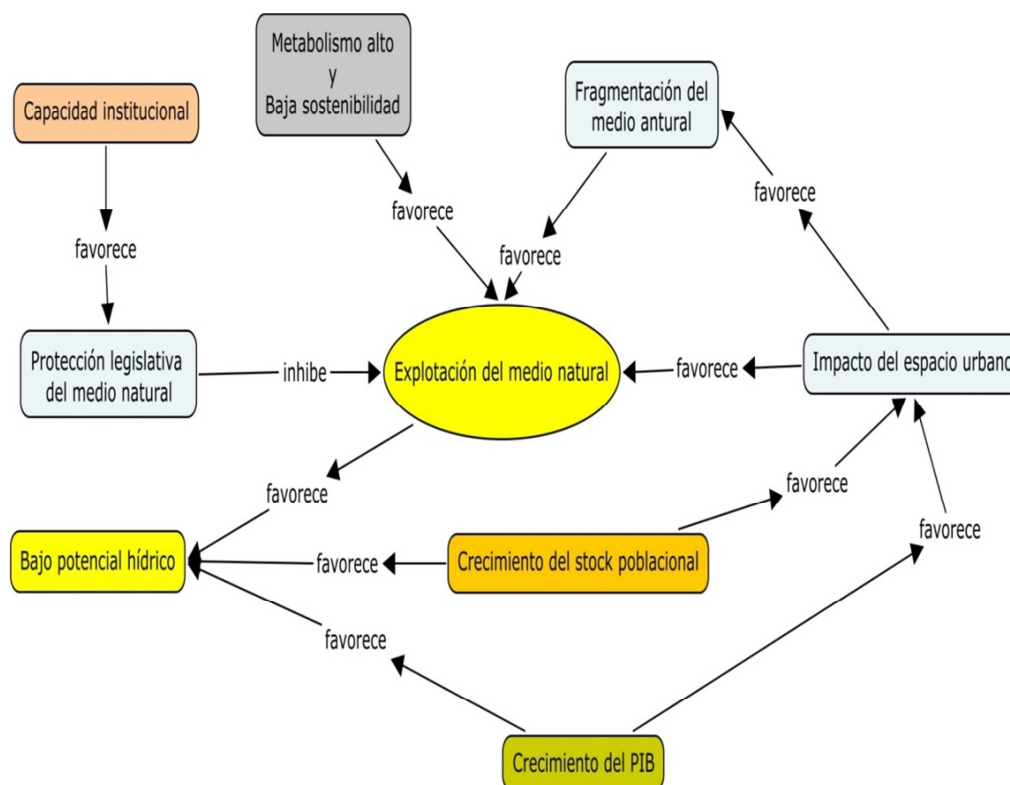


Fig. 4. Esquema de relaciones entre síndromes que pertenecen a diversos stocks y que influyen en el síndrome de explotación del medio natural. Elaboración propia.

También un alto crecimiento del stock poblacional, un alto crecimiento de la actividad económica y consecuentemente un elevado metabolismo regional, influyen en la potenciación del síndrome de explotación del medio natural, ya que dichas actividades promueven la ocupación del suelo, incrementando el impacto del espacio urbano y aumentando la necesidad de recursos y la producción de residuos, esto hace que incremente el metabolismo regional.

Como podemos ver en este caso, para analizar la sostenibilidad territorial deberemos realizar la lectura de los indicadores y los síndromes como un todo relacionado²³.

Una segunda aportación de la metodología es que dispone de un esquema de relaciones entre stocks, síndromes e indicadores, cuyos valores cuantitativos podemos usar para facilitar la construcción de modelos.

En la Figura 6 hemos diseñado un modelo causal cualitativo que representa algunas relaciones entre los cuatro stocks y el metabolismo.

²³ Una de las principales falencias de las baterías de indicadores es su carácter aislado que no nos permite una lectura sistémica de los procesos territoriales.

En la parte superior del esquema podemos ver el stock territorial que se divide en dos sub-stocks: el improductivo artificial (urbanizado) y el agrícola que son de origen antropogénico y fruto del modelo de desarrollo; y a la derecha el sub-stock forestal más las aguas continentales. La relación porcentual entre estos dos sub-stocks, en función de sus proporciones sobre el total regional, darían lugar al síndrome de **explotación del medio natural** y determinarían el **potencial hídrico regional**, como hemos visto en el cuadro 5; por ello el **grado de protección legislativa del territorio** vendría determinado por el stock de la capacidad institucional.

También la capacidad institucional tiene la posibilidad de influir en la sostenibilidad del metabolismo regional (promoción de la sostenibilidad²⁴), el cual se genera por el nivel de consumo de las actividades económicas (PIB) y por el consumo de la población (POB). Dicho metabolismo afecta al sub-stock forestal y al de las aguas continentales por el uso de sus recursos. A la vez el crecimiento del PIB promueve el desarrollo del sub-stock territorial improductivo artificial y agrícola que crece a expensas del sub-stock natural y las aguas continentales.

La relación entre Población (POB) y PIB genera **empleo** y riqueza que puede incrementar o reducir el **sub-stock poblacional bajo condiciones de pobreza**. Si una parte de la población es pobre es que tiene una reducida accesibilidad al **Metabolismo Regional**. Esta accesibilidad al metabolismo puede ser facilitada o no, por la **Capacidad Institucional**, mediante políticas de reducción de la pobreza (flecha naranja). Éste incremento del consumo de la población afectará a los recursos regionales e incrementará el metabolismo regional.

También podemos ver que el stock de población, se incrementa por los **fenómenos migratorios y el turismo** que incrementarán a su vez el metabolismo regional.

La dependencia económica externa que suponen las inversiones exteriores y el balance entre importaciones y exportaciones nos dará información, en función del nivel de **autogestión regional**, y nos dirá si el metabolismo usa recursos regionales o importados.

²⁴ Por ejemplo promoviendo políticas de reciclaje de residuos, ahorro de agua, promoción de energías renovables, eficiencia energética, etc.

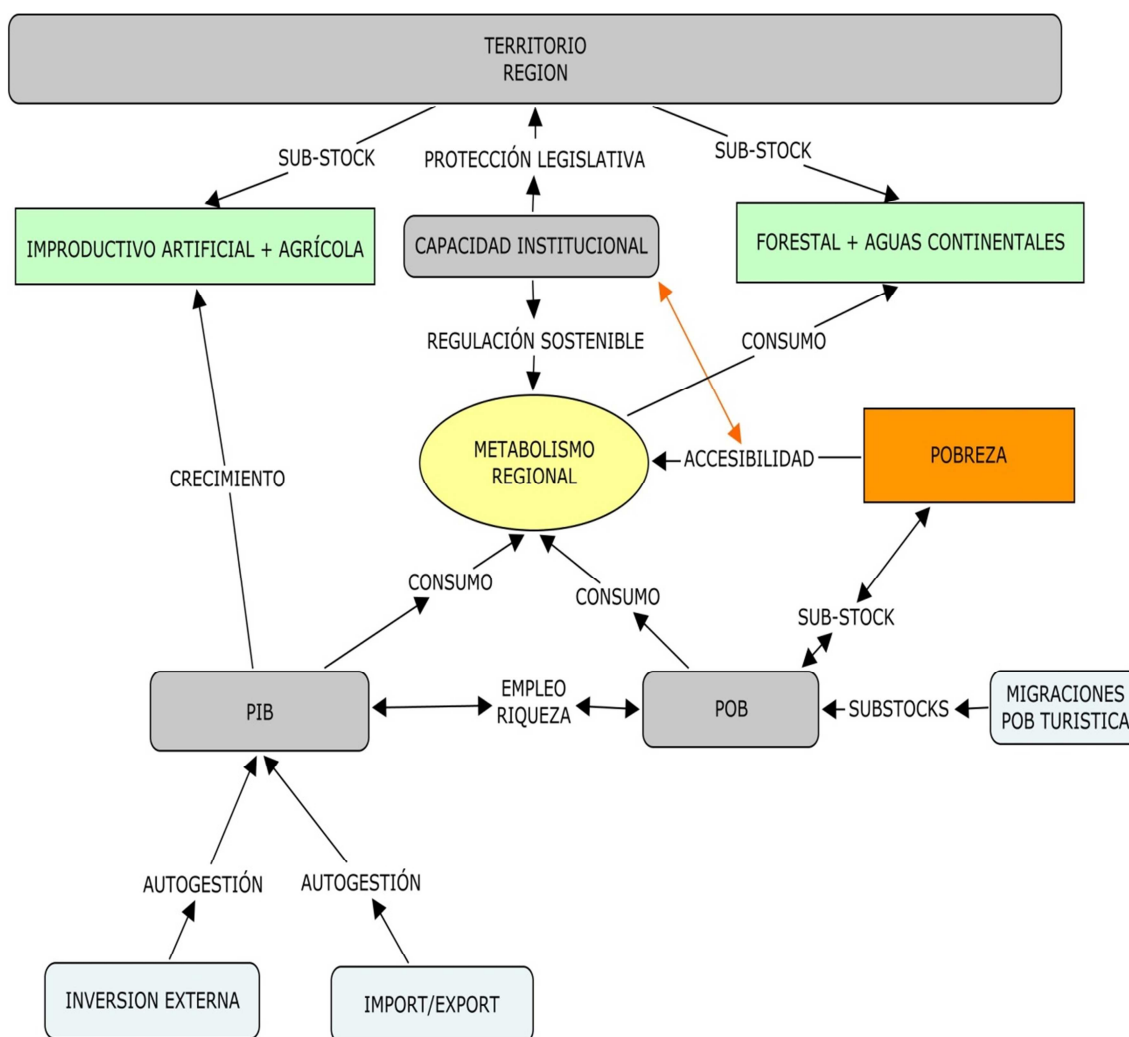


Fig. 5. Esquema de relaciones entre los stocks.

En gris oscuro se muestran los cuatro stocks principales: Territorio, Población (POB), Economía (PIB) y Capacidad Institucional. En amarillo se muestra el metabolismo regional. En colores más claros se muestran algunos sub-stocks asociados a los stocks generales, y en las flechas se muestran algunas de las relaciones que darán lugar a los síndromes y serán expresadas mediante los indicadores. Hemos destacado en naranja el sub-stock de Pobreza, que para obtener una accesibilidad al Metabolismo Regional dependerá de los flujos de riqueza y empleo del PIB, y puede ser incrementada o no, por la Capacidad Institucional (flecha naranja). Elaboración propia.

Los valores cuantitativos de los indicadores asociados nos facilita la construcción de modelos y escenarios de futuro, ya que por ejemplo podemos asociar niveles de consumo doméstico al incremento de la población o procesos de intensidad energética al crecimiento del PIB (ver estudio de casos, capítulo 8).

La flexibilidad del marco de análisis nos permite también describir nuevos síndromes, si los consideramos importantes, expresados mediante indicadores que podemos añadir al conjunto.

Ya dijimos anteriormente que la lectura de la sostenibilidad regional es un tema complejo y supeditado a las particularidades de la región, por ello debemos considerar esta aproximación al análisis de la sostenibilidad como un sistema abierto y adaptable a las características de cada región.

A continuación analizaremos dicho modelo aplicado a dos casos de estudio: las comarcas de Girona en Cataluña y la región (provincia) de Sto. Domingo de los Colorados en Ecuador.

CAPÍTULO 5

SÍNTESIS DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA

“...hemos señalado que el metabolismo de la sociedad industrial arrastra hacia un creciente deterioro de la base de recursos planetaria, con una creciente polarización social y territorial.”

(José Manuel Naredo)

CAPITULO 5

SÍNTESIS DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA

1. Introducción

En este capítulo queremos sintetizar la propuesta metodológica desarrollada en el capítulo anterior. La propuesta parte del análisis territorial que se basa en el paradigma de la sostenibilidad y la visión sistémica, usando las metodologías de análisis planteadas en el capítulo 3: categorización de variables según la Dinámica de Sistemas, definición de síndromes e indicadores. Destacando que proponemos un sistema sencillo y abierto que a partir de la interpretación de los datos obtenidos podemos confrontarlo entre las partes que gestionan, conviven y conocen el territorio y sus relaciones para analizar la sostenibilidad regional.

2. La región: un sistema multinivel en un entorno jerárquico y globalizado

Se explica que la región es un sistema cuyas dinámicas dependen de fenómenos externos al ámbito regional e internos de la región, en una escala multinivel jerarquizada; y que de la relación entre estos fenómenos se asienta el modelo de desarrollo regional. También se propone un sistema jerárquico de niveles, para describir el entorno y el sistema regional basado en una estructura de cinco niveles usando la terminología y la conceptualización de la realidad en niveles jerárquicos planteada por Mario Bunge.

- Un **meganivel** que se refiere al entorno del sistema o los niveles supraregionales que interactúan con el sistema regional.
- Un **macronivel** donde se sitúan las estructuras que conforman la región vista como un todo.
- Un **mesonivel** donde se ubican las estructuras que conforman el municipio, la ciudad, los nodos urbanos.
- Un **micronivel** donde se sitúan los colectivos y grupos sociales.
- Un **nanonivel** donde se sitúan los individuos.

3. Los límites del sistema regional

Se indica la necesidad de limitar el sistema regional para su estudio y se explicita qué es lo que consideraremos como sistema y como entorno del sistema

4. La sostenibilidad regional

Se definen las diferentes dimensiones de la sostenibilidad regional planteadas, entendiendo la sostenibilidad ambiental con dos subdimensiones: la territorial y la ambiental propiamente

dicha. Y añadiendo la dimensión de la región como un sistema autónomo con capacidad de autoabastecimiento y autogestión.

- La sostenibilidad territorial
- La sostenibilidad ambiental
- La sostenibilidad social
- La sostenibilidad económica
- La sostenibilidad institucional
- La autonomía regional

5. Propuesta de análisis regional I: La concepción de la región desde la Dinámica de Sistemas: los stocks regionales

Se resume el concepto de stocks y flujos tomado de la Dinámica de Sistemas para definir los subsistemas que conforman la región y se definen los 4 stocks principales y el metabolismo regional como un flujo entre ellos. Se definen dichos stocks y su jerarquización en sub-stocks.

a) El stock territorial (T): es el soporte biofísico o natural de las actividades de la región, formado por los ecosistemas regionales y los recursos naturales y la transformación de dicho territorio en función de sus usos sociales y económicos. Como una de las bases de la sostenibilidad ambiental es el mantenimiento de los servicios naturales podemos afirmar que **la sostenibilidad territorial vendría dada por el equilibrio entre las estructuras artificiales y los ecosistemas naturales que conforman la región.**

b) El stock poblacional (P) supone el stock de seres humanos presentes en la región. Su evolución en el tiempo vendrá determinada por las tasas de crecimiento natural experimentadas más el incremento de dicho stock que suponen los fenómenos migratorios y el turismo. **La calidad de vida y el bienestar social de dicha población será la clave para analizar la sostenibilidad social**

c) El stock económico: El PIB (E) es el indicador que muestra el grado de actividad económica de la región y el que nos muestra cual es el modelo productivo de la misma. Los actores económicos son los que generan este modelo, o sea las **empresas** que conforman el tejido económico de la región. **La sostenibilidad económica vendrá determinada porque la generación de empleo y renta que generan dichas actividades sea distribuida de manera equilibrada entre toda la población.**

d) El stock institucional o capacidad institucional (I) es un elemento clave de la sostenibilidad social y se organiza dentro del mismo. La capacidad económica pública puede darnos una idea de sus posibilidades de actuación. La institución puede considerarse un stock importante para la región, sea en el ámbito municipal o regional. **La sostenibilidad institucional vendrá determinada por la capacidad de la institución pública para promover la protección del medio natural, un bienestar equilibrado de la población y del nivel democrático de su sistema de toma de decisiones**

e) El metabolismo regional (M) estaría formado por flujos materiales y energéticos procedentes de la región o fuera de ella que sirven para satisfacer las necesidades de la población y posibilitan las actividades económicas productivas y de servicios, las cuales a su vez generan residuos tanto urbanos como industriales. **Una región tendrá un metabolismo sostenible si los flujos mayoritarios proceden de la misma región, los recursos mayormente utilizados tienen carácter de renovables, se usan eficientemente y la mayor parte de ellos retornan al metabolismo natural o productivo cuando su utilidad se ha acabado**

6. Propuesta de análisis regional II: Los síndromes de insostenibilidad regional

Se resume el concepto de síndrome analizado y desarrollado en el capítulo 3, como procesos asociados a la dinámica de dichos stocks y del metabolismo, los cuales influyen en el grado de sostenibilidad de la región. Pueden describirse como procesos que alejan a la región del estado de sostenibilidad y que se asocian a los stocks y metabolismos principales. Se describe un listado de los síndromes de insostenibilidad regional basados en las dimensiones de la sostenibilidad propuesta.

A. Síndromes territoriales

T1. Exceso de explotación del medio natural.

T2. Fragmentación del medio natural.

T3. Medio natural sin protección legislativa.

T4. Bajo potencial hídrico.

T5. Gran impacto del espacio urbano

Síndromes referentes a la población

P1. Crecimiento exagerado o depresión del stock poblacional

P2. Alto grado de población dependiente.

P3. Descompensación por género.

P4. Inmigración elevada.

P5. Turismo elevado.

6. Baja organización social.

P7. Pobreza elevada.

P8. Inseguridad elevada.

P9. Baja capacidad de desplazamiento territorial

Síndromes referentes al stock económico:

E1. Crecimiento elevado o depresión económica

E2. Economía poco productiva

E3. Alta dependencia exterior

Síndromes referentes a la capacidad Institucional

I1. Capacidad institucional baja

I2. Poca implicación social en la gestión regional

Síndromes referentes al metabolismo regional:

M1. Dependiente de combustibles fósiles o exterior

M2. Metabolismo alto

M3. Metabolismo bajo en sostenibilidad

M4. Baja accesibilidad a los servicios

7. Propuesta de análisis regional III: El análisis regional a partir de los indicadores asociados a los síndromes

Se describen 43 indicadores asociados a los síndromes propuestos, primero en un cuadro general sintético y posteriormente su definición y unidades de medida, criterios para su valoración y el uso del indicador en otras baterías.

A. Indicadores territoriales.

B. Indicadores sociales

C. Indicadores económicos

D. Indicadores institucionales

E. Indicadores de metabolismo.

8. Lectura de los resultados y criterios de valoración

Se propone un sistema para la valoración de los indicadores asociados a los síndromes que sirva a los actores para valorar el cumplimiento de los mismos y por ello la sostenibilidad regional.

Se plantea un esquema de lectura de los resultados de los indicadores explicitando la relación entre las diferentes tendencias posibles de éstos y la tendencia de cumplimiento o no del síndrome. Se elaboran unos cuadros resúmenes para facilitar su valoración en función de sus tendencias. Se destaca que la lectura del análisis de la sostenibilidad debe hacerse de manera global, teniendo en cuenta el resultado de los indicadores ya que tanto los síndromes como los stocks están relacionados entre sí.

9. Aportaciones de la propuesta metodológica en su conjunto

Se describen las aportaciones de la metodología y sus ventajas sobre otros sistemas de medida de la sostenibilidad basados en baterías de indicadores básicamente intuitivas y se realizan dos modelos causales cualitativos que demuestran estas aportaciones y que serán cuantificados en los estudios de caso.

- a) Facilita la lectura de los indicadores y los síndromes como un todo relacionado, lo que coaliga los indicadores entre sí, y nos permite relacionar los procesos que se dan en la región.
- b) Se dispone de un esquema de relaciones entre stocks, síndromes e indicadores, cuyos valores cuantitativos podemos usar para facilitar la construcción de modelos.
- c) La flexibilidad del marco de análisis nos permite también describir nuevos síndromes, si los consideramos importantes, expresados mediante indicadores que podemos añadir al conjunto.

CAPÍTULO 6

ESTUDIO DE CASO: LAS COMARCAS DE GIRONA

“Quantes dotzenes de pobles i viles se veuen des de aqueix incomparable mirador, des de Figueres, la reyna del pla, fins a la immortal Girona, que recolzada a la serra dels Àngels, sembla repassar lo compte de ses glòries, tot enmirallant-se en lo Ter, que corre a ses plantes!.” (Jacint Verdaguer)

CAPÍTULO 6

ESTUDIO DE CASO: LAS COMARCAS DE GIRONA

1. Delimitación del ámbito territorial.

El ámbito provincial de las comarcas de Girona, fronteriza con Francia, estaría formada por 221 municipios con una población de casi 753.000 habitantes el año 2010 y una superficie aproximada de 6.000 Km². Que contemplan 7 comarcas completas y algunos municipios de la comarca de la Cerdanya y 3 de la comarca de Osona. La altitud presenta grandes variaciones, desde los 3.000 metro de los Pirineos hasta las planas agrícolas a nivel del mar. La temperatura media es de 14,4° C y la precipitación fue de 737,6 mm el año 2010. De las 8 comarcas existen cuatro más dinámicas económicamente que concentran un 80% aproximadamente de la población, la economía y el empleo (Alt i Baix Empordà, Gironès i la Selva).

Stocks características de la región:

Población: 753.000 habitantes

Territorio: 6.000 Km²

PIB (2006): 17.451 millones de euros

2. El stock territorial

Territorio: 6.000 Km²

T1.1. Usos del suelo

Analizado por comarcas vemos que existe mucha diversidad entre ellas pero predomina un porcentaje boscoso importante que equivaldría a un 68% del total.

Comarca	forestal	cultivos	improductivo artificial	aguas continentales
Alt Empordà	60,94	34,84	3,93	0,29
Baix Empordà	50,65	41,14	8,20	0,01
Cerdanya	77,55	19,99	2,42	0,04
Garrotxa	80,05	17,89	2,06	0,00
Gironès	57,86	35,62	6,52	0,00
Pla de l'Estany	52,86	43,00	3,73	0,42
Ripollès	92,42	6,67	0,91	0,00
Selva, la	69,10	23,68	6,70	0,53

Tabla 1. Usos del suelo por comarca año 2005. OSCG 2009.

Si analizamos el total de las comarcas:

forestal	cultivos	improductivo artificial	Aguas continentales
68,31	27,05	4,45	0,19

Tabla 2. Usos del suelo provincia de Girona año 2005. OSCG 2009.

Si analizamos el suelo no artificializado por comarca vemos que las cuatro comarcas más desarrolladas económicamente presentan unos valores más elevados de suelo artificializado.

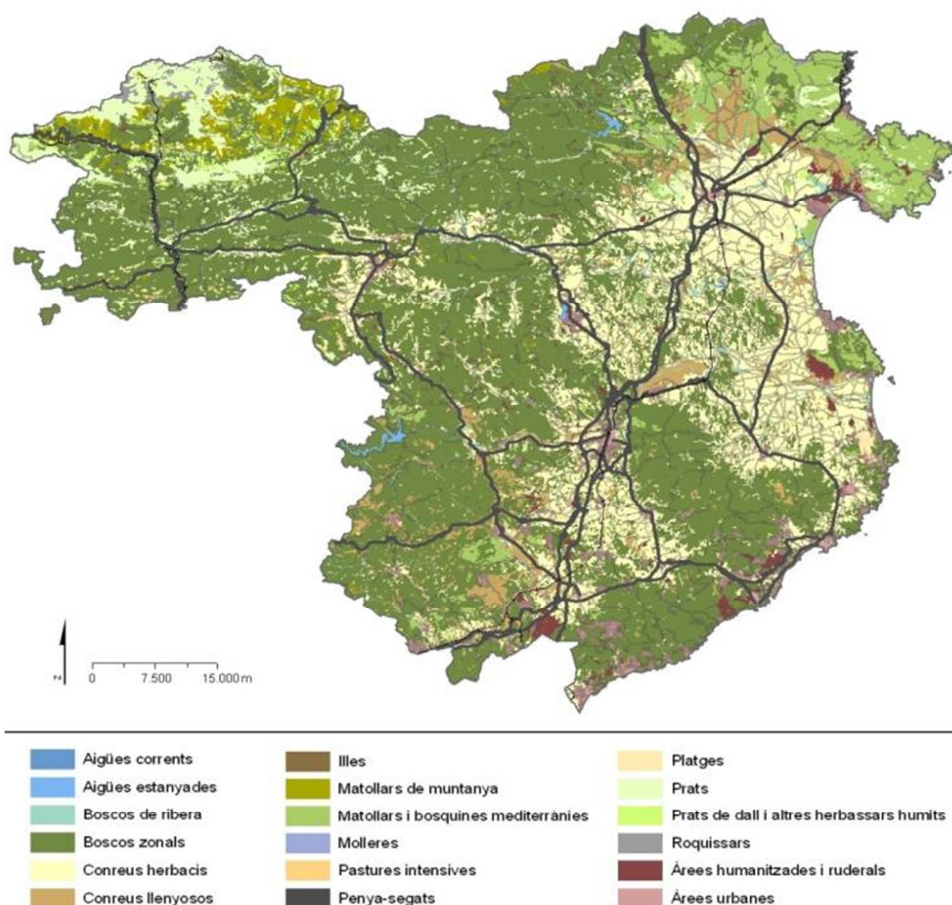


Fig. 1. Mapa de hàbitats i infraestructuras 2006. OSCG 2009.

T2.1. Conectividad del territorio no urbanizable

Si miramos el número de polígonos que constituyen el territorio no urbanizado vemos que existen un total de 260 polígonos, de los cuales los más grandes ocuparían un 45% del total de las comarcas.

Comarca	Número de polígonos	Has. Políg. más grande	% de la superficie total
Alt Empordà	66	44.875,75	33,08
Baix Empordà	32	25.384,79	36,22
Cerdanya	8	44.314,10	81,09
Garrotxa	22	26.956,88	36,71
Gironès	50	16.998,46	29,56
Pla de l'Estany	10	12.177,28	46,37
Ripollès	15	46.906,77	49,04
Selva, la	57	52.640,59	52,93

Tabla 3. Fragmentación de las comarcas.

Por número de polígonos del suelo no urbanizable, has. del polígono más grande y porcentaje del mismo sobre el total, 2005. OSCG 2009.

La Cerdanya es la comarca que presenta menor fragmentación y contiene el polígono continuo con un porcentaje mayor sobre el total. Aunque el polígono continuo mayor en extensión se halla en la comarca de la Selva.

T2.2. Metros de Infraestructuras por Km2.

Las comarcas presentan unos 3.037 Km de infraestructuras contando todas las vías y el ferrocarril.

Esto supone una ratio global de unos 506 metros de infraestructura por km2.

Por comarcas:

Comarcas (2006)	Carreteras	Tren	m/km2
Alt Empordà	298	400	514,9
Baix Empordà	142	22,2	235,3
Cerdanya	107	29	250
Garrotxa	195,5	0	266
Gironès	214,6	269,7	841,6
Pla de l'Estany	159,8	55,7	230
Ripollès	159,8	60	230
Selva, la	265,2	341,4	609,5

Tabla 4. Metros lineales de infraestructuras por comarca año 2005. OSCG 2009.

T3.1. Grado de protección del territorio natural

El grado de protección del suelo no urbanizable es del 35,9%, analizándolo por comarcas vemos los porcentajes diversos de protección.

NOM_M	2006
Alt Empordà	36,5
Baix Empordà	63
Cerdanya	37,75
Garrotxa	53,6
Gironès	31,79
Pla de l'Estany	6,27
Ripollès	35,29
Selva, la	23,25

Tabla 5. Grado de protección del suelo no urbanizable por comarcas 2008. OSCG 2009.

T4.1. Potencial hídrico regional

La zona presenta cuatro cuencas importantes que trascurren por su territorio: El Ter, la Tordera, el Fluvià y la Muga como cuencas principales. Su potencial hidrológico es importante, ya que el río Ter suministra agua potable al área Metropolitana de Barcelona.

Total cauces hídricos: 13.331.496,4 mts

Lo que equivale a 2.221,9 metros por km² de cauces hídricos.

Precipitación: 737,6 mm

T4.2. Grado de contaminación de la red hídrica

Una de las fuentes de contaminación importantes es la de los residuos ganaderos del porcino que cuando se vierten en las tierras agrícolas penetran el subsuelo y en las cuencas. En el mapa podemos ver como gran parte de los cauces fluviales se hallan en estado elevado de contaminación.

Lo cual nos lleva a deducir un grado de contaminación aproximado del 70% de los cauces.

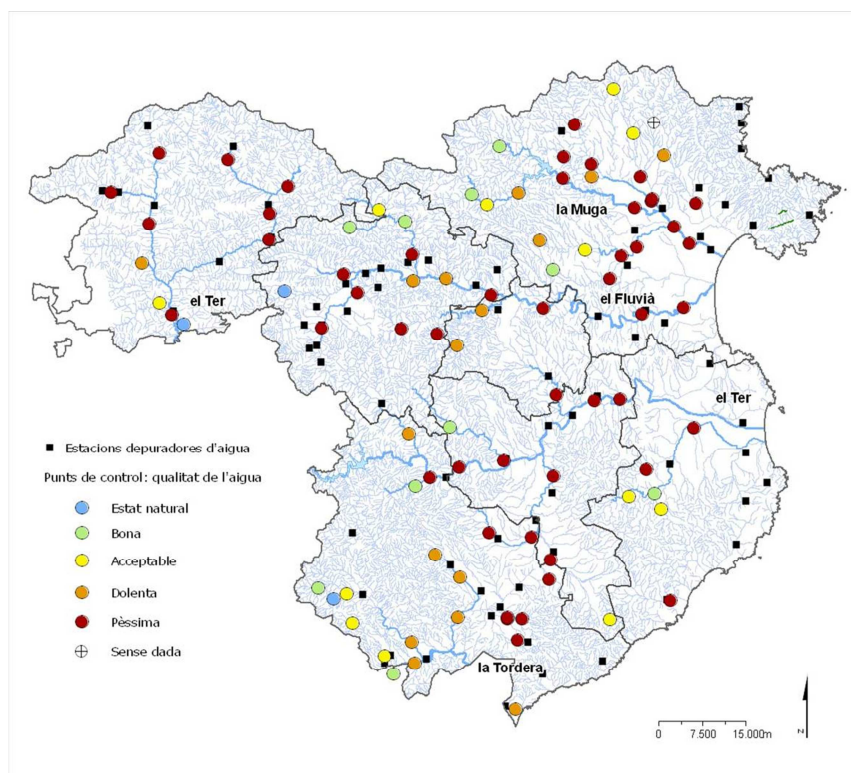


Fig. 2. Valoración de la calidad de agua de las cuencas fluviales 2002. OSCG 2007.

T5.1. Número de asentamientos urbanos presentan en la región

Si analizamos el número de municipios totales vemos que es de 221 municipios que distribuidos por comarcas presenta esta configuración:

NOM_M	Municipios 2010
Alt Empordà	68
Baix Empordà	36
Cerdanya	17
Garrotxa	21
Gironès	27
Pla de l'Estany	11
Ripollès	19
Selva, la	26
Comarcas de Girona	221

Tabla 6. Número de municipios por comarca 2009. OSCG 2009.

Por ello presenta un grado de configuraci3n territorial dispersa con 19 municipios de m3s de 10.000 habitantes, siendo el mayor Girona que est3 cerca de los 100.000.

Si analizamos el mapa municipal de las comarcas por tamaño de municipios vemos como se estructura el territorio en funci3n de la poblaci3n. M3s de un 60% de municipios podemos ver en el mapa que no superan los 1.000 habitantes.

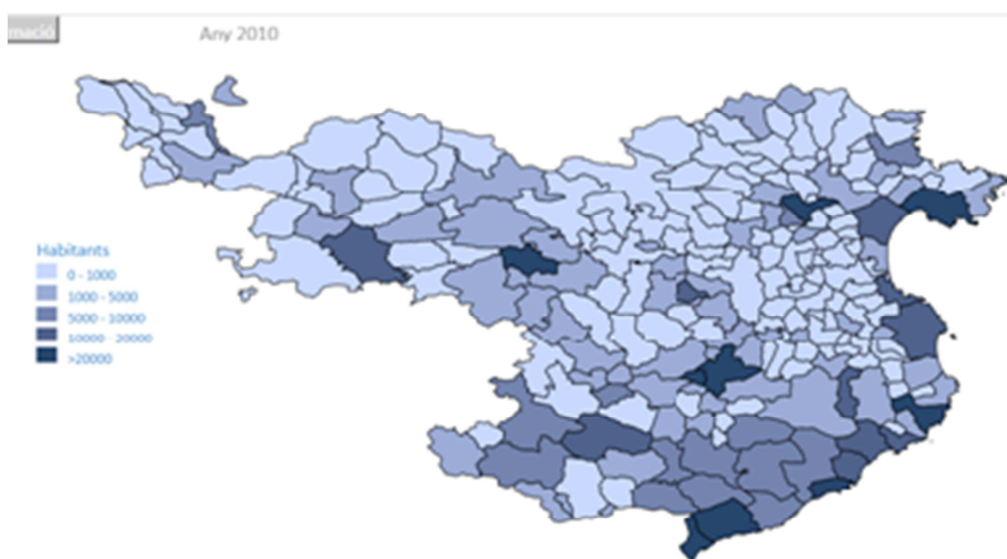


Fig. 3. Mapa de poblaci3n por municipios a3o 2009. OSCG 2010.

Si analizamos la mancha urbana cartogr3ficamente se puede observar el car3cter disperso de la urbanizaci3n durante los a3os 1987 a 2002, vemos como la zona de costa y las capitales de comarca son las que experimentan unos crecimientos urbanísticos mayores.

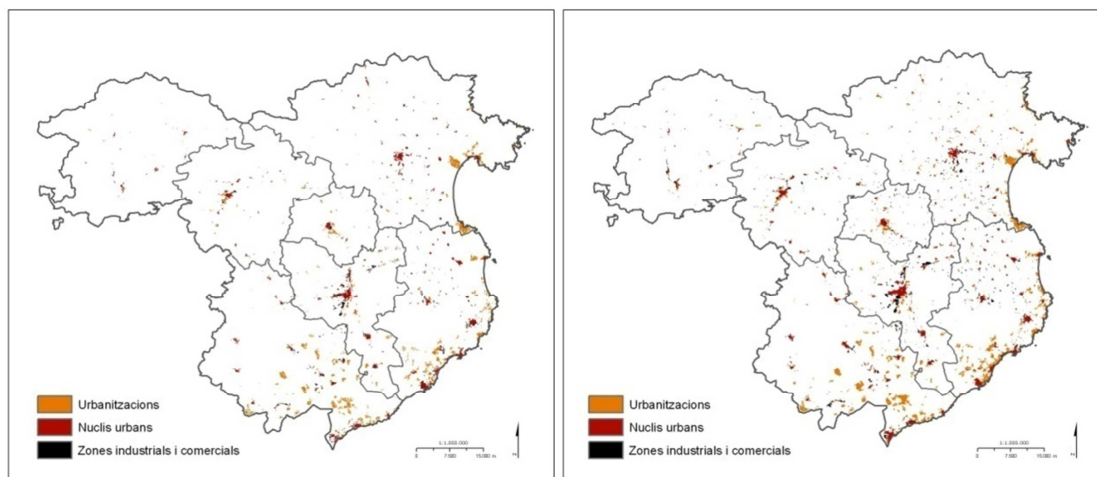


Fig. 4. Distribución del suelo de usos urbanos, urbanizaciones y zonas industriales 1987 y 2002.
OSCG 2007.

La urbanización del territorio presenta una estructura polinucleada de asentamientos en función de tres zonas de desarrollo:

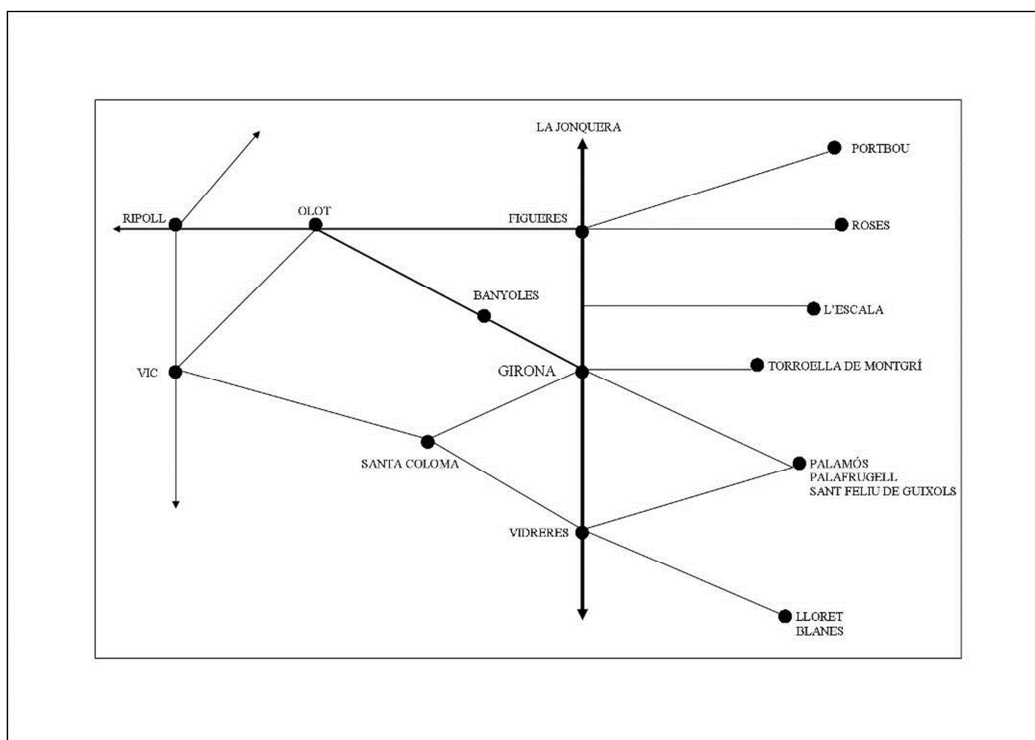


Fig. 5. Esquema de núcleos urbanos y áreas de desarrollo de las comarcas de Girona.
Elaboración propia.

El eje central de infraestructuras que conecta la provincia con Barcelona y Francia mediante la Autopista A7, la carretera Nacional II y el ferrocarril. El eje costero con una actividad turística y urbanística relevante y el eje montañoso con un sistema económico más industrial y rural.

T5.2. Potencial de crecimiento urbano

Si analizamos el promedio de crecimiento en funci3n de los valores de cada municipio vemos que es de más del 100% del territorio ya construido en funci3n de los planes urbanísticos de cada uno de ellos.

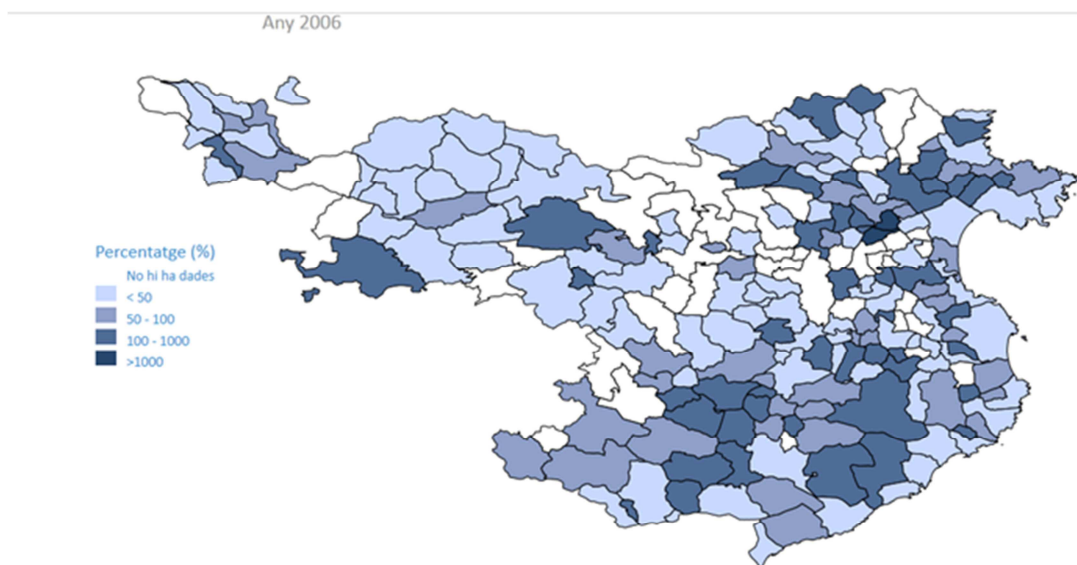


Fig. 6. Porcentaje de crecimiento de los municipios según el suelo urbanizado año 2005.

OSCG 2010.

T5.3. Construcción anual de viviendas

Si analizamos las viviendas acabadas anualmente vemos que casi en una década, desde el año 2001, se han construido aproximadamente unas 100.000 viviendas con un promedio anual de 10.000 viviendas terminadas, lo que supone un incremento del 22% en 10 años cuando la población ha crecido un total del 33%.

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
411.954	9.954	9.959	10.601	11.942	13.788	12.990	10.670	7.123	4.043	503.024

Tabla 7. Censo de viviendas existentes y acabadas anualmente, desde el año 2001 al 2010.

Elaboraci3n propia a partir de los datos del IDESCAT.

Esto supone un promedio interanual: 10.119 viviendas/año, lo cual supera el estándar de 5 viviendas por cada 1.000 habitantes, ya que equivaldría a 3.765 viviendas

El año 2001 las viviendas secundarias suponían un 34% del total de viviendas.

3. El stock Población

Población: 753.000 habitantes

P1.1. Tasa de crecimiento de la población en la última década

Si analizamos el crecimiento de la población desde el año 2000 al 2010 vemos que en 10 años la población ha crecido en un 33%, con grandes diferencias de crecimiento en función de las comarcas.

	2000-2010
Alt Empordà	39%
Baix Empordà	29%
Cerdanya	32%
Garrotxa	17%
Gironès	34%
Pla de l'Estany	22%
Ripollès	2%
Selva, la	48%
Comarcas de Girona	33%

Tabla 8. Tasa de crecimiento de la población del año 2000 al 2010.

Elaboración propia a partir de los datos del IDESCAT.

P2.1. Porcentaje de población dependiente

La población mayor de 65 años es del 14,7% sobre el total y la menor de 16 del 17,5%, la suma equivale a un 32,5% del total.

Categorías	Totales	%
<16	134.021	17,80
16-65	507.939	67,45
>65	111.086	14,75

Tabla 9. Porcentaje de población por sectores de edad año 2010.

Elaboración propia a partir de los datos del IDESCAT.

Hay que destacar que como país desarrollado cada vez la población mayor de 65 años presenta porcentajes más elevados sobre el total.

P3.1. Porcentaje de hombres y mujeres

La tasa de hombre y mujeres es de 380.772 hombres y 372.273 mujeres, de los cuales 87.908 hombres y 74.338 mujeres son extranjeras. O sea que existe un 50,56 % de hombres sobre el 49,44% de mujeres.

P4.1. Tasa de población inmigrante

La tasa de inmigración de las comarcas sería de un 21,5% el año 2010, si lo analizamos por comarcas vemos que hay diferencias entre ellas:

	2010
Alt Empordà	27,99
Baix Empordà	22,09
Cerdanya	16,60
Garrotxa	15,51
Gironès	21,26
Pla de l'Estany	15,76
Ripollès	8,36
Selva, la	21,41
Comarcas de Girona	21,5

Tabla 10. Porcentaje de población inmigrante por comarcas 2010. IDESCAT.

P5.1. Número de turistas anuales

Las cifras anuales de turistas pueden oscilar entre los 2.500.000 en la Costa Brava, según estimaciones generales, lo que equivale a casi cinco veces la población residente.

P6.1. Número de asociaciones presentes en la región

Existen unas 57 ONGs dedicadas a la cooperación internacional y a la integración de la inmigración y unas 70 dedicadas a la protección ambiental y a la defensa del medio natural.

Esto supone una tasa de 16,9 asociaciones de este tipo por cada 100.000 habitantes.

P7.1. Pobreza regional

No se tiene un seguimiento del dato, pero se ha notado un incremento de la asistencia de gente al banco de alimentos que ha pasado en Cataluña de 500.000 personas a 1,5 millones. También sufre un incremento el número de desahucios o gente que es desposeída de su casa por falta de pago de la hipoteca.

Esto supone un nivel de pobreza del 20% de la población si aplicamos estos estándares a las comarcas de Girona.

P8.1. Números de asesinatos por 1000 habitantes

El año 2006 se produjeron en Catalunya 338 homicidios lo que equivale a 4,7 homicidios por cada 100.000 habitantes.

El año 2009 fue de 81 asesinatos consumados y el año 2010 de 96 lo que supone una ratio de 1,08 y 1,2 asesinatos por cada 100.000 habitantes respectivamente.

En las comarcas de Girona el número de asesinatos en el año 2011 fue de 17 lo que supone 2.25 asesinatos cada 100.000 habitantes.

P9.1. Conectividad mediante transporte público

Podemos decir que por comarcas la mayor parte de los desplazamientos se realizan en vehículo privado. Al ser las poblaciones numerosas y dispersas y el ferrocarril solo circula por el eje central, las vías de autobuses se usan mayoritariamente en las conurbaciones de Girona y Figueres, y las demás poblaciones tienen líneas que circulan con frecuencias bajas salvo las capitales de comarca.

4. El stock económico: el PIB

PIB (2008): 19.739 millones de euros

E1.1. La tasa media de crecimiento del PIB en los últimos cinco años

El PIB es de unos 19.379 millones de euros el año 2008, si se analiza por comarcas vemos importantes diferencias entre ellas, existiendo cuatro comarcas más dinámicas económicamente hablando y 4 cuya economía es menor.

Comarca	2001	2006	2008
Alt Empordà	2017,2	3065,3	3.401,6
Baix Empordà	1928,6	2979	3.237,6
Cerdanya	315,5	515,9	577,7
Garrotxa	986,7	1357,5	1.571,8
Gironès	3163,4	4633,4	5.205,6
Pla de l'Estany	436,5	599	665,4
Ripollès	475,3	673,2	763,8
Selva, la	2485,4	3676,3	3.955,7
Total prov.	11.808,6	17.499,6	19.379,2

Tabla11. PIB por comarcas año 2001, 2006 y 2008 con base del año 2000. IDESCAT.

Según los datos del PIB con base del año 2.000 la tasa media de incremento interanual ha sido del 9% del 2001 al 2008. Lo que supone un incremento acelerado de la economía.

Si analizamos la progresión del año 2006 al 2008 vemos que se ha reducido a un 4%.

Si dispusiéramos de los datos a partir del año 2008 veríamos que la economía de la comarca ha entrado en recesión.

E1.2. Tasa de desempleo

Actualmente la desocupación es de 87.300 personas, lo que equivale a una 21,6% de la población activa.

La tasa de desempleo varía según las comarcas.

	2010
Alt Empordà	11,17
Baix Empordà	12,16
Cerdanya	7,25
Garrotxa	9,51
Gironès	11,09
Pla de l'Estany	7,67
Ripollès	10,39
Selva, la	11,67

Tabla12. Porcentaje de desempleo por comarcas 2010. IDESCAT

Como vemos analizando los dos indicadores después de una fase acelerada de crecimiento se ha producido un período de recesión, en la que la tasa de desempleo es mayor en las comarcas que antes habían tenido una mayor actividad económica.

E2.1. Distribución del PIB por sectores

Los servicios predominan en las comarcas más dinámicas económicamente estando alrededor del 70%.

	2009			
NOM_M	agricultura	industria	construcción	servicios
Alt Empordà	5,1	7,7	11,5	75,6
Baix Empordà	3,06	8,47	13,48	74,99
Cerdanya	3,12	4,21	23,4	69,25
Garrotxa	3,27	27,94	10,49	58,3
Gironès	1,2	12,01	9,32	77,47
Pla de l'Estany	6,01	21,7	11,21	61,05
Ripollès	2,61	22,9	17,98	56,5
Selva, la	1,63	17,85	16,48	64,05
Comarcas de Girona	3,2	15,3	14,2	67,15

Tabla13. Sectores del PIB por comarcas año 2009. OSCG 2010.

Las comarcas menos dinámicas económicamente hablando disponen de una economía mucho más productiva.

E2.2. Número de empresas por sectores

Las empresas de servicios son las que más predominan en las comarcas.

	Total	%
Primario	367	1,26
Industria	2566	8,80
Construcción	4057	13,92
Servicios	22.164	76,02
Total	29.154	

Tabla14. Empresas por sectores 2010. Cambra de Comerç Girona 2011.

En general la región presenta una economía orientada a los servicios.

E2.3. Número de trabajadores por sector

La población activa en el año 2010 es de unas 398.800 personas y de 403.300 en el 2011. Los servicios emplean a un 70% de la población ocupada.

Total	Primario	Industria	Construcción	Servicios
326.000	4.960	48.264	28.258	197.235
%	1,78	17,32	10,14	70,77

Tabla15. Trabajadores por sector año 2010.Cambra de Comerç Girona

También el mayor porcentaje de trabajadores se concentra en el sector servicios

E3.1. Dependencia económica exterior

No disponemos de información que nos indique el volumen total de inversiones realizados en la provincia, pero sabemos que la región es dependiente tanto de los presupuestos autonómicos y de los presupuestos nacionales sobre todo en lo que se refiere a la construcción de infraestructuras. No disponemos de datos en lo que se refiere a inversión extranjera.

Podemos decir que en el año 2011 las inversiones de la Generalitat en el territorio supusieron unos 179 millones de euros. (Diari de Girona, 2011), lo que equivale mas o menos a un 10% del total de los presupuestos municipales.

E3.2. Dependencia material exterior

Exportaciones: 3.565 millones de €

Importaciones: 2. 029 millones de €

En el año 2010 (Cambra de Comerç 2011) las exportaciones suponen unas 1,7 veces las importaciones.

En el año 2011¹ las exportaciones se han incrementado y suponen casi el doble de las importaciones.

Exportaciones: 4.101,4 millones de €

Importaciones: 2.185,5 millones de €

Los productos alimentarios suponen la mayor parte de exportaciones y los países receptores están mayoritariamente ubicados en la Unión Europea.

¹ Diari El Punt. Girona 23/2/2012

5. El Stock Institucional

Presupuesto municipal total del año 2009: 1.180 millones de euros

Presupuesto Diputación de Girona 2012: 98 millones de euros

I1.1. Presupuesto municipal por habitante

El promedio de los 221 municipios estaría entre los 1.992 € por habitante y el presupuesto municipal por habitante estaría alrededor de los 1.500 €.

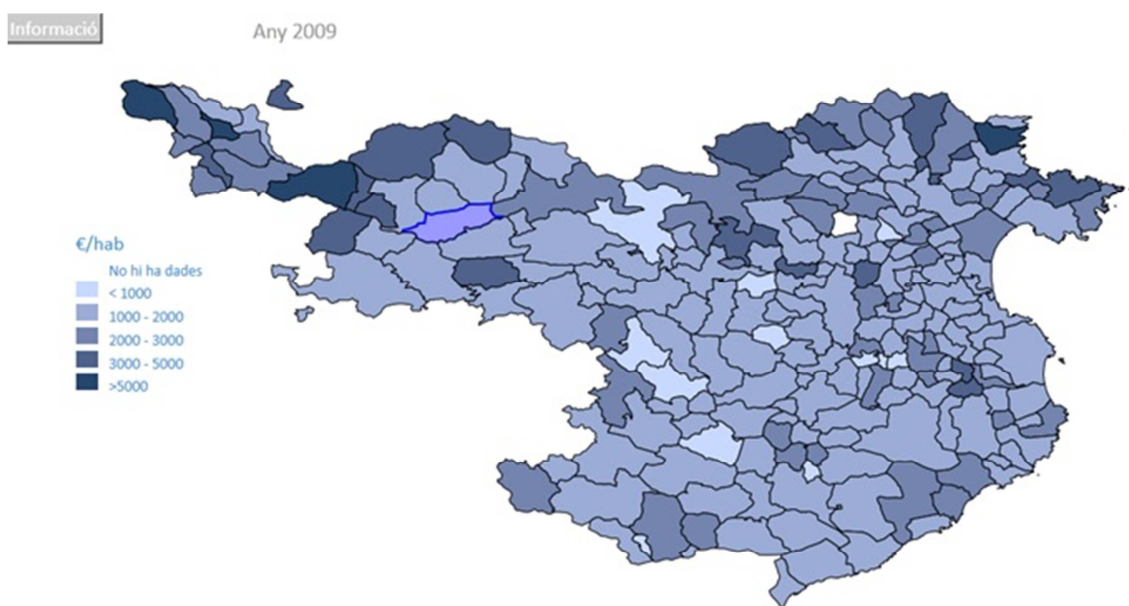


Fig. 7. Presupuesto municipal por habitante año 2009. OSCG 2010.

Hay que añadir que el presupuesto de la Diputación de Girona para el año 2012 es de 98 millones de euros lo que supone un añadido de 120€ por habitante.

I1.2. Relación entre el presupuesto municipal y el PIB

El total del presupuesto municipal es de 1.179 millones de euros y el PIB del año 2008 es de 19.000 millones de euros lo que equivale a un 5% del total del PIB.

I1.3. Porcentaje de inversiones sobre el presupuesto total

No disponemos de información sobre las medias del porcentaje de inversión de los presupuestos municipales.

I1.4. Nivel de endeudamiento público

No disponemos de información sobre la media de endeudamiento público de los municipios de la provincia.

I2.1. Nivel de abstenci3n en las elecciones locales

Podemos decir que la abstenci3n media en las elecciones municipales ha pasado del a3o 2007 al 2011 de un 26,4 a un 30%. Aunque como vemos en el mapa muchos municipios superan el 40% de abstenci3n, incluso en cuatro municipios se super3 el 50% de la misma.

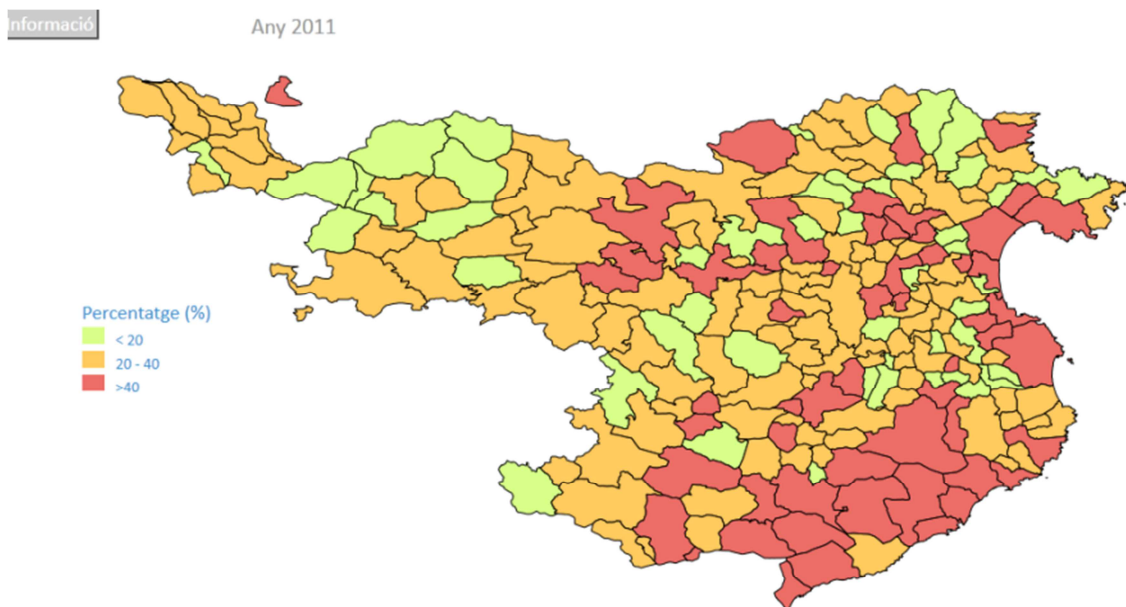


Fig. 8. Distribuci3n de la abstenci3n en las elecciones municipales del a3o 2011 categorizadas por municipios. OSCG 2011.

6. El Metabolismo

M1.1, Dependencia de combustibles fósiles

La dependencia energética del petróleo de las comarcas es total.

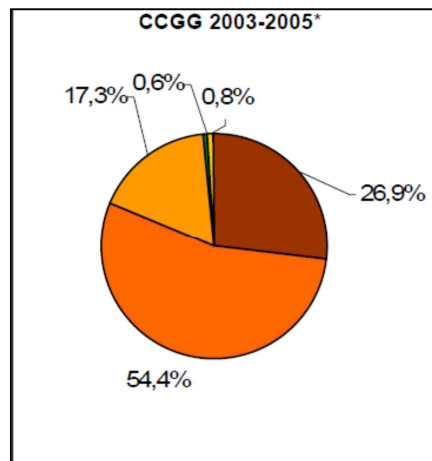


Fig. 9. Distribución en porcentaje y energía primaria según fuentes. OSCG 2007.

Este gráfico nos muestra como las comarcas dependen del petróleo en un 54,4%, la producción de energía eléctrica a partir de fuentes nucleares es del 26,9%, el gas natural es un 17,3%, las renovables un 0,6% y otras un 0,8%.

M1.2. Uso mayoritario del vehículo privado

Si analizamos el índice de motorización en relación a los turismos por cada 1000 habitantes vemos que las comarcas de Girona presentan un valor medio de 502,4 turismos por cada 1000 habitantes.

	2010
Alt Empordà	521,69
Baix Empordà	531,4
Cerdanya	481,16
Garrotxa	517,83
Gironès	486,45
Pla de l'Estany	510,63
Ripollès	504,21
Selva, la	466,09
Comarcas de Girona	502,43

Tabla 16. Turismos por cada 1000 habitantes por comarcas 2010. IDESCAT

Analizando este indicador junto con la estructura territorial podemos considerar que la dependencia del vehículo privado es elevada.

M1.3. Dependencia energética exterior

La producción eléctrica de las comarcas de Girona es del 11% del total consumido. Por ello la dependencia de fuentes externas es de casi un 90 %.

M2.1. Consumo eléctrico doméstico y total per cápita

La industria influye en el elevado consumo energético de algunas comarcas.

Consumo electricidad total por habitante y día (KW·h/hab·dia)2006	
Alt Empordà	16,18
Baix Empordà	14,92
Cerdanya	15,17
Garrotxa	27,17
Gironès	17,32
Pla de l'Estany	15,67
Ripollès	19,83
Selva, la	22,37
Comarcas de Girona	18,51

Tabla 17. Consumo de electricidad por habitante y día 2006. OSCG 2010.

No disponemos de datos desagregados para analizar el consumo doméstico.

M2.2. Consumo de agua doméstica y total per cápita

En el consumo de agua se notan los efectos del turismo y también de la urbanización dispersa.

Consumo de agua de red 2009 (litros)	Domestica	Industrial +domestica
Alt Empordà	239,00	297,50
Baix Empordà	290,56	364,12
Cerdanya	294,08	364,96
Garrotxa	138,29	169,04
Gironès	130,23	173,31
Pla de l'Estany	156,44	179,00
Ripollès	164,12	195,65
Selva, la	188,73	256,86
Comarcas de Girona	198,68	254,18

Tabla 18. Consumo de agua por habitante y día 2009. OSCG 2010.

No disponemos de los datos de agua para usos agrícolas pero podemos estimar por datos del año 2001 que añadiendo dicho uso la cantidad total se elevaría a unos 1.000 litros por habitante día. Lo que supone aproximadamente cuatro veces el consumo de agua de red.

M2.3. Producción de residuos domésticos y totales

Es notable el efecto sobre los residuos domésticos en las comarcas más turísticas. Ya que se contabilizan de una manera que se incluye en la producción per cápita.

Residuos urbanos totales por habitante y día (Kg/hab·día) 2009	
Alt Empordà	2,25
Baix Empordà	2,25
Cerdanya	1,98
Garrotxa	1,53
Gironès	1,21
Pla de l'Estany	1,51
Ripollès	1,88
Selva, la	1,86
Comarcas de Girona	1,81

Tabla 19. Generación de residuos sólidos urbanos 2009. OSCG 2010.

Los residuos totales teniendo en cuenta los lodos de depuradora, los residuos de la construcción, los residuos industriales y los agrícolas se estiman, con datos del año 2005, en 19 kg habitante día.

M2.4. Intensidad energética de la economía

La intensidad energética nos indica que necesitamos 269,9 Mw.h para genera un millón de euros de PIB.

Intensitat d'electricitat de l'economia (MW·h/M€) 2006	
Alt Empordà	240,14
Baix Empordà	227,91
Cerdanya	186,07
Garrotxa	385,90
Gironès	226,99
Pla de l'Estany	273,15
Ripollès	282,14
Selva, la	337,45
Comarcas de Girona	269,97

Tabla 20. Intensidad eléctrica de la economía por comarcas año 2006. OSCG 2010.

M2.5. Intensidad en el consumo de agua

Solo teniendo en cuenta el agua industrial y doméstica podemos decir que requerimos casi 4.000 metros cúbicos de agua para generar un millón de euros de PIB. Si atendiéramos al agua total tendríamos que multiplicar esta cantidad por cuatro, lo que equivaldría aproximadamente a unos 16.000 metros cúbicos.

Intensitat d'aigua de l'economia (m³/M€) 2006	
Alt Empordà	4665,60
Baix Empordà	5831,70
Cerdanya	4618,17
Garrotxa	2987,85
Gironès	2307,27
Pla de l'Estany	3410,87
Ripollès	3378,57
Selva, la	4322,45
Comarcas de Girona	3940,31

Tabla 21. Intensidad agua de la economía por comarcas año 2006. OSCG 2010

M2.6. Intensidad en la producción de residuos

Sólo atendiendo a los residuos domésticos podemos decir que un millón de euros de PIB generan 60 toneladas de residuos domésticos. Si atendiéramos a los residuos totales tendríamos que multiplicar esta cantidad por 9, lo que equivaldría a unas 500 toneladas aproximadamente.

23. Intensidad de residuos domésticos de la economía (Tm/M€) 2006	
Alt Empordà	62,10
Baix Empordà	51,69
Cerdanya	33,59
Garrotxa	77,70
Gironès	55,44
Pla de l'Estany	74,56
Ripollès	53,32
Selva, la	70,37
Comarcas de Girona	59,85

Tabla 22. Intensidad residuos de la economía por comarcas año 2006. OSCG 2010

M3.1. Sostenibilidad energética

Vemos que existe un potencial de energías renovables importante en la zona, pero éste no genera ni un 1% de la energía total consumida que procede de fuentes renovables.

	2008
Alt Empordà	5903,2
Baix Empordà	1171,8
Cerdanya	8,5
Garrotxa	19960,55
Gironès	45220,5
Pla de l'Estany	13533,5
Ripollès	39552,6
Selva, la	20136,11

Tabla 23. Intensidad agua de la economía por comarcas año 2006. OSCG 2010

M3.2. Sostenibilidad del consumo de agua

No disponemos de datos del volumen de agua depurada ni la que a partir de ésta se utiliza para usos diversos, pero según los planes de saneamiento podemos considerar que el grado de depuración es aceptable, no tanto el de los usos de la misma.

M3.3. Sostenibilidad en la producción de residuos

El porcentaje de recogida selectiva alcanza en promedio un 31%, éste indicador ha incrementado su porcentaje al implantarse los sistemas de recogida selectiva en los municipios de manera generalizada.

	2009
Alt Empordà	29,14
Baix Empordà	27,53
Cerdanya	19,09
Garrotxa	35,34
Gironès	39,02
Pla de l'Estany	38,03
Ripollès	37,19
Selva, la	23,39
Comarcas de Girona	31,09

Tabla 24. Porcentaje de recogida selectiva de los residuos domésticos 2009. OSCG 2010

No disponemos de información para conocer qué cantidad de los residuos no domésticos retornan al metabolismo. Pero según los tratamientos recibidos el porcentaje de residuos industriales que son valorizados en origen, valorizados externamente y usados como subproductos el año 2005, llegaron a un 73,6% del total producido.

M4.1. Porcentaje de población sin acceso a los servicios básicos

Creemos que la mayor parte de los servicios básicos de la población están cubiertos, aunque últimamente con la crisis económica se han dado casos de municipios que cortan el suministro de agua de las fuentes públicas porque hay ciudadanos que acceden a ellas para dotarse de agua potable.

CAPÍTULO 7

ESTUDIO DE CASO: LA REGIÓN DE SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS (TSÁCHILAS) – ECUADOR

*“Los indios han padecido y padecen – síntesis del drama de toda América Latina – la
maldición de su propia riqueza.”(Eduardo Galeano)*

CAPÍTULO 7

ESTUDIO DE CASO: LA REGIÓN DE SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS (TSÁCHILAS) - ECUADOR

1. Delimitación del ámbito territorial.

La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se encuentra ubicada geográficamente en las estribaciones de la Cordillera de los Andes a 133 Km al Oeste de la ciudad de Quito. Limita al Norte con las provincias de Pichincha y Esmeraldas, al Sur con la Provincia de Los Ríos, al Este con la provincia de Cotopaxi y al Oeste con la provincia de Manabí. Cuenta con una superficie de 3.532 Km² en la que se asienta una población de 368.013 habitantes (de acuerdo al censo de población y vivienda del 2010). Tiene una altura promedio de 655 msnm, su temperatura media es de 23 °C, la precipitación promedio anual oscila entre los 500 a 5.000 mm/año y la humedad media mensual alcanza el 90.9%. La provincia se halla ubicada en las estribaciones exteriores de la Cordillera de Los Andes y la región litoral, con altitudes que oscilan entre los 120 msnm en la zona occidental de la provincia, hasta los 3.020 msnm en el sector de Chiriboga. Estos grandes conjuntos geomorfológicos han dado lugar a dos paisajes claramente definidos, uno cordillerano y el segundo de pie de monte.

Por su dinamismo demográfico y funcional, Santo Domingo en la actualidad puede ser considerada la tercera ciudad del país. Debido al marcado proceso de urbanización que ha cobrado fuerza en los últimos años, en esta ciudad se han concentrado una serie de actividades de gestión, servicios, comercio y transporte, por lo que cumple un rol abastecedor y articulado de flujos comerciales y financieros con un importante peso en la economía nacional.



Fig. 1. Localización de la región de Santo Domingo en Ecuador. CONELEC 2009.

Stocks características de la región:

Población: 368.013 habitantes

Territorio: 3.532 Km²

PIB (2006): 1613,3 millones de euros

2. El stock territorial

Territorio: 3.532 Km²

T1.1. Usos del suelo

Existe un porcentaje boscoso importante parte de cual se usa como explotación forestal que equivaldría a un 52,8% del total.

Uso Actual	Área (Ha)	%
Pecuario	180.177,50	51.01
Agrícola	90.360,59	25.58
Vegetación Natural	58.120,22	16.46
Pecuario – Vegetación Natural	9.896,79	2.80
Área urbana	6.376,21	1.81
Forestal	5.434,00	1.54
Agrícola – Pecuario	1.887,49	0.53
Pecuario – Forestal	490,08	0.14
(Pecuario - Agrícola)/Vegetación Natural	453,79	0.13

Tabla 1. Usos del suelo del territorio regional. GAD 2011.

Si analizamos el total regional vemos que el tanto por ciento de suelo artificializado es del 2,2%.

forestal	cultivos	improductivo artificial	Aguas continentales
17,12	80,06	2,2	0,79

Tabla 2. Síntesis de usos del suelo del territorio regional. Toledo A. 2011.

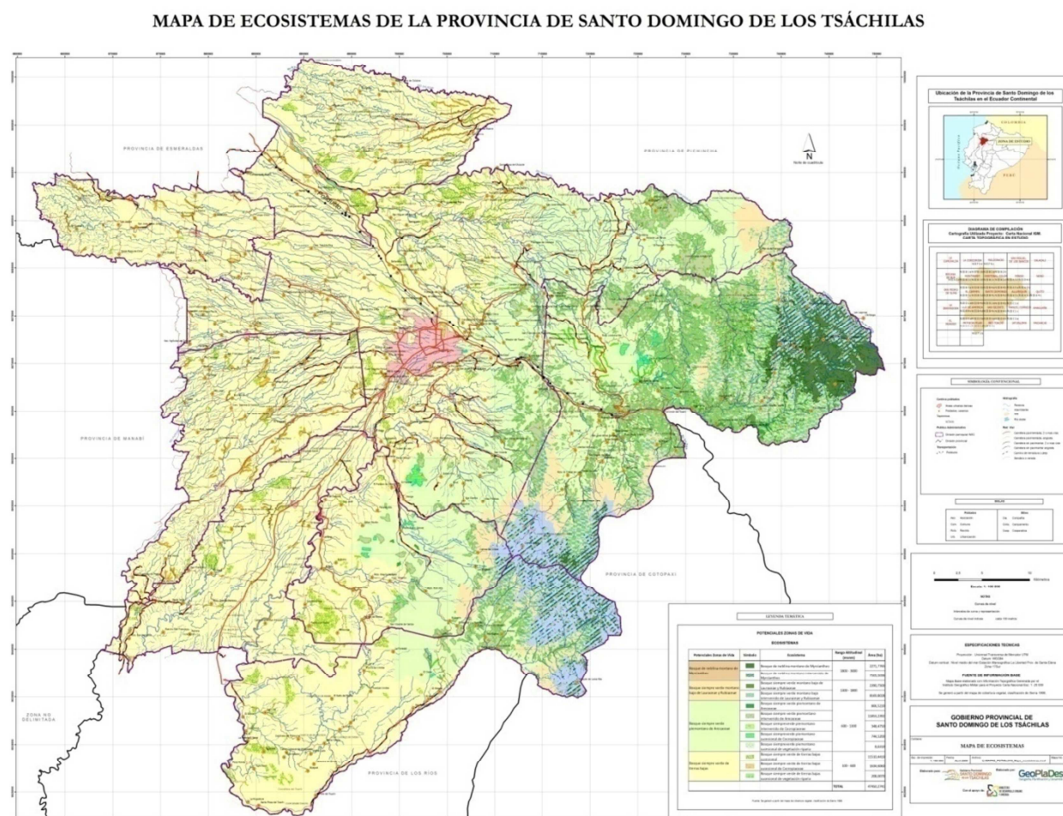


Fig. 2. Mapa de Ecosistemas de Santo Domingo. Gob. Provincial. Toledo A. 2011.

T2.1. Conectividad del territorio no urbanizable

No hemos podido calcular el número de polígonos del territorio no urbanizado que no están fragmentados por infraestructuras, ni el tamaño de cada polígono por falta de datos.

T2.2. Metros de Infraestructuras por Km2.

En la actualidad la red vial existente alcanza una longitud total de 2.309 Km, de ellos el 80% se encuentra en mal estado, provocando una deficiente movilidad de personas y mercancías, lo que ocasiona un bajo nivel de competitividad y el deterioro del nivel de vida, principalmente de la población del sector rural.



Fig. 3. Sistema de comunicaciones de Santo Domingo. Toledo A. 2011.

El sistema de vías existente comprende 2.300 Km que han sido levantadas de manera desarticulada. Pero si atendemos a las principales infraestructuras como vías principales de fragmentación deberemos reducir esta longitud en un 20%.

Kms. Infraestructuras por superficie total: 651 mts/Km²

Kms. infraestructuras con alta capacidad de fragmentación: 130 mts/km²

T3.1. Grado de protección del territorio natural

El grado de protección del suelo no urbanizable es del 18%.

T4.1. Potencial hídrico regional

La provincia forma parte de dos de las cuencas más importantes del país, la cuenca del Río Guayas y la del Río Esmeraldas, en efecto, en su territorio se encuentra ubicadas las subcuencas de los ríos Daule – Peripa y Vinces que conforman la cuenca del Río Guayas y de los ríos Toachi y Blanco que conforman la cuenca del Río Esmeraldas, en la provincia existen 63 microcuencas y confluyen 257 ríos, convirtiéndose en una provincia con una importante riqueza hídrica del país.

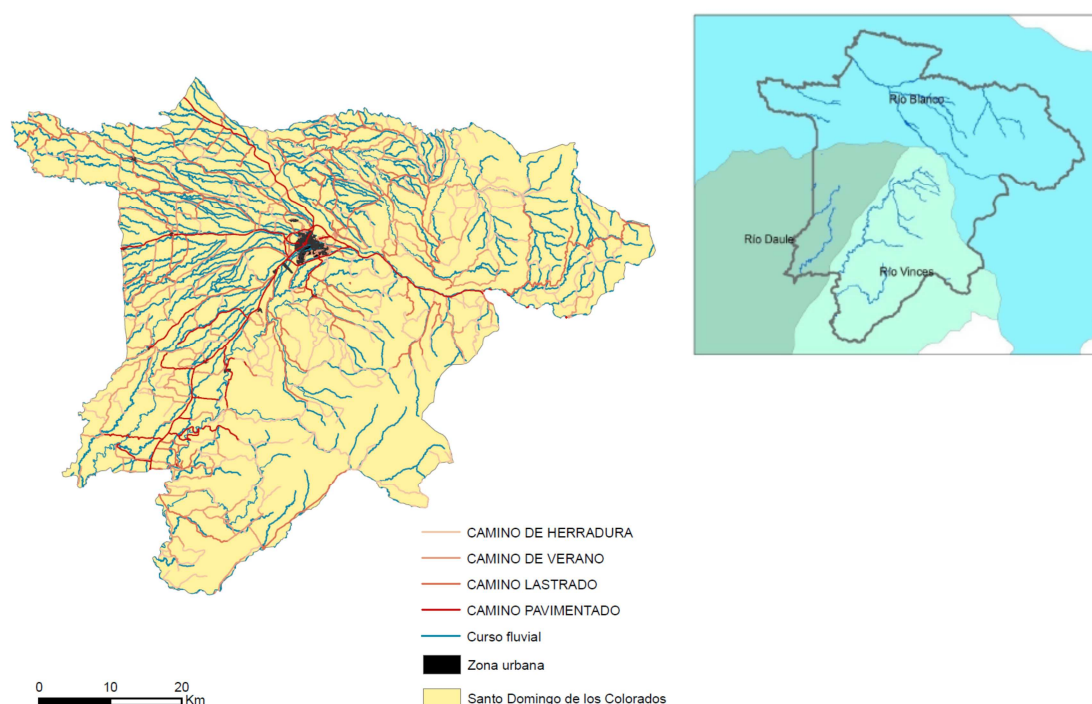


Fig. 4. Red Hídrica y carreteras de Santo Domingo y Mapa de Cuencas

Extraído de geoportaligim.gob y elaborado por Laura Vergonyós. El mapa de cuencas ha sido extraído de GAD, 2011.

La cuenca del Río Guayas es la mayor cuenca hidrográfica de la costa del Pacífico de América del Sur, cuya influencia abarca a nueve provincias, comprende una extensión de 40.000 Km² y es la que contiene las mayores riquezas potenciales del Ecuador, posee suelos de gran fertilidad en los que se producen un sin número de productos agrícolas en su gran mayoría orientados a la exportación, contiene además una gran riqueza forestal, donde se explota comercialmente la balsa, de la que Ecuador es el principal productor a nivel mundial¹

La cuenca del Río Esmeraldas abarca 20.000 Km², su sistema hidrográfico se encuentra formado por el río Blanco, el Guayllabamba, el Toachi y el Quinindé. Las fértiles llanuras de la cuenca del Río Esmeraldas contienen una rica producción agropecuaria de palma africana, plátano, cítricos y frutas entre otras.

El indicador de metros lineales de cuenca por Km² es de 2327,3 metros por Km²

La precipitación promedio anual es de 3.105 mm/año.

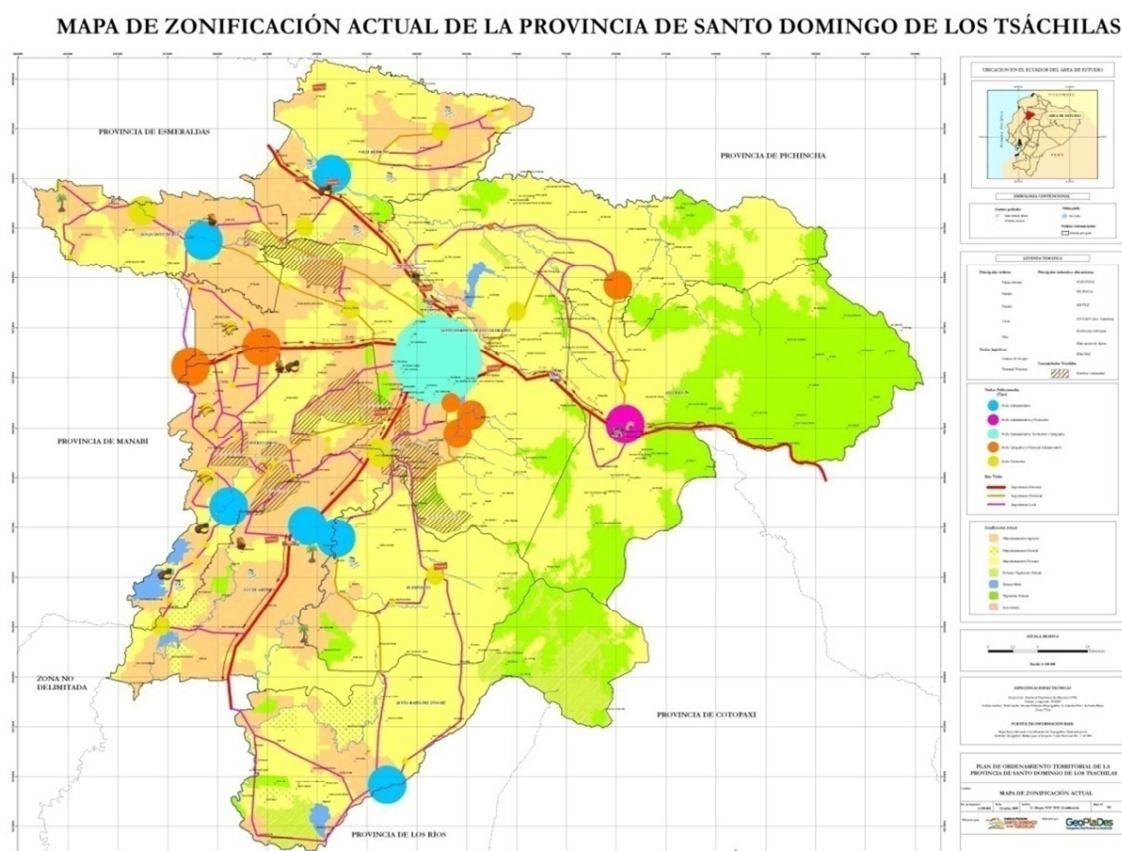
¹ Se denomina **madera de balsa** a la madera del balso (*Ochroma pyramidale*), árbol que crece en la selva sub-tropical del Ecuador, así como en Centroamérica y en otros países suramericanos. Las condiciones geográficas y climáticas de la cuenca baja del río Guayas (Ecuador) hacen que el balso ecuatoriano tenga mayor desarrollo y sea de más calidad (Wikipedia 2012)

T4.2. Grado de contaminación de la red hídrica

Casi todos los ríos del país cercanos a las áreas urbanas tienen altos niveles de coliformes, DBO, nitrógeno y fósforo. Si bien los estudios realizados son escasos, confirman la utilización de pesticidas en la agricultura (algunos de ellos de prohibida importación) en los suelos de las cuencas de aportación de agua potable de las ciudades, incluso sobre cotas de terrenos no aptos para uso agrícola.

T5.1. Número de asentamientos urbanos presentes en la región

La distribución territorial es la siguiente:



1 cantón: Santo Domingo de los Colorados con dos terceras partes de la población

7 parroquias urbanas: Abraham Calazacón, Bombolí, Chiguilpe, Río Toachi, Río Verde, Santo Domingo y Zaracay

8 parroquias rurales: Alluriquín, El Esfuerzo, Luz de América, Puerto Limón, San Jacinto del Búa, Santa María del Toachi, Santo Domingo y Valle Hermoso.

La población urbana es del 73,60% y la rural es del 26,40%.

Si analizamos la mancha urbana cartográficamente se puede observar el carácter disperso de la urbanización con un núcleo centralizado y 7 núcleos más pequeños.

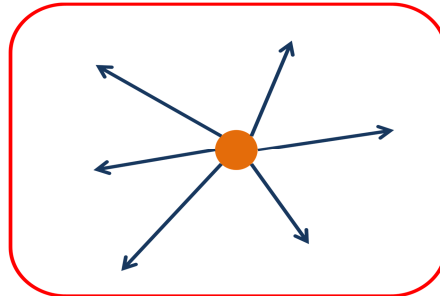


Fig. 6. Esquema de la distribución de asentamientos urbanos de Santo Domingo. Toledo A. 2011.

T5.2. Potencial de crecimiento urbano

La ciudad experimenta crecimientos desordenados debido a su localización como territorio de paso y de confluencia de vías de comunicación importantes a nivel nacional, aunque no disponemos de datos de planeamiento que según el plan estratégico quiere transformar el modelo actual de ciudad difusa hacia un modelo más compacto de urbanización.

T5.3. Construcción anual de viviendas

Año 2010: 94.023

Año 2001: 76.889

Esto significa que se han construido unas 17.134 viviendas en 10 años, lo que equivale a 1.700 viviendas anuales. Dichos datos estarían dentro de la progresión normal de crecimiento.

3. El stock Población

Población: 368.013 habitantes (año 2010)

P1.1. Tasa de crecimiento de la población en la última década

Si analizamos el crecimiento de la población desde el año 2000 al 2010 vemos que en 10 años la población ha crecido en un 24%, lo que equivale a una tasa media anual de un 2,4%.

P2.1. Porcentaje de población dependiente

Vemos que la población mayor de 65 años es del 4,6% y la suma de los mayores de 65 años y menores de 16 es del 40,5%.

<16	16-65	>65
132.208	218.946	16.859
35,9	59,5	4,6

Tabla 3. Esquema de distribución de la población por edades 2010. INEC 2010.

P3.1. Porcentaje de hombres y mujeres

El número de mujeres es del 49,6% y el de hombres del 50,2%.

	Hombres	Mujeres
Total	183.058	184.955
%	49,8	50,2

Tabla 4. Esquema de distribución de la población por sexos 2010. INC 2010.

P4.1. Tasa de población inmigrante

La inmigración nacional supone un 17,89 % y la extranjera supone un 1,65%.

Pob. 2001	368.013	%
Inmigración T	40.407	11,89
Extranjera	6.549	1,8

Tabla 5. Población inmigrante de otras regiones del país y extranjera 2010. GAD 2011.

Población indígena:

Existen 7 comunidades Tsáchilas: Congoma Grande, Chiguilpe, Búa de los Colorados, El Poste, Los Naranjos y Otongo Mapalí. Esta etnia formada por 1.403 personas en el año 2001, constituía el 0,5% de la población de la provincia (GAD 2011).

P5.1. Número de turistas anuales

Por sus características naturales y culturales, la zona presenta un importante potencial para la actividad turística. Aunque ésta aún no se ha desarrollado intensamente, debido a que por lo general esta región constituye un sector de tránsito antes que de destino para el turismo Sierra-Costa, y para turistas extranjeros, que partiendo de Quito viajan hacia otras zonas del país.

P6.1. Número de asociaciones presentes en la región

Desde la perspectiva de la construcción identitaria no étnica, al ser esta región eminentemente conformada por inmigrantes, no ha logrado consolidar un sentido de pertenencia fuertemente ligado al territorio. Esta situación se evidencia en los bajos niveles de participación y de conformación de grupos y movimientos de la sociedad civil. Los que existen están basados principalmente en afiliaciones gremiales con intereses directamente vinculados a una actividad económica en particular, más no con la motivación de una consolidación de la estructura social y el fortalecimiento del capital social (GAD 2011).

P7.1. Pobreza regional

En el año 2006, la pobreza e indigencia por necesidades básicas insatisfechas, en el área urbana alcanzaron el 69,6% y el 31% respectivamente; (SIISE, 2008); en el área rural para el 2006 la pobreza disminuyó hasta el 67,4%, mientras la indigencia creció hasta el 33,2%, como se puede observar durante el período comprendido entre 1996 al 2006 (Fig. 7). La pobreza en el área urbana se incrementó de manera considerable (26,3%), mientras en el área rural la población sufrió un proceso de pauperización, puesto que un importante segmento de la población paso de la pobreza a la indigencia, la que se incrementó en un 19.7%. En general la pobreza en la provincia se presenta en niveles incluso mayores que el promedio nacional.

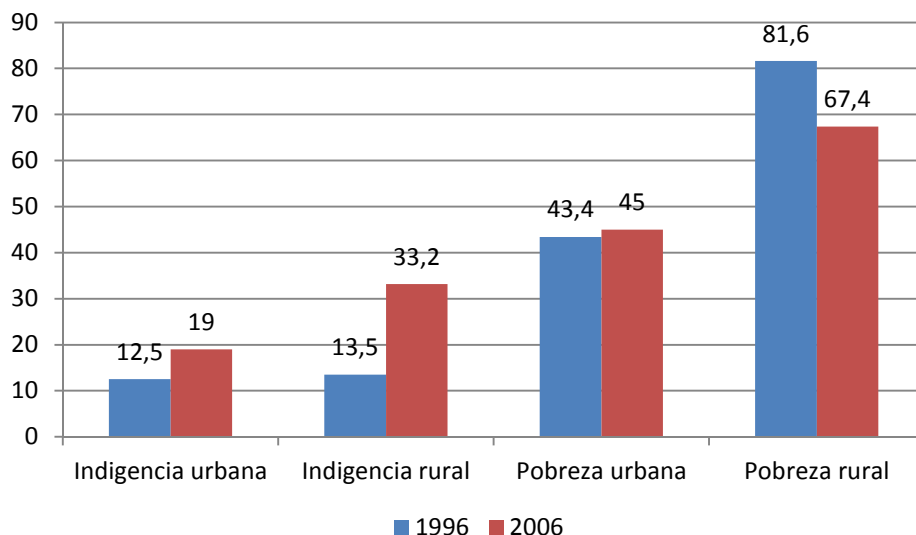


Fig. 7. La geografía de la pobreza en Ecuador 1996 - 2006. GAD 2011.

Si la población urbana es del 73,6 y la rural del 26,4, sobre un total de 368.013 habitantes, la población rural será de 97.155 personas y la urbana de 270.858. Lo que nos da una cifra de personas con un nivel de calidad de vida baja del 73,6%; distribuidas en un 22% la población bajo condiciones de indigencia y un 50,9 bajo condiciones de pobreza.

Si consideramos a la pobreza y la indigencia como un sub-stock poblacional vemos que éste ha crecido en la indigencia urbana y la rural y en la pobreza urbana; y se ha reducido en la pobreza rural, pero esta reducción es debida a la que mayor gente ha pasado de la pobreza rural a la indigencia.

De 1996 y 2006

Pobreza global ha pasado del 81% al 73%

Indigencia ha pasado de un 15% a un 22%. O sea que hay menos pobres pero que éstos son más pobres que hace 10 años.

P8.1. Números de asesinatos por 1000 habitantes

El número de asesinatos por cada 100.000 habitantes es de 40,7.

Los reportes de denuncias por actividades delincuenciales en Sto. Domingo 2008 se resumen en la Tabla 6.

Asesinatos	150
Asaltos a personas	439
Asaltos a domicilios	326
Asalto en carreteras	68
Asaltos a locales comerciales	73
Robos de carro	155
Robos de moto	298

Tabla 6. Reportes de denuncias por actividades delincuenciales en Sto. Domingo GAD 2011.

P9.1. Conectividad mediante transporte público

Por su localización estratégica: a dos horas y media de Quito y a cuatro horas y media de Guayaquil, y porque en ella confluyen vías provenientes desde Quito, Esmeraldas, Quevedo, Chone y otras rutas de primer orden de enlace con el resto del Ecuador, el Cantón constituye un núcleo de destino y partida de población que proviene y se dirige hacia varias zonas del país. De esto da cuenta el altísimo movimiento registrado en el Terminal de Transporte Interprovincial localizado en la capital provincial, el cual moviliza cerca de 15 mil personas al día, y donde operan 30 empresas de transporte con múltiples frecuencias diarias a más de 34 destinos, con una flota vehicular de alrededor de 2.527 unidades al día. Adicionalmente, considerando que el área urbana se conformó principalmente a partir de asentamientos irregulares que fueron ocupando espacios y dejando vías estrechas, éstas no son capaces de soportar el flujo vehicular que actualmente supera los 40 mil vehículos.

El sistema de transporte público interno no abastece las demandas de movilidad dentro del Cantón. Las unidades prestadoras de servicio se encuentran en malas condiciones, los tiempos de espera son excesivos, las rutas no se encuentran establecidas de acuerdo a los requerimientos actuales de la población y las que existen, no se cumplen.

4. El stock económico: el PIB

PIB (2006): 1613,3 millones de euros

E1.1. La tasa media de crecimiento del PIB en los últimos cinco años

El PIB estimado de Ecuador en dólares del año 2000 fue en el año 2009 de 24.119 millones de dólares, el presupuesto de la región es del 3,52% lo que equivale a 1.936,5 millones de dólares, lo que en euros supone unos 1.613,3 millones.

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
18.213	19.827	20.966	21.962	22.410	24.032	24.119

Tabla 7. Evolución del PIB del Ecuador desde el año 2003 al 2009 en dólares. INEC 2010

El crecimiento medio interanual del PIB en estos años ha sido del 5%.

E1.2. Tasa de desempleo

La tasa de desempleo en el Ecuador el año 2010 es del 7,4%, aunque el índice de trabajo informal es del 49,6% .

E2.1. Distribución del PIB por sectores

El sector secundario proveniente de la industria alimentaria genera la mayor parte de la riqueza de la región.

Sectores	Primario	Secundario	Terciario
%	15,4	79,1	5,5

Tabla 8. Distribución del PIB de Santo Domingo 2010. INEC 2010

E2.2. Número de empresas por sectores

No disponemos del total de empresas por sector pero si conocemos las empresas más importantes y su actividad, mostradas en la Tabla9.

EMPRESAS	PRODUCTOS
AVANDINA	Pavos procesados
PRONACA	Pollos procesados, embutidos FRITZ, Don Diego, Plumrose.
FRIMACO	Faenamiento de cerdos
PRIMACA	Cerdos procesados
SIEXPAL	Aceite y pasta de palmito
GAPACA	Piña
CHEMARD PALM S.A	Extracto de palma africana
La FABRIL	Aceite rojo de palma, aceite y torta de palmito, piña, harina y almidón de yuca, broquetas de carbón vegetal.
AVEPROCA	Pollos procesados
TERRASOL	Piña, papaya, plátano, aceite de palma, abacá

Tabla 9. Empresas más importantes de Santo Domingo y productos. GAD 2011.

E2.3. Número de trabajadores por sector

La población activa potencial de la región es de 168.921 personas.

Primario: 27%

Industria: sin datos

Comercio: 21 %

Otros servicios: sin datos

Primario

El año 2001 el 27% de la población activa trabajaba en el sector primario (agricultura, ganadería y silvicultura)

Tiene una superficie cultivada de más de 95 mil hectáreas (27% del total del suelo regional) para la producción de diversos productos, mayoritariamente destinados a la exportación: con una superficie cultivada de 2.594 ha, es el primer productor de **yuca** a nivel nacional (21,69% de la producción nacional con 14.382 TM/año); el cuarto de plátano (con 54.884 TM); y, el séptimo de **cacao** (con una producción de 4.340 TM).

Adicionalmente a estos productos, se cultivan frutas tropicales como maracuyá, piña, papaya, naranjilla, muchos de los cuales también son destinados a la exportación; y otros cultivos de gran potencialidad como el palmito y la malanga, y otros con menor representatividad como maíz, pimienta, etc. Sin embargo, y pese a la intensa producción y comercialización de productos agrícolas, no existe un mercado mayorista que concentre la actividad comercial de la región.

En lo que respecta al cultivo de la palma africana, éste se ha intensificado en los últimos años, y hoy ocupa el quinto lugar a nivel nacional, con una producción de 87.875 TM y la mayor área cultivada, atrayendo considerables inversiones por los ingresos que genera su comercialización².

Industria

Esta región constituye uno de los principales centros agroindustriales del país ya que aquí se han instalado: plantas procesadoras de aceite de palma (18 en el sector); procesadoras, empacadoras o envasadoras de yuca en diversas presentaciones (harina, almidón, congelada, fresa); de frutas como la piña, papaya, frutos cítricos, malanga; de hortalizas como palmito, tomatillo, ají, jalapeños; flores tropicales de exportación; además de granjas avícolas y porcinos, industrias de procesamiento de aves (en las cuales se despostan alrededor de 70 mil aves por día); plantas procesadoras de lácteos (refrigeración, descreme, pasteurización); procesamiento de cárnicos y embutidos, entre otros

.

También destacan industrias y actividades relacionadas con sectores como: metalmecánica, ensamblaje, químicos, cauchos, construcción, sector inmobiliario, entre los más representativos, y con distribución en mercados locales, nacionales e internacionales.

Una de las potencialidades industriales que presenta este Cantón, es la generación de biodiesel, ya que el aceite de palma constituye uno de los mejores aceites vegetales utilizados con ese propósito.

Adicionalmente, una parte de la población se dedica a actividades manufactureras y artesanales en pequeña escala: textiles, tejidos, aserraderos, muebles, productos alimenticios, destilación de caña de azúcar, entre otros.

² Ecuador ocupa el segundo lugar luego de Colombia en América Latina, en superficie cultivada de palma (220 mil has) y el sexto lugar a nivel mundial en cuanto a producción. Según FEDAPAL, la producción de aceite de palma en el Ecuador aumentó de 279 mil TM en el 2004, a 396 mil TM en el 2007, lo que corresponde en un incremento de más del 41% para ese período, mientras que el incremento a nivel mundial para el mismo período fue de alrededor del 25%. Para el 2008, la producción habría ascendido ya a 415 mil TM, generando ingresos de US\$ 290'500.000; el consumo nacional es de 200 mil TM, registrándose un excedente para exportación de 215 mil TM (representa cerca del 50% de las exportaciones no petroleras), lo cual significa un importante ahorro por importaciones para el país. Los principales destinos para la exportación nacional de 114.108 TM en el 2008 fueron Inglaterra (29,94%), Perú (19,89%) México (19,23%), Venezuela (18,33%), Colombia (6,09%), Chile (4,16%), España (1,67%), otros (0,68%). Para este sector de la producción ecuatoriana, la inversión agrícola incluida la extracción es de US\$1.050 millones, la inversión industrial US\$300 millones, genera 70 mil empleos directos y permanentes y 90 mil empleos indirectos (www.fedapal.com). Para el año 2009, el ingreso de divisas por la exportación de excedentes de aceite de palma habría sido de alrededor de US\$160 millones (Revista FEDAPAL N° 3, septiembre de 2009).

Servicios

El comercio es la rama de actividad con una presencia del 21% de la población activa. Por la confluencia de actividades productivas que generan una importante concentración de capitales y un gran flujo de personas. El Cantón se ha convertido en el eje comercializador, tanto de productos propios como de otras zonas del país, que encuentran aquí el espacio propicio para concretar relaciones de mercado. Por ejemplo, es el caso de la comercialización de pescado y mariscos, ya que al ser esta zona un eje conector entre la Costa y la Sierra moviliza redes especializadas de comercialización entre las dos regiones.

Se comercializa también una gran variedad de productos y manufacturas, generando todo tipo de negocios minoristas, cuyos miembros en algunos casos se encuentran afiliados a la Cámara de Comercio de Santo Domingo, y otros inscritos en el Ministerio de Inclusión Social y Económica.

En cuanto a servicios, debido a la fuerte presencia de actividades agroindustriales, se han desarrollado encadenamientos vinculados como talleres de mantenimiento, y reparación mecánica, venta de repuestos, etc. y, de igual forma, debido a la intensa actividad del transporte, en la rama de los servicios para ésta destacan: talleres de reparación de maquinarias y vehículos, lavadoras, vulcanizadoras, reencauchadoras, venta de repuestos automotrices, etc. Se encuentran, además otros tipos de servicios como almacenamiento, centros de acopio, y venta de productos agropecuarios, hotelería, y alimentación, entre otros.

El alto dinamismo económico ha incido también en el crecimiento de los servicios financieros y crediticios en la zona (bancos, cooperativas y mutualistas), por lo que esta región se encuentra entre las más atendidas del país, tanto a nivel público como privado. Los créditos que brinda la Sucursal Santo Domingo del BNF están principalmente dirigidos al sector agrícola y pecuario, aunque se ha iniciado una demanda de créditos también desde el sector turístico.

Sin embargo, el gran movimiento comercial, sumado al desempleo producto del desbalance entre el alto crecimiento poblacional y la capacidad para absorber la sobreoferta permanente de fuerza de trabajo, han provocado en gran medida la proliferación del comercio informal; especialmente presente en el área urbana, en la que se encuentran pequeños comerciantes, jornaleros de diversos sectores, operarios de talleres artesanales, dependientes del pequeño comercio, ayudantes de transportistas, entre otros.

E3.1. Dependencia económica exterior

Económicamente es fuertemente dependiente de inversiones externas.

AÑO	CULTIVOS AGRÍCOLAS	SECTOR PECUARIO	MAQUINARIAS	MEJORAS TERRITORIALES	PEQUEÑA INDUSTRIA Y ARTESANÍAS	COMERCIO Y SERVICIOS	CONSUMO	TOTAL
2009	2.883.384	3.821.996	68.569	2.263.153	701.481	1.844.347	159.854	11.742.784
2010 ²⁷	1.329.035	1.603.851	128.344	1.550.341	815.786	2.666.762	256.260	8.350.379
TOTAL	4.212.419	5.425.847	196.913	3.813.494	1.517.267	4.511.109	416.114	20.093.163

Tabla 10. Inversiones del Banco General de Fomento en sectores económicos. GAD 2011.

E3.2. Dependencia material exterior

Es una región que produce mayoritariamente para la exportación, sin un desarrollo endógeno.

Pese al gran movimiento industrial que se registra en la región, es importante mencionar que los recursos que se generan en el territorio no son reinvertidos internamente. Las grandes empresas trasladan los capitales generados fuera de la región, por lo que la posibilidad de ahorro local se ve limitada. En este sentido, es imprescindible que se fortalezcan las capacidades de innovación, y generación de valor agregado y transferencia de tecnologías, para lograr una mayor captación local de recursos en beneficio de la población.

5. El Stock Institucional

Presupuesto municipal de Sto. Domingo: \$53.089.700.00 sucres (año 2010) o 1.698.870,40 €

Presupuesto de la provincia: 17.000.000 sucres (año 2011) o 544.000 €.

II.1. Presupuesto municipal por habitante

El presupuesto total por habitante es de 6,09 correspondiendo 4,62 € a la parte municipal y 1,38 a la provincia.

II.2. Relación entre el presupuesto municipal y el PIB

La relación entre el presupuesto municipal y el PIB estimado, es que el presupuesto municipal es un 0,14% del PIB.

II.3. Porcentaje de inversiones sobre el presupuesto total

Las inversiones suponen en el presupuesto municipal de Sto. Domingo del año 2010 un monto de \$26.519.789 , más 10 millones de personal y bienes de consumo para la inversión, lo que equivale casi a un 67% del presupuesto total.

II.4. Nivel de endeudamiento público

La amortización de la deuda en el presupuesto municipal de Sto. Domingo supone unos \$2.260.724, lo que equivale a un 3,7% del presupuesto total.

I2.1. Nivel de abstención en las elecciones locales

En las últimas elecciones seccionales de la provincia de Santo Domingo de 16 de marzo de 2008, el grado de ausentismo fue:

	% Hombres	% Mujeres
Abstención	42,03	38,22

Tabla 11. Absentismo en las elecciones seccionales. Junta Electoral de Ecuador 2012.

Lo que denota un elevado porcentaje de abstención del 40%.

6. El Metabolismo

M1.1, Dependencia de combustibles fósiles

El consumo eléctrico de la región se produce en dos terceras partes por generación hidráulica y una tercera parte por combustibles fósiles dependiendo de la central de donde provenga la energía (fuel, diesel, gas natural y residuos).

M1.2. Uso mayoritario del vehículo privado

Las deficiencias en el transporte público han dado lugar a la informalidad en la prestación de este servicio a través de alternativas como el uso de camionetas, que funcionan sin ninguna regulación.

M1.3. Dependencia energética exterior

No dispone de producción local de energía y se suministra comprando energía a diferentes centrales mediante una empresa distribuidora.

M2.1. Consumo eléctrico doméstico y total per cápita

El consumo eléctrico el año 2009 fue de 342.784 MWh, distribuidos en un 42,5 % residencial, un 24,85% comercial, un 20% industrial, un 7,9% de la administración pública y un 4,6% de otros.

Consumo total per persona y día: 2,6 Kwh

Consumo doméstico habitante y día: 1,1 Kwh

M2.2. Consumo de agua doméstica y total per cápita

Se puede estimar una dotación de 250 lt/hab-día, para el área urbana y 20l/hab/día para el sector rural, lo cual daría:

Área urbana: 53.193.078 lts. (cobertura 78,55%)

Área rural: 233.131 lts. (cobertura 12%)

El consumo promedio total de Ecuador es: 320 lt/hab/día

M2.3. Producción de residuos domésticos y totales

Según el Plan de Desarrollo se generan en Sto. Domingo unas 106.000 Tm año de residuos totales lo que equivale a unos 0,78 kg de residuos por habitante y día.

Totales: 0,86 - 0,96 Kg/hab/día.

Urbanos: 0,70 Kg/hab/día

Producción de residuos sólidos municipales:

Zona	Población	Cobertura	PPC (Kg/hab/día)
Urbana	270.858	71,95%	0,70
Rural	97.155	9,50%	0,40 (aproximadamente)

Tabla 12. Producción de residuos de la región 2010. GAD 2011.

M2.4. Intensidad energética de la economía

La intensidad energética será de 0 212,4 MWh o sea que hará falta esta cantidad para generar un millón de euros de PIB.

M2.5. Intensidad en el consumo de agua

Si usamos una estimación de consumo total de agua de 200 litros por habitante y día podemos decir que la intensidad de agua de la economía es de 16.651 m³ de agua necesarios para generar un millón de euros de PIB.

M2.6. Intensidad en la producción de residuos

La intensidad en la producción de residuos del PIB será de 65,7 toneladas por millón de euros de PIB.

M3.1. Sostenibilidad energética

Entendemos que unas dos terceras partes de la energía eléctrica consumida son de origen hidráulico externo a la región, no existen sistemas de producción energética local basados en energía solar o eólica.

M3.2. Sostenibilidad del consumo de agua

Se evidencian deficiencias en el sistema de alcantarillado y en la depuración de aguas.

M3.3. Sostenibilidad en la producción de residuos

No se tiene constancia de sistemas de recogida selectiva de materiales a parte de la gestión informal de los residuos, ya que el sistema actual de tratamiento se realiza en vertederos.

M4.1. Porcentaje de población sin acceso a los servicios básicos

Cobertura de los servicios básicos:

Cantón/ Parroquia	Agua entubada por red pública dentro de la vivienda	Sistemas de eliminación de excretas	Recolección de Basura	Alcan- tarillad.	Electric.
Santo Domingo de los Colorados	36,6%	91,5%	76,7%	65,5%	94,1%
Alluriquín	11,0%	54,0%	15,5%	13,8%	69,2%
Puerto Limón	11,6%	49,2%	14,6%	6%	77,8%
Luz de América	11,6%	69,1%	20,9%	12,5%	82,5%
San Jacinto del Búa	12,9%	61,0%	20,4%	9,2%	76,6%
Valle Hermoso	12,2%	59,3%	25,2%	16,3%	80,2%
Santa María del Toachi	12,4%	48,6%	26,0%	13,5%	83,2%
El Esfuerzo	17,9%	60,0%	27,2%	6,0%	85,0%

Tabla 13. Grado de cobertura de los servicios básicos 2010. GAD 2011.

Podríamos decir que en las zonas rurales existe un porcentaje de población de más del 80% que no tiene cubierto el servicio de agua potable mediante la red, ni alcantarillado, ni un servicio de recolección de basuras. Un 40% no dispone de sistemas de eliminación de excrementos. La disponibilidad eléctrica sólo afecta a un 20% de la población rural.

En la zona urbana un 60% no dispone de servicio de agua potable, un 35% de alcantarillado y un 25% de recolección de basura.

CAPÍTULO 8

COMPARATIVA DE CASOS:

LAS COMARCAS DE GIRONA Y LA REGIÓN DE SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

“La mente del principiante está vacía, libre de los hábitos del experto, dispuesta a aceptar, a dudar y abierta a todas las posibilidades...” (Baker Roshi)

CAPÍTULO 8

COMPARATIVA DE CASOS: LAS COMARCAS DE GIRONA Y LA REGIÓN DE SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

En este capítulo vamos a ver cómo se pueden hacer los análisis de sostenibilidad de las regiones a partir de comentar el cumplimiento de los síndromes propuestos en función de los stocks y el flujo, usando los valores de los indicadores de cada caso de manera comparada.

1. Delimitación del ámbito territorial.

Los indicadores definitorios de los dos sistemas regionales de estudio y sus stocks principales:

	Población (habits)	Territorio (Km2)	PIB (millones de €)
Comarcas de Girona	753.000	6.000	17.451
St. Domingo de los Colorados	368.013	3.532	1.613,3

Tabla 1. Población, PIB y Territorio de las dos regiones.

2. El stock territorial

Comarques de Girona Territorio: 6.000 Km2

St. Domingo de los Colorados Territorio: 3.532 Km²

T1.1. Usos del suelo

El indicador de % de usos del suelo definiría el estado del stock territorial en el sistema regional.

	Unid.	Forestal	Cultivos	Improductivo artificial	Aguas continentals	Superfic. total
Comarcas de Girona	%	69,13	26,42	4,27	0,17	
	Total Km2	4238,25	1619,68	261,90	10,67	6.130,5
Sto. Domingo de los Colorados	%	17,12	80,07	2,02	0,79	
	Total Km2	606,63	2837,39	71,60	28,16	3.543,78

Tabla 2. Porcentaje de usos del suelo de las dos regiones.

Las comparativas de los sistemas regionales nos indican la diferencia entre los dos sistemas, en el del país en desarrollo el suelo de explotación agrícola-ganadero forestal supone un 80% del territorio y en el desarrollado sólo un 26,4%. Hay que decir que los espacios de explotación forestal se han contabilizado en el territorio en desarrollo dentro de la zona de cultivos. Esto significa que el sector primario es mayor en la región en desarrollo. La urbanización duplica el espacio en la región desarrollada, un 4,27% frente a un 2,02% en la otra.

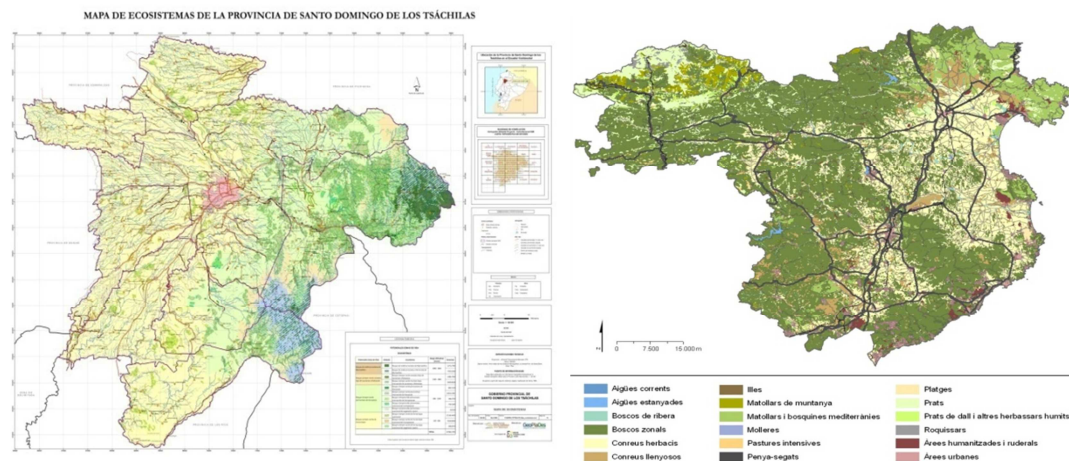


Fig. 1 Mapa de Ecosistemas de Santo Domingo y Girona.

Como el territorio es limitado el crecimiento de un stock hará reducir el crecimiento de los otros stocks. Si crece la urbanización lo hará a expensas de la reducción del agrícola o del forestal.

T2.1. Conectividad del territorio no urbanizable

Otro posible indicador de la sostenibilidad de los sistemas naturales sería su grado de conectividad o la fragmentación de los ecosistemas por las infraestructuras. Información de la que no disponemos en la región en desarrollo. Pero sí en las comarcas de Girona que nos indican que a mayor desarrollo regional mayor es el grado de fragmentación del espacio no urbanizado.

Comarca	Número de polígonos	Has. Políg. más grande	% de la superficie total
Alt Empordà	66	44.875,75	33,08
Baix Empordà	32	25.384,79	36,22
Cerdanya	8	44.314,10	81,09
Garrotxa	22	26.956,88	36,71
Gironès	50	16.998,46	29,56
Pla de l'Estany	10	12.177,28	46,37
Ripollès	15	46.906,77	49,04
Selva, la	57	52.640,59	52,93

Tabla 3. Fragmentación de las comarcas de Girona por número de polígonos del suelo no urbanizable, has. del polígono más grande y porcentaje del mismo sobre el total.

Esto nos lleva a considerar que la territorialización del stock nos muestra su grado de fragmentación por las infraestructuras. Dicha variable podría considerarse como una pérdida de calidad de dicho stock.

T2.2. Metros de Infraestructuras por Km2.

Comarques de Girona: 506 metros de infraestructura por km2.

Santo Domingo: 651 mts/Km2 pero si consideramos las vías principales se reduce a 130 mts./km2

T3.1. Grado de protección del territorio natural

Si analizamos el indicador de territorio protegido, o sea el indicador que no permite reducir la superficie del stock de medio natural para otros usos, podemos ver que en el desarrollado es de un 35% sobre el total y en el de la región en desarrollo es del 18%. Lo que supone que el mantenimiento del stock de espacios naturales está más asegurado en el del país desarrollado que en el de menor desarrollo.

T4.1. Potencial hídrico regional

Comarques de Girona: 2.221,9 metros por km2

Precipitación: 737,6 mm

Santo Domingo: 2327,3 metros por km2.

Precipitación: 3.105 mm/año

Vemos que las dos regiones disponen de un grado de potencial hídrico importante, pero la pluviometría ecuatoriana es mucho mayor, eso también genera riesgos de inundaciones más potentes.

T4.2. Grado de contaminación de la red hídrica

Parece que el grado de contaminación de las cuencas de las dos regiones son elevadas.

T5.1. Número de asentamientos urbanos presenten en la región

La organización de dicho espacio urbanizado también difiere, con una clara concentración centralizada urbana en la región en desarrollo con un 70% de la población en dicha área urbana y una clara dispersión urbana y polinuclear, en la región desarrollada en la que la ciudad con más habitantes no supera los 100.000.

T5.2. Potencial de crecimiento urbano

El indicador potencial de crecimiento, nos indica cual es la previsión del crecimiento del área urbana de la región. No tenemos datos de la región en desarrollo pero si sabemos que existe una gran proliferación asentamientos informales por su carácter de zona de distribución de mercancías y de gran cantidad de población flotante. La región desarrollada plantea una perspectiva de crecimiento según las previsiones urbanísticas del 100% de su área urbanizada, lo que supone un incremento previsto de 260 Km² que significa que si dicho territorio se extrae del stock natural éste se reduciría en un 5% y si se extrae del stock agrícola éste podría reducirse en un 20%.

T5.3. Construcción anual de viviendas

Comarcas de Girona: 10.000 viviendas terminadas al año

Santo Domingo: 1.700 anuales

En el primer caso se supera el estándar de 5 viviendas por cada 1.000 habitantes, ya que equivaldría a 3.765 viviendas, en el segundo caso estaría algo por debajo de la progresión normal de crecimiento¹.

¹ Por los valores estándares en el urbanismo se toma como una evolución normal de la ciudad un incremento anual de 5 viviendas por cada mil habitantes. (Llop Josep M^a 2011)

VALORACIÓN DE LOS SÍNDROME TERRITORIALES

T1. Exceso de explotación del medio natural

Podríamos decir que en los dos casos se cumple el síndrome de explotación del medio natural, en Santo Domingo por un exceso de explotación agropecuaria que sumado al uso urbanos supone más del 80% artificializado y en las comarcas de Girona el medio artificializado y el agrícola suman un 31% del territorio, en apariencia en este caso podríamos decir que existe un porcentaje elevado de medio natural pero cuando nos fijamos en la red de infraestructuras que fragmentan los espacios y los equipamientos dispersos en el medio natural que la clasificación no considera terreno artificializado podemos afirmar la existencia del síndrome.

T2. Fragmentación del medio natural

Hemos visto que en la región desarrollada por la inversión en infraestructuras que requiere su situación fronteriza y su atractivo turístico, la fragmentación del medio natural es importantes, en la región en desarrollo existe un proceso de explotación agropecuaria importante y aunque el estado de las carreteras quitando un 20% de las principales no se hallan en buen estado podríamos afirmar que la fragmentación está presente en menor medida.

T3. Medio natural sin protección legislativa

Aunque un 35% está protegido en la región desarrollada sobre el 18% de la región en desarrollo, éste nivel de protección no es suficiente dado el estado del medio natural, por ello podríamos decir que en los dos casos el grado de protección es insuficiente.

T4. Bajo potencial hídrico

Aunque las dos regiones presentan un elevado potencial hídrico, el grado de contaminación de sus cauces y sus acuíferos hace peligrar dicho potencial para los consumos domésticos y para la conservación de la riqueza natural.

T5. Gran impacto del espacio urbano

Las diferencias de la estructuración urbana regional, una centralizada y la otra dispersa y las dos en fases de crecimiento, así como el elevado número de viviendas construidas en los últimos años nos hace ver que el crecimiento urbano puede suponer un impacto en el territorio en el futuro. Aunque la región desarrollada sufre en la actualidad una paralización del sector constructivo, las perspectivas de crecimiento si se cumplen después de la recesión económica pueden impactar en gran medida en el territorio.

3. El stock Población

Comarcas de Girona: 753.000 habitantes

Santo Domingo: 368.013 habitantes

P1.1. Tasa de crecimiento de la población en la última década

La tasa de crecimiento en diez años de la población en la región de Girona es del 33%, lo cual significa un promedio de crecimiento de un 3,3% anual y en la de la región de Sto. Domingo es de un 24% o sea un 2,4% anual. El crecimiento es menor en la segunda.

P2.1. Porcentaje de población dependiente

Si analizamos la distribución de la población en sectores de edades:

	Comarcas de Girona		Sto. Domingo de los Colorados	
Categorías	Totales	%	Totales	%
<16	134.021	17,80	132.208	35,9
16-65	507.939	67,45	218.946	59,5
>65	111.086	14,75	16.859	4,6

Tabla 4. Población por sectores de edades de las dos regiones.

Observamos una diferencia importante en los sectores de población sobre todo en los mayores de 65 años y en los menores de 16. Ya que en la región desarrollada los mayores de 65 suponen un 14,7% frente al 4,6% de la región en desarrollo.

Aunque si sumamos los menores de 16 y los mayores de 65, tenemos un 32,55 % de población dependiente en la región desarrollada y un 40,5 % en la región en desarrollo.

P3.1. Porcentaje de hombres y mujeres

La distribución de la población masculina y femenina, los valores, estarían en las dos regiones distribuidos de manera similar, el % de mujeres de las dos regiones fluctúa entorno al 49%.

P4.1. Tasa de población inmigrante

El factor migratorio también puede considerarse un stock dentro del stock poblacional. En las comarcas de Girona el stock de población inmigrante al ser una región desarrollada es del 20% y se ha desarrollado prácticamente en los últimos diez años. En cambio en la región en desarrollo se produce una migración nacional del 11,8 % y una extranjera del 1,7%, fenómeno que ocurrió hace unos 50 años en la región desarrollada en la que los flujos migratorios de los

años de 1950 fueron de procedencia nacional. La etnia Tsáchila que representa un 0,5% de la población

P5.1. Número de turistas anuales

El turismo es un factor que incrementa el stock poblacional de una manera notable, no es un fenómeno muy desarrollado aún en la región en desarrollo, pero sí lo es en la región desarrollada por sus características naturales que supone flujos de más de dos millones de turistas anuales concentrados de manera estacional, con lo cual su impacto sobre el entorno y los servicios es mayor.

P6.1. Número de asociaciones presentes en la región

Parece que en la región desarrollada existe un potencial asociativo mayor que en la región en desarrollo por lo que muestran los datos de asociaciones de protección de la naturaleza y cooperación internacional, en cambio en la región en desarrollo las asociaciones más notorias son las de carácter profesional y deportivo.

P7.1. Pobreza regional

Aquí podemos ver diferencias notables entre las dos regiones:

En Santo Domingo vemos que la pobreza global ha pasado del 81% al 73% o sea que se ha reducido la suma de pobres y de indigentes, pero en cambio la indigencia ha pasado de un 15% a un 22%. O sea que hay menos pobres pero que éstos son más pobres que hace 10 años.

No tenemos los datos para las comarcas de Girona pero si hacemos una extrapolación de la población catalana considerada bajo la línea de pobreza, que se supone que es de unos 1,5 millones de personas sobre 7,5 millones equivale a un 20% de la población.

Esto nos hace ver la diferencia en este punto respecto a una región en desarrollo y una desarrollada en la que en la primera el nivel de pobreza es del 73,6% y el de la desarrollada de un 20%.

P8.1. Números de asesinatos por 1000 habitantes

También aquí las diferencias son notables:

Comarcas de Girona: 2,25

Santo Domingo: 40,7.

P9.1. Conectividad mediante transporte público

La diferencia de modelo es notable aunque en las dos se presentan deficiencias en la conectividad, en la región desarrollada existe un abuso del vehículo privado y una organización dispersa que dificulta la viabilidad de sistemas de transporte público eficientes y generalizados, y en la región en desarrollo los sistemas de transporte son caóticos y la red viaria deja sin accesibilidad a muchos núcleos rurales.

VALORACIÓN DE LOS SÍNDROMES DE POBLACIÓN

P1.Crecimiento exagerado o depresión del stock poblacional

Las dos regiones presentan una media de crecimiento poblacional importante.

P2. Alto nivel de población dependiente

Aunque el porcentaje total es mayor en la región en desarrollo, el peso de la población mayor de 65 años en la región desarrollada es importante y requiere y requerirá sistemas de servicios sociales para su atención.

P3. Descompensación por género

Respecto a este síndrome las dos regiones están equilibradas en género.

P4. Inmigración elevada

Aunque la atracción migratoria era mayor en la región desarrollada y el porcentaje de población extranjera con diferencias culturales es importante, no es despreciable para este síndrome la población de paso que presenta la región en desarrollo por su carácter de centro de distribución de mercancías procedentes de otras regiones, lo que genera problemas de delincuencia elevados. También hay que destacar en este punto la presencia de la etnia Tsáchila que representa un 0,5% de la población a la que hay que ayudar a preservar sus valores culturales y sus conocimiento indígenas.

P5. Turismo elevado

Este es un síndrome existente en la región desarrollada que puede estacionalmente casi multiplicar por cinco la población residente y condiciona el urbanismo de muchos municipios de la región.

P6. Baja organización social

Parece que existe un mayor tejido asociativo en la región desarrollada sobre todo en lo que se refiere a las entidades ambientales y de defensa del medio natural, en la región en desarrollo dicha organización atiende mas a sectores ligados a los sistemas productivos y económicos y a los deportes.

P7. Pobreza elevada

Aunque en la región desarrollada se está viviendo una crisis importante, de momento el grado de pobreza no abarca a tanta población como en la región en desarrollo.

P8. Inseguridad elevada

La inseguridad es mucho mayor en la región en desarrollo.

P9. Baja capacidad de desplazamiento territorial

Este síndrome se produce en las dos regiones, en la región desarrollada se genera el fenómeno del mayor uso del vehículo privado sobre el público por la dispersión poblacional y en la de menor desarrollo se da por las deficiencias del transporte público y de las infraestructuras.

4. El stock económico: el PIB

Comarcas de Girona: 17.451 millones de euros

Santo Domingo: 1.613,3 millones de euros

E1.1. La tasa media de crecimiento del PIB en los últimos cinco años

Comarcas de Girona: 9% (2001-2008), 4% (2006-2008)

Santo Domingo: 5% (2003-2009)

E1.2. Tasa de desempleo

Sabemos que la tasa de desempleo en Ecuador es del 7,4% pero el trabajo informal es del 49,6%, suponemos que aunque la actividad económica es importante, podemos pensar que los salarios son muy bajos atendiendo a los niveles de pobreza analizados anteriormente. El desempleo en las comarcas de Girona actualmente es de un 20%, con la crisis producida en el sector de la construcción que suponía un porcentaje elevado del PIB de las comarcas en años anteriores.

E2.1. Distribución del PIB por sectores

El PIB por sectores es el siguiente:

Sectores/ Regiones	Primario	Industria	Construcción	Servicios
Comarcas de Girona	3,2	15,3	14,2	67,15
Sto. Domingo de los Colorados	15,4	79,1		5,5

Tabla 5. PIB por sectores económicos de las dos regiones.

Podemos ver la diferencia en la estructura económica de cada región. En la región desarrollada predominan los servicios, que concentran un 67,15% del producto interior bruto, en cambio los servicios en la región en desarrollo sólo genera un 5,5% de la actividad económica y la mayor parte se halla en el sector primario y secundario, 15,4 y 79,1% respectivamente; el sector secundario deriva de la producción primaria, ya que la mayor parte de la industria regional se dedica a procesar productos cultivados.

E2.2. Número de empresas por sectores

El stock empresarial en las comarcas de Girona sería el siguiente:

	Total	%
Primario	367	1,26
Industria	2566	8,80
Construcción	4057	13,92
Servicios	22.164	76,02
Total	29.154	

Tabla 6. Número de empresas por sectores económicos de las comarcas de Girona.

No disponemos de información del número de empresas de Santo Domingo.

E2.3. Número de trabajadores por sector

El número de empleos por sector en las comarcas de Girona es el siguiente

Total	Primario	Industria	Construcción	Servicios
326.000	4.960	48.264	28.258	197.235
%	1,78	17,32	10,14	70,77

Tabla 7. Trabajadores por sectores económicos de las comarcas de Girona.

En algunos textos analizados sobre la región de Santo Domingo nos dicen que la población activa potencial de la región es de 168.921 personas y en el sector primario trabaja un 27% de la población activa y en el comercio un 21%. Hay que contemplar las ocupaciones de carácter informal que son mayores en la región en desarrollo.

El sector primario en la región en desarrollo ocupa a un 27% de la población frente al 1,78 % en la región desarrollada. Por otro lado las poblaciones activas son similares en las dos regiones, en la región desarrollada ésta equivale a un 43,2% del total de la población y en la región en desarrollo a un 45,9%.

E3.1. Dependencia económica exterior

Las dos regiones presentan dependencias económicas exteriores, aunque no disponemos de datos suficientes para calcular el grado de dependencia económica exterior.

E3.2. Dependencia material exterior

La balanza comercial regional determina el grado de autosuficiencia regional ya que si las exportaciones son muy grandes significa que la región trabaja para el exterior. Y si las importaciones son elevadas significa que requiere del exterior para satisfacer sus necesidades.

En las comarcas de Girona vemos como las exportaciones superan casi el doble las importaciones y suponen un porcentaje del PIB relativamente bajo (alrededor del 20%). Y la región sobrepasa con las exportaciones lo que importa.

Exportaciones: 3.565 millones de €,
Importaciones: 2. 029 millones de €
PIB (2008): 19.739 millones de euros

En el año 2011 las exportaciones aumentaron a 4.101 millones de €.

No tenemos datos suficientes sobre la balanza comercial de la región de Santo Domingo pero podemos discernir viendo su organización comercial que es una región exportadora neta, ya que por su ubicación, su modelo productivo y su nivel de pobreza, la mayor parte de la producción agrícola-ganadera-forestal de la región se dirige al comercio exterior tanto del propio país como a nivel internacional.

VALORACIÓN DE LOS SÍNDROMES DE POBLACIÓN

E1. Crecimiento elevado o depresión económica

Parece que las dos regiones presentan un crecimiento económico importante, cuando veamos la intensidad material de la economía podremos entender el grado de impacto ambiental que genera dicho crecimiento. Aunque en los últimos años la región desarrollada ha enlentecido su crecimiento económico interno y ha entrado en un proceso de recesión generando un desempleo elevado, salvo en los sectores turísticos y de exportación industrial.

E2. Economía poco productiva

La región desarrollada presenta un sector de servicios elevados que ronda el 70% de su actividad económica, no así la región en desarrollo que presenta un grado mucho más elevado de economía productiva ligada al sector agropecuario.

E3. Alta dependencia exterior

Las dos regiones dependen en gran medida de la exportación (20% en el caso de Girona) y son dependientes económicamente de niveles administrativos superiores.

5. El Stock Institucional

Presupuesto municipal total Comarcas de Girona: 1.180 millones €

Presupuesto Diputación de Girona: 98 millones de €

Presupuesto municipal Santo Domingo: 1.698.870,40 €

Presupuesto del Gobierno Provincial: 544.000 €

I1.1. Presupuesto municipal por habitante Podríamos considerar el presupuesto municipal como un stock económico en manos de la administración local para poder gestionar el territorio.

El presupuesto regional total por habitante en las comarcas de Girona es de 1.700 €/habitante en relación a los 6 €/habitante de Santo Domingo. Si consideramos la población urbana solamente esta cantidad asciende a 12 €/habitante. Lo que indica la diferencia de capacidad de la institución municipal en Ecuador y en Cataluña.

I1.2. Relación entre el presupuesto municipal y el PIB

En las comarcas de Girona éste equivale a un 5% del total del PIB, en Santo Domingo equivale a un 0,14%. Podemos por ello deducir que el peso ideal del presupuesto público llega a los estándares en el caso de las comarcas de Girona y está muy por debajo en el caso de la región de Santo Domingo.

I1.3. Porcentaje de inversiones sobre el presupuesto total

No disponemos de información

I1.4. Nivel de endeudamiento público

No disponemos de información

I1.5. Nivel de abstención en las elecciones locales

En las comarcas de Girona ésta es de un 30% de promedio llegando algunos municipios al 50%, en Santo Domingo, en las últimas elecciones seccionales de 2008, la abstención fue de un 42% en los hombres y un 38,2 en las mujeres.

VALORACIÓN DE LOS SÍNDROMES DEL STOCK INSTITUCIONAL

I1. Capacidad institucional baja

Podemos ver como existe por parte de las dos regiones un valor bajo del presupuesto municipal sobre el PIB, pero lo más destacable es la diferencia entre los montos municipales per cápita de la región en desarrollo y de la desarrollada.

I2. Poca implicación social en la gestión regional

La abstención electoral es alta en las dos regiones, en los dos casos se supera el 30%.

6. El Metabolismo

M1.1, Dependencia de combustibles fósiles

Respecto a la energía podemos decir que en las comarcas de Girona un 51% del consumo depende de combustibles fósiles, un 17,3% del gas natural y un 25% de fuentes nucleares, la utilización de energías renovables es muy pequeña en esta región sólo genera el 0,6% del total.

En el caso de Santo Domingo un 60% de la generación de electricidad aproximadamente proviene de la energía hidráulica y un 30% de centrales térmica de gas y otros combustibles fósiles. Hay que añadirle el combustible del parque vehículos que hace que la región sea dependiente del petróleo.

M1.2. Uso mayoritario del vehículo privado

En la región desarrollada el uso del vehículo privado es mayoritario salvo en las conurbaciones, en cambio en la región en desarrollo predomina el transporte colectivo privado igualmente dependiente de combustibles fósiles.

M1.3. Dependencia energética exterior

Tanto una región como la otra son dependientes energéticamente, aunque en Girona se están llevando a cabo proyectos de implantación energía solar y eólica y existen algunas centrales hidráulicas en el propio territorio, apenas alcanzan el 10% del consumo total. Las centrales eléctricas sean de combustibles fósiles como hidráulicas en Santo Domingo se hallan todas fuera de la región actualmente.

M2.1, 2 y 3. Consumo eléctrico total, agua total per cápita y residuos domésticos por persona y día.

Podemos ver si comparamos los metabolismos de las dos regiones que la región en desarrollo presenta valores mucho menores en la producción de residuos y en el consumo eléctrico. Hay que decir que para contabilizar el consumo de agua en la región desarrollada sólo hemos tenido en cuenta el consumo de red y no el consumo agrícola, si tuviéramos en cuenta este dato podríamos decir que el total del metabolismo contabilizado sería mucho menor en todos los aspectos en la región en desarrollo.

	Electricidad total (KWh persona y día)	Agua industrial más doméstica (litros persona y día)	Residuos (Kg persona y día)
Comarcas de Girona	18,5	254,18	1,81
Santo Domingo de los Colorados	2,6	250	0,7

Tabla 8. Consumos eléctricos, de agua y generación de residuos de las dos regiones.

M2.4, 5 y 6 Intensidad energética de la economía, del agua y de los residuos

	Intensidad eléctrica(MWh/ millón de €)	Intensidad hídrica (Metros cúbicos / millón de €)	Residuos (Tm/ millón de €)
Comarcas de Girona	269	3.940	60
Santo Domingo de los Colorados	212,4	16.651	65,7

Tabla 9. Intensidades eléctricas, de agua y de generación de residuos de las dos regiones.

En relación al indicador de intensidad material del PIB podemos decir que en las comarcas de Girona estas cifras nos dicen que hacen falta 269 MWh de electricidad, 3.940 metros cúbicos de agua de red (sin contar la agrícola) y 59 toneladas de residuos domésticos para producir un millón de euros de PIB, si tuviéramos en cuenta los residuos totales esta cifra se incrementa en unas 450 toneladas. En cambio podemos ver que la economía de Santo Domingo es más intensa en el uso del agua pero algo menor en la energía y similar en los residuos.

M3.1 ,2 y 3 Sostenibilidad energética, del consumo de agua y en la producción de residuos

Respecto a la sostenibilidad energética y sin tener en cuenta el impacto de las centrales hidráulicas sobre las cuencas, la región en desarrollo consumiría dos terceras partes de su energía eléctrica procedente de recursos renovables. El avance en la implantación de la energía solar y eólica en las comarcas de Girona es bajo todavía.

En la depuración de caudales hídricos en las comarcas de Girona es casi completo, no ocurre lo mismo en Santo Domingo y muchas veces estos vertidos sin depurar afectan a la calidad del agua potable. No tenemos información sobre procesos de reutilización de dichas aguas en ninguna de las dos regiones.

El indicador de la tasa de recogida selectiva de residuos nos informa sobre la incorporación de éstos al circuito metabólico. En el caso de las comarcas de Girona este volumen apto de ser reintroducido es del 31 %, aunque no necesariamente todo este volumen se reintroduce en el metabolismo regional. En la región en desarrollo se produce este aprovechamiento de los residuos de una manera informal, ya que es habitual la venta de chatarra, papel, vidrio y otros por parte de la población pobre, lo que impide su contabilidad, aunque puede que su aprovechamiento y reciclaje sea mayor por las necesidades que satisface su venta.

M4.1. Porcentaje de población sin acceso a los servicios básicos

Podemos decir que aquí existe una gran diferencia entre las dos regiones ya que aunque en la ciudad de Santo Domingo el porcentaje de cobertura de agua, alcantarillado y electricidad es elevado, en los núcleos rurales se presentan carencias importantes en este sentido.

VALORACIÓN DE LOS SÍNDROMES DEL METABOLISMO

M1. Dependiente de combustibles fósiles o exterior

Aunque para el consumo eléctrico la región en desarrollo presenta un grado de dependencia menor de los combustibles fósiles (un tercio), si analizáramos el consumo de energía total y entendiendo que dispone de una flota de transporte colectivo importante que funciona con este tipo de combustibles veríamos que la dependencia es mayor. Así mismo respecto a la dependencia energética exterior, las dos regiones se nutren de fuentes externas para su consumo.

M2. Metabolismo alto

Podríamos decir que la región desarrollada presenta niveles de consumo per cápita mayores que la región en desarrollo, pero si nos atenemos a la intensidad material (agua y residuos), la necesidad de materiales para generar una unidad de PIB es mayor en ésta que en la desarrollada.

M3. Metabolismo bajo en sostenibilidad

La región en desarrollo consume electricidad procedente de recursos renovables, pero respecto al tratamiento de agua y la gestión de los residuos podemos decir que presenta niveles menores de sostenibilidad que la región desarrollada.

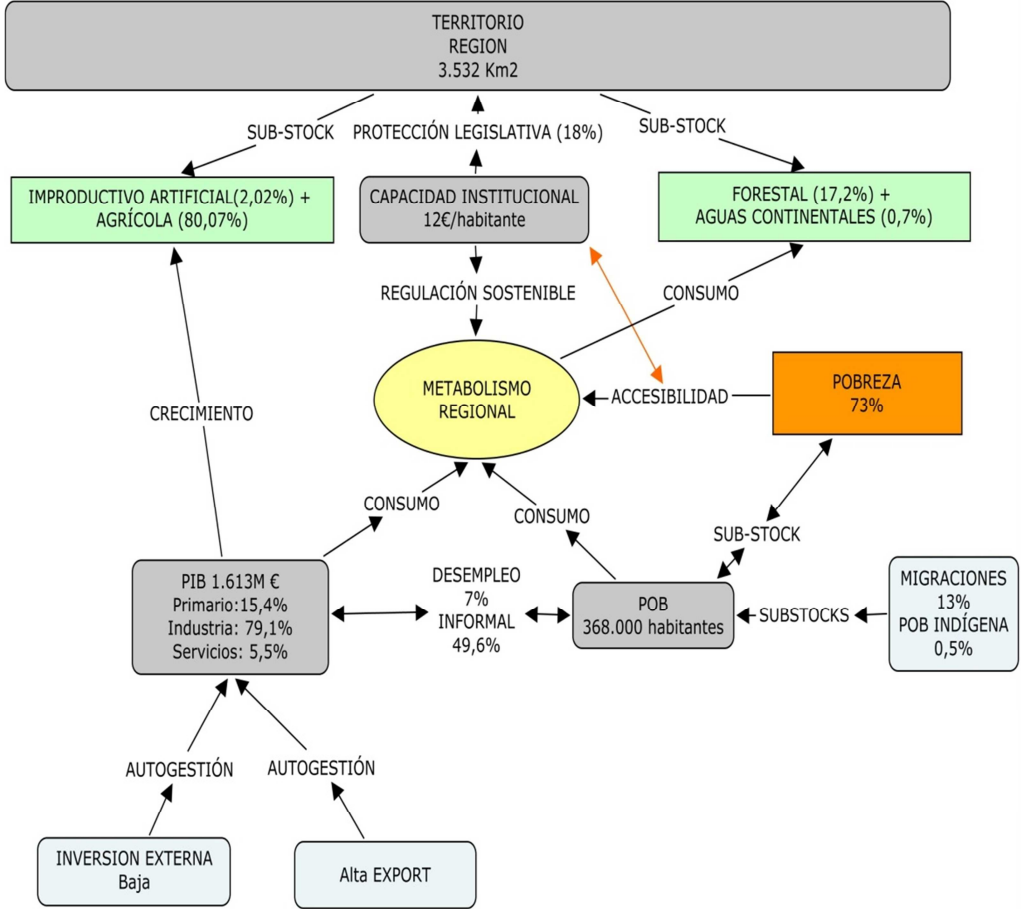
M4. Baja accesibilidad a los servicios básicos

Existe una gran diferencia en el nivel de abastecimiento de dichos servicios de la región en desarrollo que de la desarrollada, aunque en los últimos años se está produciendo en la zona desarrollada un incremento de familias que no pueden pagar dichos servicios básicos.

7. Cuadro resumen de los síndromes de insostenibilidad regional

Nº	Síndrome	Comarcas de Girona	Santo Domingo
1	Exceso de explotación del medio natural	Sí (agropecuaria)	Sí (infraestructuras)
2	Fragmentación del medio natural	Sí	Sí
3	Medio natural sin protección legislativa	Sí	Sí
4	Bajo potencial hídrico	Sí por contaminación	Sí por contaminación
5	Gran impacto del espacio urbano	Sí (Urbaniz. Dispersa)	Sí (Urbaniz. Centralizada)
6	Crecimiento exagerado o depresión del stock poblacional	Sí Crecimiento	Sí Crecimiento
7	Alto nivel de población dependiente	Envejecimiento	40% (<16 años)
8	Descompensación por género		
9	Inmigración elevada	Sí	Sí
10	Turismo elevado	Sí	
11	Baja organización social		Sí
12	Pobreza elevada		Sí
13	Inseguridad elevada		Sí
14	Baja capacidad de desplazamiento territorial	Sí	Sí
15	Crecimiento elevado o depresión económica	Depresión (desempleo elevado)	Crecimiento
16	Economía poco productiva	Sí	
17	Capacidad institucional baja	Sí	Sí
18	Poca implicación social en la gestión regional	Sí	Sí
19	Alta dependencia exterior	Sí	Sí
20	Dependiente de combustibles fósiles o exterior	Sí	Sí
21	Metabolismo alto	Sí (por consumo)	Sí (por intensidad)
22	Metabolismo bajo en sostenibilidad	Sí (energía)	Sí
23	Baja accesibilidad a los servicios básicos		Sí

8. Modelos causales de relación entre stocks, síndromes e indicadores.



**RELACIÓN ENTRE SÍNDROMES:
Santo Domingo de los Colorados**

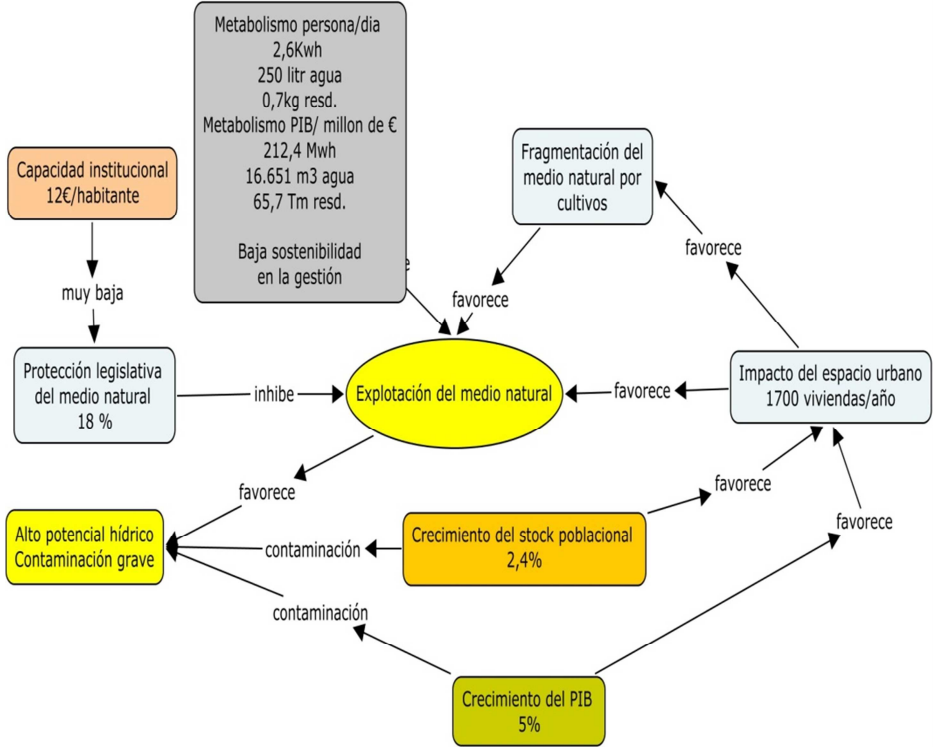
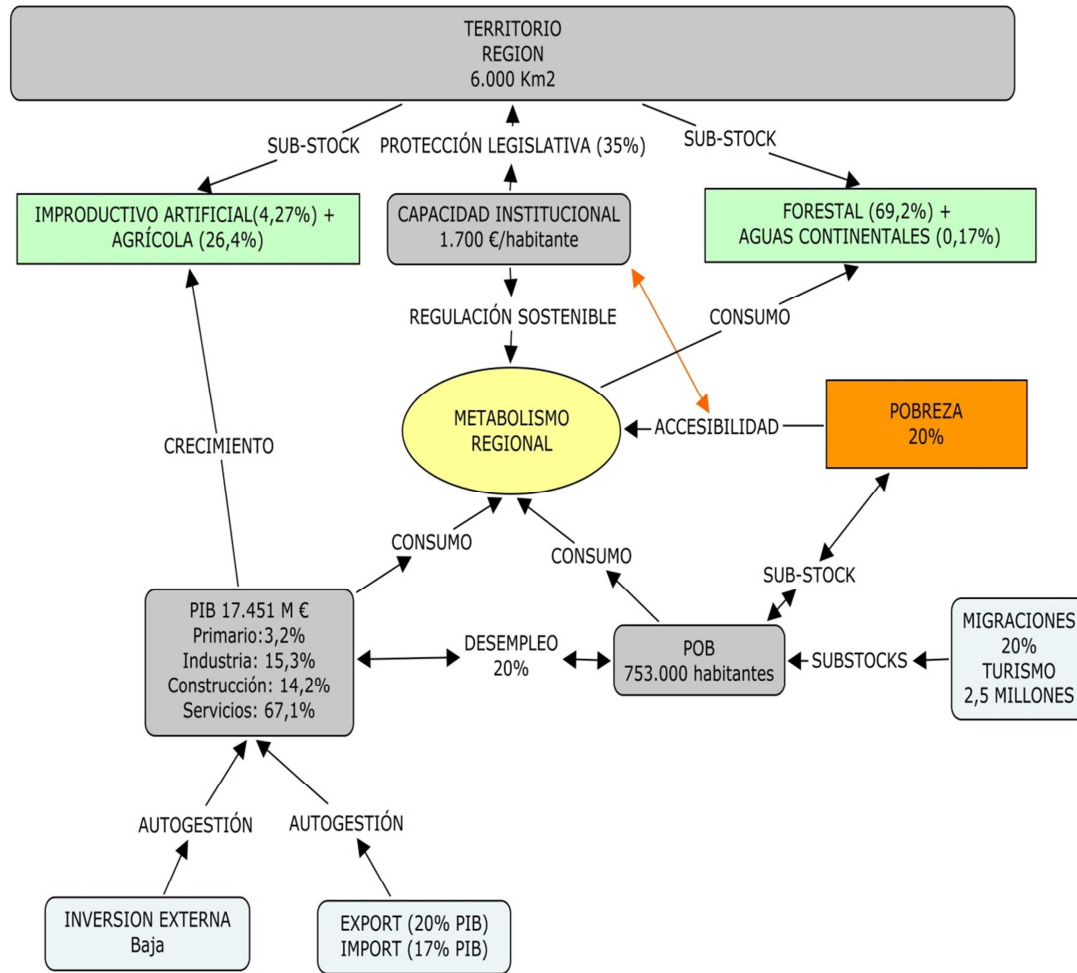


Fig. 2. Esquema de relaciones entre los stocks y los síndromes. A la izquierda se ven los cuatro stocks valorados y algunos sub-stocks. A la derecha vemos la cuantificación del metabolismo y las relaciones del síndrome de explotación del medio natural en el caso de Santo Domingo de los Colorados. Elaboración propia.



RELACIÓN ENTRE SÍNDROMES: Las Comarcas de Girona

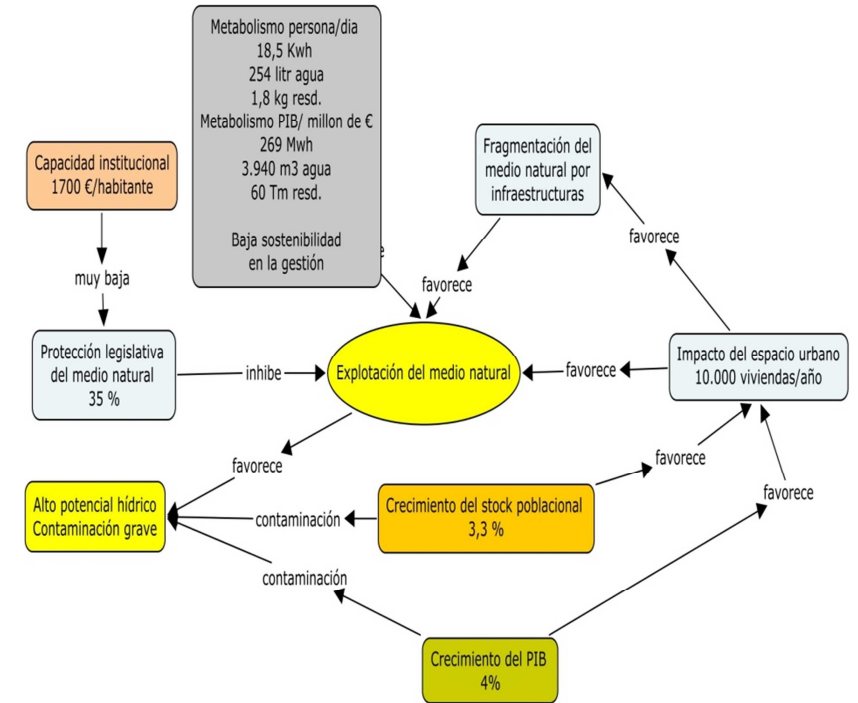


Fig. 3. Esquema de relaciones entre los stocks y los síndromes. A la izquierda se ven los cuatro stocks valorados y algunos sub-stocks. A la derecha vemos la cuantificación del metabolismo y las relaciones del síndrome de explotación del medio natural en el caso de las Comarcas de Girona. Elaboración propia.

En las Figuras 1 y 2 podemos ver los esquemas de las dos regiones en las que de manera sintética se muestran la evolución de los dos aspectos clave de la sostenibilidad regional: la pobreza (izquierda) y la explotación del medio natural (derecha). En el esquema de la izquierda vemos las características de los 4 stocks con sus sub-stocks que conforman la región cuantificados e interrelacionados y la dependencia exterior de la economía regional junto con los valores de los indicadores de desempleo y pobreza y los valores del turismo, la inmigración y la población indígena. En el cuadro de la derecha vemos la potencia del metabolismo regional y las tasas de crecimiento de la población y del PIB, y los valores de expansión del espacio urbano, así como la capacidad institucional y el grado de protección que ejerce sobre el medio natural.

El **modelo regional de Santo Domingo** muestra una región cuyos sectores primario e industrial están muy desarrollados, con una capacidad institucional baja que ejerce poca protección sobre el medio natural, el cual sufre más impactos por dinámicas de explotación y contaminación. Genera una elevada tasa de pobreza, elevado trabajo informal e inseguridad, en un modelo regional-urbano centralizado que produce para el exterior de la región y que es dependiente energéticamente. La implicación social de la población es baja y presenta un capital étnico importante a proteger.

El **modelo regional de las Comarcas de Girona** muestra una región dedicada a los servicios con una mayor protección del medio natural y alta capacidad institucional, cuyos impactos sobre el medio natural son producidos por las infraestructuras, el consumo, el modelo de urbanización dispersa y el uso del vehículo privado. Existe un sector turístico importante que quintuplica la población de manera estacional y también es una región dependiente energéticamente hablando y por las exportaciones. La sociedad está organizada pero parece que se implica poco en la gestión institucional.

Esta capacidad de síntesis y la facilidad en mostrar las interrelaciones entre stocks y síndromes y la cuantificación de los indicadores nos evidencia la potencia de la metodología, ya que lo que estamos reflejando son los procesos básicos que promueven el desarrollo regional y los impactos ambientales y sociales de dichos modelos de desarrollo mostrados de una manera comprensible y sintetizada.

Podríamos elaborar más cuadros que nos permitieran generar mayores interrelaciones entre variables, pero hemos querido poner la atención en éstos dos que recogen las dinámicas más importantes presentes en la región y nos muestran las diferencias claras entre los dos modelos de desarrollo.

A MODO DE CONCLUSION FINAL
Y
EPÍLOGO

“Para poder ver un Mundo en un grano de arena

Y un Cielo en una flor silvestre,

Abarca el infinito con la palma de la mano

Y la eternidad en una hora”

(William Blake)

A MODO DE CONCLUSION FINAL Y EPÍLOGO

La conclusión principal de esta tesis es la propuesta metodológica en sí misma presentada en los capítulos anteriores –fundamentalmente en el 4- e implementada en los casos de estudio expuestos. Basada en la visión sistémica y el paradigma de la sostenibilidad unifica tres metodologías de análisis: los indicadores, los conceptos de la dinámica de sistemas y los síndromes, cuya conjunción amplifica los resultados que cada una alcanzaría por separado, convirtiéndola en una herramienta científica más potente que cada una de ellas utilizadas de manera aislada. Nos remitimos y reiteramos principalmente en este sentido al resumen de las aportaciones que hace la propuesta metodológica, presentada como conclusión del capítulo 4 y sintetizada en el capítulo 5 de esta tesis.

A la vez dicha potencia se compagina con su manera sencilla y accesible para analizar la sostenibilidad regional. Entendemos que **no es un sistema cerrado de análisis** sino que es un sistema abierto que se puede completar con otros síndromes e indicadores que puedan ser de interés para el investigador o para los actores que lo utilicen.

Está claro que igual que los indicadores **los síndromes son fenómenos regionales que pueden ser complementados con otros distintos**, lo que debe hacer el investigador es incorporar los e incorporar nuevos indicadores asociados a los nuevos síndromes propuestos.

Una de las principales aportaciones del trabajo es la interrelación de los indicadores con los síndromes de insostenibilidad regional que nos permite **calificar su presencia de una manera cualitativa** y no sólo en función de un valor del indicador, sino de la visión general de los resultados de los indicadores en conjunto. E incluso si no disponemos de la información cuantitativa de los indicadores, el estudio de fenómenos regionales, como se ha visto en los estudios de caso, nos permiten determinar si dicho síndrome se halla presente.

Otra de las principales aportaciones conceptuales es la visión **de la región como un sistema que debe autoabastecerse y autoregularse** es una perspectiva novedosa en el análisis regional, que ya apuntaba la teoría de las Bioregiones, pero no desarrollando un análisis de la misma de manera sistematizada. Los estudios regionales actuales van en la línea del papel de las regiones en el marco globalizado; sabemos que nuestro planteamiento es controvertido en el marco actual de desarrollo global; pero nuestro concepto de autorregulación regional se apoya en las bases que nutre el paradigma de la sostenibilidad: desarrollo endógeno, autosuficiencia alimentaria, crisis energética, empoderamiento y participación social, etc. que creemos van a terminar imponiéndose en los modelos de organización regional futuros, superando el actual y

probablemente obsoleto modelo de desarrollo que ve a la región como una unidad productora al servicio de los intereses de la globalización, sin importarle la satisfacción de las necesidades básicas de los pobladores de la misma ni la conservación de sus recursos naturales y de la biodiversidad.

Finalmente el hecho de presentar el diagnóstico en forma de síndromes nos permite que podamos **realizar estrategias de actuación** para tratar de reducir el impacto social o ambiental de los mismos, presentándolos como “enfermedades regionales” que pueden ser comunes en diferentes regiones de estudio y por ello trasponer estrategias exitosas de actuación de unas regiones a otras.

Entendemos que las investigaciones sobre sostenibilidad no pueden quedar tan sólo en literatura científica para eruditos. Entendemos que son necesarios estudios académicos que se hagan teniendo como prioridad su aplicación y la voluntad de transformación real de la sociedad en el planeta y reducir así los impactos ambientales y sociales que el actual modelo de desarrollo genera; ésta ha sido la actitud desde el principio que nos ha llevado a plantear y desarrollar esta investigación.

Este trabajo abre nuevas líneas de investigación en el análisis de la sostenibilidad regional, ya que **queda abierto el perfeccionamiento del sistema de evaluación indicador-síndrome** con investigaciones más concretas y pormenorizadas que profundicen dicha asociación y que en esta tesis se ha realizado desde una perspectiva generalista y con una lectura conjunta de los indicadores dejando un espacio para la interpretación subjetiva por parte del investigador, o de los actores que lo utilicen, de los valores cuantitativos de los indicadores y cualitativos de la diagnosis.

Por otro lado queda abierta **una puerta a la estructuración de modelos**, mediante la Dinámica de Sistemas u otras herramientas científicas, ya que conceptualiza el desarrollo regional desde la perspectiva de los stocks y los flujos, síndromes (procesos) e indicadores asociados a dichos stocks y flujos. Las investigaciones para desarrollar dichos modelos deberán hallar interrelaciones cuantitativas entre dichos indicadores y sus relaciones causales con otros indicadores de otros stocks y que influyan en el crecimiento o la reducción de éstos; por ejemplo el crecimiento del PIB o del número de viviendas con la pérdida de stock natural del territorio. Al final del capítulo 7 del estudio comparativo de casos hemos propuesto algunos esquemas causales que ponen de manifiesto algunas de estas interrelaciones.

Personalmente sigue y seguirá el interés y el trabajo sobre estos temas y, por ejemplo, mi actividad docente y proyectual me está llevando ya a aplicar la propuesta metodológica con algunos grupos de alumnos del máster de Desarrollo Urbano y Territorial de la UPC, promovido por el Departamento de Urbanismo de la ETSAV, con notable éxito y motivación al utilizarla como instrumento de aprendizaje del análisis de la sostenibilidad regional. Los frutos de comparar los resultados obtenidos en el estudio de diferentes regiones nos permiten continuar avanzando y perfeccionando no solo la aplicación de la metodología en trabajos futuros, sino los puntos más desarrollables y sujetos a futuras investigaciones dentro de la propia propuesta.

Josep Antequera

Girona, mayo del 2012.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Agencia Catalana de l'Aigua. Desenvolupament d'un índex d'integritat biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental dels rius a Catalunya. Generalitat de Catalunya 2003.

Ángel Maya A. El retorno de Icaro. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente. Cali, Colombia 2001.

Ángel Maya A. La Diosa Némesis. Desarrollo sostenible o cambio cultural. Vol. 2. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente. Cali-Colombia.2003.

Antequera J. “Cercant la Sostenibilitat”, Quadern de presentació dels indicadors de Sostenibilitat del Fòrum Cívic Barcelona Sostenible, reproduït per la Diputació de Barcelona, per les jornades de presentació dels Indicadors de Sostenibilitat del FCBS.Diputació de Barcelona 1998.

Antequera J. “Deu Principis per una Ciutat Sostenible”, Propostes per una Catalunya desitjable. Fòrum per Repensar la Societat. Edit Mediterrània Col. Cultura 17. Barcelona 1999.

Antequera J. y Xercavins J. Elements clau dels Consells Nacionals per al desenvolupament sostenible. Trabajo elaborado para el Consell Assessor per el Desenvolupament sostenible de Catalunya. Càtedra UNESCO en Sostenibilitat 2001.

Antequera J. “Las Agendas 21 en Cataluña”, en Agenda 21. Revista Sostenible? N°4. Càtedra UNESCO en Tecnologia, Desenvolupament Sostenible, Desequilibris i Canvi Global. UPC. Barcelona 2002.

Antequera J. “El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos”. Edición electrónica a texto completo a www.eumed.net/libros/2005/ja-sost/. Premio Fundación Caixa de Sabadell 2004.

Antequera J. y González E. “La Sostenibilitat del desenvolupament Andorrà”. Fundació Julià Reig. Andorra.2004.

Antequera J. y González E “Medir la sostenibilidad. Una aproximación al tema de los Indicadores de Sostenibilidad.” Revista Sostenible? N°7. Càtedra UNESCO en Tecnologia, Desarrollo Sostenible, Desequilibris i Canvi Global. UPC. Barcelona 2005.

Antequera J., González E y Ríos L. “Sostenibilidad y desarrollo sostenible: Un modelo para armar.” Revista Sostenible? N°7. Càtedra UNESCO en Tecnologia, Desarrollo Sostenible, Desequilibris i Canvi Global. UPC. Barcelona 2005.

Antequera J. “Hacia un desarrollo bioregional humano y sostenible”. Segundo Encuentro Internacional: Desarrollo Local en un Mundo Global 5 al 23 de diciembre de 2005. Grupo Eumed.com. Fac. Económicas. Universidad de Málaga 2005 (3)

Antequera J. “Las Agendas Locales 21” en el libro del Dicho al Hecho Andando ese Trecho. Atrapasuelos. Editorial. Sevilla 2006.(1)

Antequera J. “La Sostenibilidad del desarrollo andorrano. Un modelo de Dinámica de sistemas, a partir de un sistema de indicadores de sostenibilidad”. I Congrés Internacional de Mesura i Modelització de la Sostenibilitat ICSMM. Càtedra UNESCO de Sostenibilitat de la Universitat Politècnica de Catalunya, Terrassa 2006.(2)

Antequera J. “Sostenibilidad ambiental y complejidad social: ¿dos caras de la misma moneda?”. Revista Sostenible? N°9. Càtedra UNESCO de Sostenibilidad de la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona 2007.

Antequera J. Informe de sostenibilitat del desenvolupament andorrà. Observatori de Sostenibilitat de Andorra 2008 (1). http://www.obsa.ad/index.php?option=com_docman&Itemid=37

Antequera J. “¿Seguiremos con las Agendas 21 o habrá que inventar las agendas 22? Revista electrónica “DELOS: Desarrollo Local Sostenible”, indexada en IDEAS-RePEc Vol 1, N° 1, Universidad de Málaga. 2008 (2): <http://www.eumed.net/rev/delos/01/ja.htm>

Antequera J. “Balanz després de 10 anys de Agendes 21 locals” Observatori de Sostenibilitat de les Comarques Gironines. Factoria de Sostenibilitat. 2011.

Aracil J. Introducción a la dinámica de sistemas. Alianza Universidad textos. Madrid 1983.

Banco Mundial. Indicadores por países. 2010. <http://datos.bancomundial.org>

Barracó, Parés, Prat i Terrades. Barcelona 1985-1999. Ecologia de una ciutat. Ajuntament de Barcelona 1999.

Bellet C. y Llop J.M. Ciudades Intermedias. Editorial Milenio. Universitat de Lleida. 2000.

Berg P. Bioregionalisme Dossier. Publicado por Alternativa Verda, Octubre 1997.

Bertalanffy V. L., Weinberg G.M. et al. Tendencias en la Teoría General de Sistemas. Alianza Universidad 208. Madrid 1978.

Borja J. Y Castells M. Local y Global. Edcs. Santillana. Madrid 1997.

Braungart M. y McDonough W. Cradle to cradle. McGrawHill. Madrid 2005.

Brown.L.R. Worldwatch Institute, L'estat del món 1997. Edit. Mediterrània. Barcelona 1997.

Brundtland G.O. Nuestro futuro común. Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo. Naciones Unidas 1987.

Bunge M. Buscar la filosofía en las ciencias sociales, Edt. Siglo XXI Madrid 1999

Bunge M. La relación entre la sociología y la filosofía. Edad Ensayos. Madrid. 2000

Bunge M. Convergencia y Divergencia. Edt. Gedisa. Barcelona 2004.

Camprubí, E.G. Reactivación de ramales del Belgrano Cargas para extender hasta las provincias del NEA y NOA el hinterland de los puertos del área del Gran Rosario. Observatorio de la Economía Latinoamericana N° 105 noviembre 2008. Accesible a texto completo en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ar/>

Carpintero O. La apropiación humana de producción primaria neta como aproximación al metabolismo económico. Revista Ecosistemas, n° 16. 2007.

- Castañer M., Gutiérrez O., Vicente J.** Mobilitat laboral, àrees de cohesió i àrees de planificació a Catalunya. Treballs de la Societat Catalana de Geografia, 67-68, 2009, p. 61/86
- Castells M.** La cultura de las ciudades en la era de la información en La Sociología Urbana de Manuel Castells. Ida User (Ed). Alianza Ensayo nº 187. Madrid 2001.
- Civdanes Hernández J.L.** El territorio como variable económica: el concepto de sistema productivo local.. Dpto. análisis económico aplicado. Universidad de Alicante 1999.
<http://www.ucm.es/info/ec/jec7/pdf/com8-2.pdf>
- Couffignal L.** La cibernética. A. Redondo Edts. Barcelona 1969. Pag. 85 - 88
- CSD.** Indicadores de Desarrollo Sostenible. Marco y Metodologías. Naciones Unidas 2001.
- Daly H.** Desarrollo Sustentable. Definiciones, principios y políticas. Aportes. Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Argentina 2008. <http://www.inti.gov.ar/pdf/aportes7.pdf> 2012
- De Esteban Alonso A.** Las áreas metropolitanas: Un análisis ecológico. Centro de Investigaciones Sociológicas. Madrid 1981.
- Dematteis G.** En la encrucijada de la territorialidad urbana. Revista Bitácora. Nº 10. 2006.
- Ducroc A.** Cibernética. Cía General Fabril Editora. Buenos Aires 1960. Pag. 14-16.
- Escobar Ramírez J.J.** Síndromes de sostenibilidad del desarrollo en Colombia. CEPAL, Seminarios y Conferencias nº 41. Santiago de Chile. 2004
- European Comission.** European Common Indicators. Ambiente Italia Research Institute. Milan 2003.
- EUROSTAT.** Indicadores de desarrollo sostenible. Comunidad Europea. Luxemburgo 1998.
- Ferris A., Antequera J, Bernat L.** Y otros autores. “Agenda 21 Local.” Bloc de Comunicació Ambiental. CEIA. Barcelona 2001.
- Galeano E.** Las venas abiertas de América Latina. Edt. Siglo XXI. Madrid 1971
- Gallopín G.** Human dimensions of Global Change: linking the global and local processes. Global Environmental Change 130. International Social Science Journal. UNESCO 1991.
- Gallopín G.** Indicators and their Use: Information for Decision-making in Whilley J. Sustainability Indicators. Moldan & Bilharz eds. 1997
- Gallopín G.** Sostenibilidad y Desarrollo. Un modelo sintético. Medio Ambiente y Desarrollo. Cuadernos CEPAL nº 64. Santiago de Chile. 2003.
- Gallopín C.** Indicadores de Desarrollo Sostenible. Aspectos conceptuales y metodológicos. FODEPAL. Santiago de Chile 2009.
- Garcia E.** El Trampolí Fàustic, ciència, mite i poder en el desenvolupament sostenible. Col·lecció Sagitari. Germania. 1995.
- Garcia E.** La sostenibilitat ecològica. Arxius de Sociologia. Nº 1. Reptes de la Sociologia. Dpt. de Sociología y Antropología Social. Universitat de Valencia. Junio 1997.
- García E.** Quina Agenda 21? En Revista Sostenible nº4. Agenda 21. Càtedra UNESCO de Sostenibilidad. Barcelona 2002.

García E. Medio Ambiente y Sociedad. Col Alianza Universidad 232. Edt. Alianza Editorial. Madrid 2004.

García R. Sistemas Complejos. Gedisa editorial. Barcelona 2006.

Germain J. y Carrera E. Contextualització històrica i conceptualització general de l'Agenda 21. Revista Sostenible nº4. Càtedra UNESCO en Sostenibilitat. Terrassa 2002.

German Advisory Council (GAC) World in Transition: Basic Structures of Global People-Environment Interactions. Annual Report. Economica Verlag. 1993.

German Advisory Council (GAC) World in Transition: The Threat to Soils. Annual Report Economica Verlag. 1994.

German Advisory Council (GAC) World in Transition: The Research Challenge. Annual Report Springer. 1996.

Global Footprint Network. Ecological Footprint Atlas 2009.

Gómez Piñeiro F.G. Geografía y sistemas en el análisis interdisciplinar de la problemática medioambiental, Ingeba 1998

<http://www.ingeba.euskalnet.org/lurralde/lurranet/lur24/globaliz/globali.html>

Gómez Piñeiro F.G. Los sistemas regionales en el contexto de la globalización y la mundialización. Cátedra de Análisis Geográfico Regional Ingeba 2001,

Guimaraes R.P. Fundamentos territoriales y bioregionales de la planificación, CEPAL Series nº39. Santiago de Chile 2001.

Guzmán Loezar F. Hinterland y Foreland de los puertos. Trabajo presentado en MARITIMA 2002 : Primer Congreso de Transporte Marítimo e Ingeniería Portuaria. Lima 2, 3 y 4 de Octubre del 2002

Habitat - United Nations. Habitat II. Istambul 1996

Habitat - United Nation. United Nations Human Settlements Programme . Kenya 2003.

Habitat - United Nation. The state off the world's Cities. Globalization and Urban Culture.2004-2005. Edt. Earth Scan. London 2004.

Habitat - United Nation. State of the world cities. 2010-2011. Bridging de urban divide. Kenya 2010.

Jiménez Beltran. D. Desarrollo sostenible en la U.E: necesidad, oportunidad y viabilidad. Un nuevo marco para la actividad empresarial. I Encuentro Empresa y Medio Ambiente. IESE; Universidad de Navarra. Barcelona 1998.

Jiménez Herrero L. "Tras la formula de la sostenibilidad", Revista Ecosistemas, nº 24 i 25. Asociación Española de Ecología Terrestre. Barcelona 1998.

Jiménez Herrero L. Desarrollo Sostenible. Transición a la coevolución global. Edt. Pirámide. Madrid 2000.

Kapra F. Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo. Ed. Anagrama. Barcelona 2003.

- Kempe H.** Como los ricos destruyen el planeta. Clave Intelectual. Madrid 2011.
- Law Whyte L., Wilson A.G at all.** Las estructuras jerárquicas. Alianza Universidad 41. Madrid 1973.
- Llop J.M.** Base Plan + Cimes data. Presentación realizada en Hábitat, Naciones Unidas. Nairobi 2011.
- Lovelock J.** Las edades de Gaia, una biografía de nuestro planeta vivo. Metatemas 29. Tusquets Barcelona 1993.
- Maani K.E. y Cavana R.Y.** Systems Thinking and Modelling, understanding Change and Complexity. Prentice & Hall, Pearson Education. New Zealand 2000. Pag 13.
- Madrid C. y Velázquez E.** El metabolismo hídrico y los flujos de agua virtual. Una aplicación al sector hortofrutícola de Andalucía (España). Madrid & Velázquez 2008. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 8: 29-47autores. http://www.redibec.org/IVO/rev8_03.pdf (consulta 2010)
- Margalef.R.** Ecología.. Ed. Planeta. Barcelona 1981,
- Margalef R.** Variaciones sobre el tema de la selección natural. Exploración, selección y decisión en sistemas complejos de baja energía. Coord. Wagensberg J. Tusquets Editores. Barcelona 1986.
- Margalef R.** Planeta Azul, Planeta Verde. Biblioteca Scientific America. Barcelona 1992.
- Margalef R.** Teoría de los Sistemas Ecológicos. Universitat de Barcelona Barcelona 1993.
- Margulis L. y Sagan. D.** Microcosmos, cuatro mil millones de años desde nuestros ancestros microbianos. Metatemas 39. Tusquets Edicions 1995.
- Meadows D., Meadows D. Randers J.** Más allá de los límites del crecimiento. Edt El Pais-Aguilar. Madrid 1992.
- Meadows D., Meadows D. Randers J.** Los límites del crecimiento 30 años después. Galaxia Gutenberg. Barcelona 2006.
- Ministerio de Medio Ambiente.** Indicadores Ambientales una Propuesta para España. Ministerio de Medio Ambiente, Direcc.Gral. de Calidad y Evaluación Continental. Madrid 1996.
- Morin E. y Kern A.B.** Terra Patria. Kairos. Barcelona 1993.
- Naciones Unidas 1992.** Conferencia de las Naciones Unida sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Programa 21. Río 92. Ministerio de Obras Públicas y Transportes de España. Madrid 1993.
- Naredo.J.M.** Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. Ciudades para un futuro más sostenible. Habitat II. Primer catálogo español de buenas prácticas. Vol I. Ministerio de Fomento. Junio 1996.
- Naredo J.M. y Valero A.** (dirs.) Desarrollo económico y deterioro ecológico. Fundación Argentaria-Visor Dis .S.A. Madrid 1999.

Naredo J. M. Madrid: gigantismo e ineficiencias crecientes. Revista El Ecologista nº 37. Otoño 2003.

Naredo J.M. Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Edt. Siglo XXI. Madrid 2006.

Navarrete D.M. y Gallopin G. Integración de políticas de sostenibilidad y agriculturización en la pampa argentina y áreas extrapampeanas. CEPAL, Seminarios y Conferencias nº 50. Santiago de Chile. 2007

OCDE. Environmental indicators 1994.

Odum H.T. Ambiente, energía y sociedad. Blume Editorial. Barcelona 1980.

Pares M, Pou G. y Terrades J. Descobrir el medi urbà. Ecologia d'una ciutat. Ajuntament de Barcelona 1985.

Petschel-Held G. at all. Syndromes of Global Change: a qualitative modeling approach to assist global environmental management. Environmental Modeling and Assessment 4. 1999

PNUD. Objetivos de desarrollo del milenio: Un pacto entre los países para poner fin a la pobreza humana. Informe sobre desarrollo humano 2003. PNUD, Naciones Unidas 2003.

Pushkin. V.N. Psicología y Cibernética. Editorial Planeta. Barcelona 1974. Pag. 51

Quiroga Martínez R. Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Manuales 16. CEPAL 2001.

Quiroga Martínez R. Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. Manuales 61. CEPAL 2009.

Rabinovich J.E. y Torres F. Caracterización de los síndromes de sostenibilidad del desarrollo. El caso de Argentina. CEPAL, Seminarios y Conferencias nº 38. Santiago de Chile. 2004

Rathod H.B. and col. Umland of Chakur; a geographical analysis, International Research Journal Vol. II, Issue-6. Feb.09 April.09

<http://www.ssmrae.com/admin/images/523ed1d9cfd08cd834cf11eae8066361.pdf>

Consulta 2012

Red de Observatorios de Sostenibilidad en España. Indicadores locales para el análisis de la sostenibilidad municipal. Vitoria Gasteiz 2011. (sin publicar).

Requejo J., Iranzo J.E. at all. Los indicadores económicos. Thomson Editores. Madrid 2005.

Rionda Ramírez. J.J. Teorías de la Región. Centro de Investigaciones Humanísticas Guanajuato, Gto; a 24 de octubre de 2005, Segundo Encuentro de Desarrollo Local en un Mundo Global. Eumed 2005.

Rodriguez Casado R. at all. La Huella Hidrológica de la Agricultura Española. Papeles de Agua Virtual nº2. Fundación Marcelino Botín. Santander 2008.
<http://www.fundacionmbotin.org>

Rueda S. Ecología Urbana. Barcelona i la seva regió metropolitana com a referents. Beta Editorial, 1995.

Rueda. S. “Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles”, Agencia Europea del Medio Ambiente/Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya/Fundació Fòrum Ambiental, Barcelona 1999.

Rubin J. Porqué el mundo está a punto de hacerse más pequeño. Tendencias Editores. Barcelona 2009

Sachs J. Economía para un planeta abarrotado. Editorial Debate. Barcelona 2008.

Sachs W. (coord.). Equidad en un mundo frágil. Memorandum para la Cumbre Mundial sobre desarrollo sostenible. Fundación Heinrich Böll. Chile 2002.

Sachs W. y Santarius T. Un futuro justo. Icaria Editorial, Barcelona 2007.

Salas H. Una nueva visión. Arquitectura y Desarrollo Sustentable. Libros para Todos. UNAM.México 2008.

Scarponetti P. Prácticas sociales y demandas colectivas de justicia. Apuntes para una reflexión socio-política del derecho. En Anuario IX (2006). Centro de Investigaciones Jurídicas y Sociales. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Derecho y Ciencias Sociales. Córdoba, Argentina 2006.

Schellnhuber H.J. 1, Block A. et al 1. Syndromes on Global Change. Published in: GAIA 6 ,1997.

Schellnhuber H.J., Luudeke M.K. and Petschel-Held G. The Syndromes Approach to Scaling. Describing Global Change on an Intermediate Functional Scale. Integrated Assessment. Vol. 3, Nos. 2–3. Swets & Zeitlinger, 2002.

Schneider. E.D. y Sagan D. La termodinámica de la vida. Edt. Tusquets Col. Metatemas nº 102. 2008.

Schrödinger E. ¿Qué es la vida?. Edt. Avance. Barcelona 1967.

Schuschny A. y Soto H. Guía Metodológica. Diseño de Indicadores Compuestos de Desarrollo Sostenible. Documento de Proyecto. CEPAL 2009.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible República Argentina. Gobierno de Argentina 2006.

Tudela F. Los síndromes de sostenibilidad del desarrollo. El caso de México CEPAL, Seminarios y Conferencias nº 39. Santiago de Chile. 2004

Van Cleef E. Hinterland and umland, , Ohio State University. *Geographical Review*.Vol. 31, No. 2. 1941 . <http://www.jstor.org/pss/210211>

Velásquez L.S. Indicadores de Gestión Urbana. Los observatorios urbano-territoriales para el desarrollo sostenible. Manizales, Colombia. Medio Ambiente y Desarrollo serie 30. CEPAL. Santiago de Chile 2001.

Wackernagel M. & Rees W. Our Ecological Footprint, Reducing Human Impact on the Earth. New society Publishers, Gabriola Islands BC, Bioregional Series. 1996

Wagensberg J, Ideas sobre la complejidad del mundo. Tusquets Edic. Col. Metatemas 9. Barcelona 1985. Pag. 100

Wiener N. Cibernètica o el control y comunicaciones en animales y máquinas. Tusquets Editores Col. Metatemas nº2. Barcelona 1985

Wilson E. O. La diversidad de la vida. Edt. Crítica. Barcelona 1994

Wilson E.O. La Creació. Biblioteca Universal Empuries. Edt. Empuries. Barcelona 2007.

World Resources Institute. Ecosystem Services. WRI 2008.

World Wide Fund for Nature. Living Planet Report 2002 WWF. Banson Prod. Cambridge 2002.

Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat. Sistema Municipal d'Indicadors de Sostenibilitat. Diputació de Barcelona. Barcelona 2000.

Xercavins J. coord. "Qüestions conceptuals metodològiques i bibliogràfiques entorn a les Agendes 21". Càtedra UNESCO en Tecnologia, Desenvolupament Sostenible, Desequilibris i Canvi Global. UPC. Barcelona 2002

Fuentes de datos para los casos de estudios (2011-2012)

Comarcas de Girona

Observatori de Sostenibilitat de les comarques de Girona OSCG. www.fsostenibilitat.cat

OSCG. Informe de Sostenibilitat de les Comarques Gironines 2007

OSCG. Informe de Sostenibilitat comarcal i municipal 2009.

OSCG. Sostenibilitat a les Comarques Gironines: Balanç després de 10 anys d'Agendes 21 Locals 2009-2010.

OSCG. Sistema de Seguiment de la Sostenibilitat pels ens locals de la demarcació de Girona. CILMA 2011.

OSCG. Servidor web de mapes per a la consulta d'indicadors de sostenibilitat a escala comarcal i municipal de les Comarques Gironines. 2011. OSCG. www.fsostenibilitat.cat

Caixa de Catalunya. Anuari Econòmic Comarcal 2010. Caixa de Catalunya 2010.

Cambra de Comerç Girona. Informe de Conyuntura econòmica Girona 2011.

Pallí L. y Brusi D. El medi natural a les terres gironines.. Diputació de Girona i Universitat de Girona. Girona 1992.

Webs de datos

Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya

http://www6.gencat.cat/mediamb/sig/cartografia/xarxa_rius.html

Diputació de Girona. Datos socioeconómicos: http://www.ddgi.cat/xifra/menu_ini.asp

Diaria de Girona. www.diaridegirona.ca

Informe de Conyuntura económica Girona 2011. Cambra de Comerç Girona.

IDESCAT. Institut d'Estadística de Catalunya. <http://www.idescat.cat>

Santo Domingo de los Colorados

CONELEC. Consejo Nacional de Electricidad. Estadística del sector eléctrico ecuatoriano. 2009

http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10048_Boletin%202009.pdf

GAD Municipal de Santo Domingo. Presupuestos municipales de Santo Domingo 2009 y 2010.

Instituto Nacional de Estadística y Censos .Boletín de coyuntura económica. Diciembre 2010

GAD Municipalidad de Santo Domingo. Plan de Desarrollo del Cantón de Santo Domingo 2025. GAD Municipal Sto. Domingo. 2011.

Galarraga Sánchez H. Los recursos hídricos de la República de Ecuador. 2004.

<http://tierra.rediris.es/hidrored/basededatos/docu1.html>

Geoportalligm del gobierno de Ecuador. Cartografía fluvial de Ecuador.

<http://www.geoportalligm.gob.ec/portal/cartografia-libre>

Junta Electoral de Ecuador. Elecciones Seccionales de Santo Domingo. Octubre 2008.

<http://www.cne.gob.ec/consejo/consejo/registro-electoral.html> Consulta 2012

INEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Boletín de coyuntura económica. Diciembre 2010.

Toledo Alex. Diagnóstico Santo Domingo de los Colorados. 2010. (no publicado).

Wikipedia. Agua potable y saneamiento en Ecuador. 2011.

http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_potable_y_saneamiento_en_Ecuador

LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS

Capítulo 1

Figura 1: Esquema de la sostenibilidad a partir de los conceptos explicados. 25

Capítulo 2

Fig. 1. Ubicación mundial de megaregiones, corredores urbanos y regiones urbanas. 32

Fig. 2. La huella ecológica por países. 37

Fig. 3. Evolución de la huella ecológica per cápita por
regiones y países en el año 1961 y en el 2006. 37

Fig. 4. Esquema de cuenca hidrográfica y de ciclo hidrológico. 38

Fig. 5. Esquema de metabolismo hídrico. 38

Fig. 6. Esquema de relaciones entre subsistemas. 43

Capítulo 3

Fig.1. Esquema de las diferentes relaciones
entre indicadores del sistema PER y DPSIR. 54

Fig.2. Árbol de niveles para analizar la sostenibilidad de un asentamiento humano. 56

Fig.3. Esquema de interrelación entre subsistemas
para ubicar indicadores de estado y de relación. 58

Fig.4. Stock de bacterias. 64

Fig.5. Simplificación del modelo de población. 65

Fig.6. Esquema de la inversión industrial como motor del desarrollo. 66

Fig.7. Simplificación del modelo de generación de capital industrial. 66

Fig.8. Esquema simplificado de fuentes y sumideros naturales. 67

Fig.9. Simplificación del modelo de generación de producción de alimentos. 68

Fig.10. Simplificación del modelo del uso de recursos no renovables. 70

Fig. 11. Simplificación del modelo de generación de contaminación persistente. 71

Fig.12. Síndrome del Sahel: Un síndrome de sobreexplotación de los recursos naturales. 76

Fig. 13. El mecanismo central del Síndrome del Sahel. 77

Fig. 14. Diagrama del síndrome de sostenibilidad del
desarrollo para el proceso de agriculturización en la pampa. 80

Fig. 15. Estructura del algoritmo para calcular la predisposición hacia el
Síndrome del Sahel, usando elementos de modelado cuantitativos y cualitativos. 83

Fig. 16. Estructura de indicadores que conforman el Síndrome del Sahel. 83

Fig. 17. Tipología de las relaciones entre variables que provocan un síndrome. 84

Tabla 1. Tasas de crecimiento quinquenales de la población mundial. 65

Tabla 2. Descripción de los diversos síndromes planteados por el GAC. 75

Tabla 3. Impactos ambientales del síndrome del Cartel. 79

Capítulo 4

Fig. 1. Esquema representativo del sistema regional y su entorno. 90

Fig. 2. Esquema representativo de malla centralizada con
nodos dependientes de dicho centro. 95

Fig. 3. Esquema de malla polinucleada. 95

Fig. 4. Esquema de relaciones entre síndromes que pertenecen a diversos stocks y que influyen
en el síndrome de explotación del medio natural. Elaboración propia. 136

Fig. 5. Esquema de relaciones entre los stocks. 138

Tabla 1. Niveles de organización y subsistemas 89

Tabla 2. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y stocks. 104

Tabla 3. Cuadro de usos del suelo. 127

Tabla 4. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y valoración del stock territorial. 129

Tabla 5. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y valoración del stock de población. 131

Tabla 6. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y valoración del stock económico. 132

Tabla 7. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y valoración del stock institucional. 133

Tabla 8. Cuadro resumen: Indicadores, síndromes y valoración del metabolismo regional. 134

Capítulo 6

Fig. 1. Mapa de hàbitats i infraestructuras 2006. 148

Fig. 2. Valoración de la calidad de agua de las cuencas fluviales 2002. 150

Fig. 3. Mapa de población por municipios año 2009. 151

Fig. 4. Distribución del suelo de usos urbanos, urbanizaciones
y zonas industriales 1987 y 2002. 152

Fig. 5. Esquema de núcleos urbanos y áreas de desarrollo de las comarcas de Girona. 152

Fig. 6. Porcentaje de crecimiento de los municipios según el suelo urbanizado año 2005. 153

Fig. 7. Presupuesto municipal por habitante año 2009. 161

Fig. 8. Distribución de la abstención en las elecciones
municipales del año 2011 categorizadas por municipios. 162

Fig. 9. Distribución en porcentaje y energía primaria según fuentes. 163

Tabla 1. Usos del suelo por comarca año 2005.	147
Tabla 2. Usos del suelo provincia de Girona año 2005.	147
Tabla 3. Fragmentación de las comarcas.	148
Tabla 4. Metros lineales de infraestructuras por comarca año 2005.	149
Tabla 5. Grado de protección del suelo no urbanizable por comarcas 2008.	151
Tabla 6. Número de municipios por comarca 2009.	151
Tabla 7. Censo de viviendas existentes y acabadas anualmente, desde el año 2001 al 2010.	153
Tabla 8. Tasa de crecimiento de la población del año 2000 al 2010.	155
Tabla 9. Porcentaje de población por sectores de edad año 2010.	155
Tabla 10. Porcentaje de población inmigrante por comarcas 2010. IDESCAT.	157
Tabla 11. PIB por comarcas año 2001, 2006 y 2008 con base del año 2000.	157
Tabla 12. Porcentaje de desempleo por comarcas 2010.	158
Tabla 13. Sectores del PIB por comarcas año 2009.	158
Tabla 14. Empresas por sectores 2010.	159
Tabla 15. Trabajadores por sector año 2010.	159
Tabla 16. Turismos por cada 1000 habitantes por comarcas 2010.	163
Tabla 17. Consumo de electricidad por habitante y día 2006.	164
Tabla 18. Consumo de agua por habitante y día 2009.	164
Tabla 19. Generación de residuos sólidos urbanos 2009.	165
Tabla 20. Intensidad eléctrica de la economía por comarcas año 2006.	165
Tabla 21. Intensidad agua de la economía por comarcas año 2006.	166
Tabla 22. Intensidad residuos de la economía por comarcas año 2006.	166
Tabla 23. Intensidad agua de la economía por comarcas año 2006.	167
Tabla 24. Porcentaje de recogida selectiva de los residuos domésticos 2009.	167

Capítulo 7

Fig. 1. Localización de la región de Santo Domingo en Ecuador.	170
Fig. 2. Mapa de Ecosistemas de Santo Domingo. Gob. Provincial.	172
Fig. 3. Sistema de comunicaciones de Santo Domingo.	173
Fig. 4. Red Hídrica y carreteras de Santo Domingo y Mapa de Cuencas.	175
Fig. 5. Mapa de Zonificación de Santo Domingo. Gob. Provincial.	175
Fig. 6. Esquema de la distribución de asentamientos urbanos de Santo Domingo.	176
Fig. 7. La geografía de la pobreza en Ecuador 1996 - 2006.	179

Tabla 1. Usos del suelo del territorio regional.	171
Tabla 2. Síntesis de usos del suelo del territorio regional.	171
Tabla 3. Esquema de distribución de la población por edades 2010.	177

Tabla 4. Esquema de distribución de la población por sexos 2010.	177
Tabla 5. Población inmigrante de otras regiones y extranjera 2010.	177
Tabla 6. Reportes de denuncias por actividades delincuenciales en Sto. Domingo.	180
Tabla 7. Evolución del PIB del Ecuador desde el año 2003 al 2009.	181
Tabla 8. Distribución del PIB de Santo Domingo 2010.	181
Tabla 9. Empresas más importantes de Santo Domingo y productos.	182
Tabla 10. Inversiones del Banco General de Fomento en sectores económicos.	185
Tabla 11. Absentismo en las elecciones seccionales.	186
Tabla 12. Producción de residuos de la región 2010.	188
Tabla 13. Grado de cobertura de los servicios básicos 2010.	189

Capítulo 8

Fig. 1. Mapa de Ecosistemas de Santo Domingo y Girona.	194
Fig. 2. Esquema de relaciones entre los stocks y los síndromes.	212
Fig. 3. Esquema de relaciones entre los stocks y los síndromes.	213

Tabla 1. Población, PIB y Territorio de las dos regiones.	191
Tabla 2. Porcentaje de usos del suelo de las dos regiones.	191
Tabla 3. Fragmentación de las comarcas de Girona por número de polígonos del suelo no urbanizable, has. del polígono más grande y porcentaje del mismo sobre el total.	192
Tabla 4. Población por sectores de edades de las dos regiones.	196
Tabla 5. PIB por sectores económicos de las dos regiones.	201
Tabla 6. Número de empresas por sectores económicos de las comarcas de Girona.	202
Tabla 7. Trabajadores por sectores económicos de las comarcas de Girona.	202
Tabla 8. Consumos eléctricos, de agua y generación de residuos de las dos regiones.	208
Tabla 9. Intensidades eléctricas, de agua y de generación de residuos de las dos regiones.	208

APÉNDICE 1

Fig. 1. Esquema de relaciones entre subsistemas.	236
Fig. 2. Espacio de estados de un sistema.	242

APÉNDICE 1

LA TEORÍA DE SISTEMAS

APÉNDICE 1

LA TEORÍA DE SISTEMAS

1. Bases filosóficas del sistemismo según Mario Bunge (Bunge M. 1999)

Un **sistema** es un objeto complejo cada una de cuyas partes o componentes está conectada con otras partes del mismo objeto de tal manera que la totalidad posee algunas características que le faltan a sus componentes (propiedades emergentes).

Un sistema puede ser conceptual o concreto, pero no ambos.

Un **sistema conceptual** es un sistema compuesto de conceptos unidos por relaciones lógicas o matemáticas (clasificaciones o teorías).

Un **sistema concreto o material** está compuesto por cosas concretas unidas por ligas no conceptuales, como lazos físicos, químicos, biológicos, económicos, políticos o culturales.

A los sistemas concretos que representan otros objetos como lenguas, textos y diagramas se les puede llamar **sistemas simbólicos o semióticos**.

Un **sistema concreto** se caracteriza por su composición, su ambiente y su estructura u organización. Ésta última es la colección de relaciones entre las partes del sistema así como entre éstas y objetos del ambiente. La primera constituye la estructura interna del sistema y la segunda la externa.

Un **sistema social** es un sistema compuesto de animales gregarios.

Un **sistema social humano** es un sistema constituido por personas y sus artefactos.

Este sistema se mantiene unido por sentimientos, creencias, normas morales y acciones sociales. Todas esas acciones son relaciones sociales dinámicas, relaciones porque involucran a más de un individuo y dinámica en cuanto se llevan a cabo al paso del tiempo, afectan a aquellos que tienen que ver con ellas y varían en intensidad.

Toda sociedad humana por primitiva que sea está compuesta de **cuatro subsistemas**, el sistema biológico o de parentesco, y los sistemas económicos, políticos y culturales.

Un **fenómeno** es una apariencia perceptual para alguien, aunque se usa casi siempre como sinónimo de hecho incorrectamente.

Según el **realismo científico**, la realidad es el conjunto de todas las cosas concretas y las ideas, lejos de existir por sí mismas, son procesos que ocurren en la mente de algunos animales. Las ideas tienen un impacto en el comportamiento social en el momento que guían acciones. No

solo las ideas verdaderas sino las falsas pueden tener efectos sociales. Por ello el realismo científico se interesa no sólo en los hechos sino en la manera en que los percibimos.

Todo **fenómeno social** se puede considerar bajo dos aspectos como es en realidad (objetivo) y cómo se presenta ante la mente de este o aquel ser humano (subjetivo).

La mayoría de los científicos sociales admiten los hechos sociales. El **materialismo emergentista** propone que los hechos sociales son suprabiológicos (suprapsicológicos) aunque involucran procesos biológicos. Todo hecho social implica uno natural pero no a la inversa.

El sistemismo concibe el **hecho social** como un estado o un cambio de estado de un sistema social; no existen hechos sociales por encima o fuera de los sistemas sociales.

A su vez un **sistema social** puede definirse como un sistema compuesto de por al menos dos animales de la misma especie que interactúan de una manera no física, ni química ni biológica. Los hechos sociales ocurren en el curso de las interacciones sociales que contribuyen a la construcción, conservación o alteración de un sistema social.

Categorías de hechos sociales:

Ambientales en origen (o); hambrunas, migraciones, cambios políticos provocados por la erosión de la tierra, sequías,...

Biológicos en o.; como la sobrepoblación por una tasa alta de natalidad...

Económicos en o.; como la expansión de la agricultura o la industria...

Políticos en o.; como un cambio de gobierno, aceptación de legislaciones nuevas...

Culturales en o.; invención de la escritura, de artefactos nuevos, descubrimientos científicos, o ideas filosóficas.

2. El modelo CESM de Mario Bunge (Bunge M. 2004)

Bunge define un sistema como un ente compuesto por cuatro elementos básicos:

C (s) = Composición: la colección de todas las partes de s.

E (s) = Entorno: la colección de elementos no pertenecientes a s que actúan sobre los componentes de s o sobre los que algunos o todos los componentes de s actúan.

S (s) = Estructura: la colección de relaciones, en particular vínculos entre los componentes de s, o entre estos y elementos del entorno E (s).

M (s) = Mecanismo: la colección de procesos de s que lo hacen comportarse del peculiar modo en que lo hace.

$$N(s) = \{C(s), E(s), S(s), M(s)\}$$

3. Sistemas complejos según Rolando García (García R., 2006)

Un Sistema Complejo se refiere a un conjunto de objetos en continua interacción.

Cuando se analiza un sistema compuesto de **subsistemas** las relaciones que entran en juego son las que vinculan los subsistemas entre sí, y no las relaciones internas de cada subsistema. Aunque las primeras dependen de las segundas,...En el comportamiento de un subsistema dentro de un sistema, pueden entrar en juego unas pocas relaciones determinantes que en cierta manera integran toda la complejidad de las relaciones internas dentro de ese subsistema.

El sistema tiene una **estructura** determinada por el conjunto de relaciones entre los elementos y no por los elementos mismos.

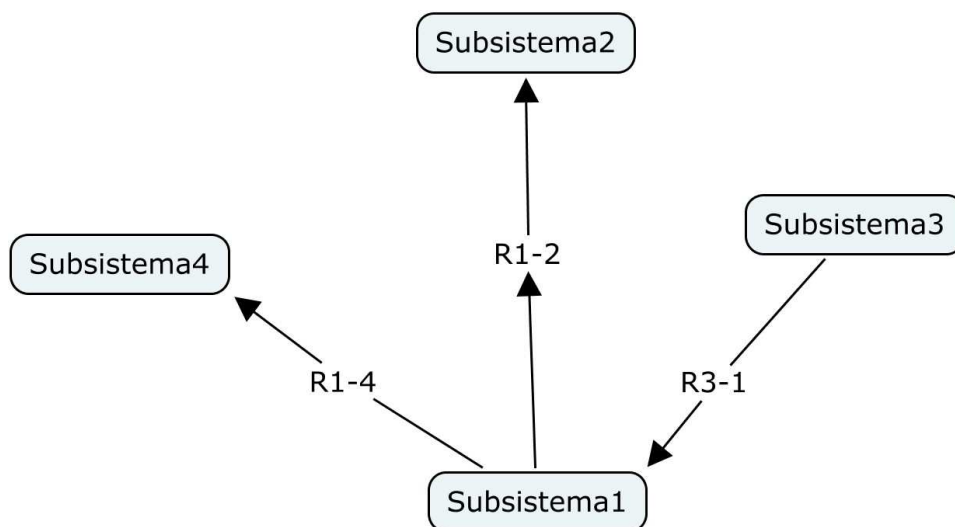


Fig. 1. Esquema de relaciones entre subsistemas. Elaboración propia.

Las relaciones que caracterizan la estructura constituyen vínculos dinámicos que fluctúan de manera permanente y eventualmente, se modifican de forma sustancial dando lugar a una nueva estructura.

“Un gran número de propiedades de un sistema quedan determinadas por su estructura y no por sus elementos. Claro está que las propiedades de los elementos determinan las relaciones entre ellos y, por consiguiente, la estructura. Pero las propiedades de los elementos y las propiedades de la estructura corresponden a dos niveles de análisis distintos...En efecto son las propiedades estructurales del sistema quienes determinan su estabilidad o inestabilidad con respecto a cierto tipo de perturbaciones. La inestabilidad está, a su vez asociada a los procesos de desestructuración y reestructuración del sistema. Son estos procesos y no la estructura en sí misma, quienes constituyen el objetivo fundamental del análisis. Se trata, pues, de un estudio de la dinámica del sistema y no del estudio de un estado en un momento dado” (García R. 2006).

4. Estructura y entorno según M. Bunge (Bunge M.,2004)

La estructura de un objeto complejo X equivale al conjunto de todas las relaciones entre los componentes de X. Si X está inmerso en un entorno, las relaciones entre los componentes de X y su entorno pueden llamarse exoestructura de X. Y la unión de los dos conjuntos constituye la estructura total de X.

La estructura de un sistema, según lo anterior, puede dividirse en dos:

La endoestructura o colección de vínculos entre las partes del sistema

La exoestructura o colección de vínculos entre los componentes de un sistema y los elementos del entorno.

La exoestructura de un sistema incluye dos elementos importantes

El input que es la colección de acciones de los elementos del entorno sobre el sistema

El output es la acción del sistema sobre el entorno.

Una manera de descubrir el mecanismo que hace funcionar un sistema es buscar las funciones específicas del sistema o sea los procesos que le son peculiares. Todos los sistemas concretos poseen uno o más mecanismos que dirigen o bloquean sus transformaciones. Todo mecanismo impone un cambio o un control del cambio. El mecanismo es un proceso en un sistema concreto, capaz de producir o inhibir algún cambio en el sistema en su conjunto o en alguno de sus subsistemas.

5. Las propiedades emergentes en los sistemas (Bunge M.,2004)

El sistema como totalidad, tiene propiedades que no son la simple adición de los elementos.

Una de las propiedades claves que hace que el pensamiento sistémico nos permita ir más allá del cartesianismo es el concepto de emergencia. O sea la propiedad del sistema que surge de la interrelación entre sus partes.

Si se juntan diversos objetos formando un conjunto puede construirse un simple agregado de partes o la emergencia de un sistema nuevo con propiedades que las partes no tenían.

Decir que P es una propiedad emergente de los sistemas de clase K es la versión abreviada de: P es una propiedad global (o colectiva o no distributiva) de un sistema de clase K, ninguno de cuyos componentes o precursores posee P.

Se dice que una propiedad de un objeto complejo es emergente si ni los constituyentes ni los precursores del objeto en cuestión poseen esa propiedad.

Mientras que las arquitecturas de un lego y de un ordenador son modulares, las correspondientes a una célula o a un cerebro son integrales (emergencias). Así como una pirámide puede construirse piedra a piedra, el ensamblado de una célula no puede construirse directamente desde los módulos a la totalidad. O sea que existirán dos modos de ensamblado: la asociación o mezcla y la combinación o fusión.

La asociación tiene como resultado la novedad de tipo combinatorio. Si a y b son dos objetos, entonces puede decirse que a es parte de b, si a no agrega nada a b.

En cambio **la combinación** de dos o más módulos, de igual o de diferente clase, tiene como resultado una cosa radicalmente nueva, caracterizada por propiedades que sus componentes no poseen.

En el proceso de combinación los elementos originales resultan modificados, de tal modo que son precursores – antes que constituyentes - de la totalidad. Ej. Modificaciones electrónicas en los átomos que forman una molécula.

Las combinaciones son más estables que los meros agregados, a causa que son más cohesivas. La combinación requiere de mayor energía, mayor tiempo o circunstancias menos comunes. Las totalidades no son semejantes a sus partes excepto los fractales, aunque sólo en la forma. Las propiedades emergentes no son distributivas sino globales.

6. La funcionalidad del sistema (R. García 2006)

Funcionamiento del sistema el conjunto de actividades del sistema como totalidad organizada.

Función: la acción que ejerce un subsistema sobre el funcionamiento del sistema total.

El sistema como totalidad impone sus propias leyes a los subsistemas. Una acción de organización que el funcionamiento del sistema total ejerce sobre sus subsistemas.

Concibiendo el sistema como totalidad organizada, la acción de organización – o acción de la totalidad sobre las partes – se pone de manifiesto, tanto en los mecanismos homeostáticos que mantienen a un sistema en estado estacionario, como en los procesos de reorganización que conducen a la formación de nuevas estructuras estabilizadas.

7. Las fuerzas que mueven o ejercen los sistemas. (Bunge M.,2004)

Las fuerzas son dinámicas que impulsan los mecanismos en los sistemas o los efectos del sistema sobre el entorno. En un entorno concreto un sistema está sometido a fuerzas o ejerce una fuerza sobre ese entorno. Las fuerzas pueden ser físicas, químicas, biológicas, psicológicas o sociales. Siempre detrás de una fuerza hay un sistema que actúa.

Una fuerza social es un factor social interno o externo al sistema social que altera el tempo o modo de los mecanismos que operan en un sistema social. Una fuerza social modifica la fuerza de los vínculos que mantienen unido al sistema (modifica su estructura social) y por ello sus mecanismos de funcionamiento.

Un mecanismo social es un proceso que incluye al menos dos agentes implicados en la formación, mantenimiento, transformación o desmantelamiento de un sistema social.



8. El entorno y sus efectos sobre el sistema (R. García 2006)

Una vez que se han identificado los elementos y las relaciones que definen al sistema, que serán objeto de estudio, cualquier otro elemento es considerado como “externo” al sistema. La división entre factores “externos” e “internos” al sistema solo es permisible si se toman en cuenta las relaciones entre ambos. Técnicamente tales interacciones se toman como flujos a través de los límites del sistema construido (límites geográficos o conceptuales). Dichos flujos se definen como **condiciones de contorno**,

Los sistemas naturales (abiertos) adquieren una estructura característica cuando las condiciones de contorno se mantienen estacionarias. Cambios en las condiciones de contorno inducen desequilibrios internos en el sistema, el cual se reorganiza adquiriendo una estructura que es más estable frente a las nuevas condiciones de contorno.

Modificaciones paulatinas en las condiciones de contorno no inducen, en general, modificaciones paulatinas en la estructura del sistema. La evolución de un sistema abierto tiene lugar por desestructuraciones y reestructuraciones sucesivas. De aquí que sólo un estudio diacrónico (histórico) puede proveer elementos suficientes para comprender el funcionamiento de un sistema en un momento dado.

Las variables a partir de las cuales definimos el sistema con su estructura característica en un período de tiempo determinado, no tiene valores estáticos, sino que fluctúan permanentemente como también fluctúan las interacciones del sistema con el medio en el cual se inserta (condiciones de contorno).

Tales **fluctuaciones** pueden ser de dos tipos:

Fluctuaciones de pequeña escala que inducen pequeños cambios, los cuales no llegan a alterar las relaciones fundamentales que definen la estructura del sistema

Fluctuaciones mayores que cuando exceden un cierto umbral, producen una desorganización de la estructura.

La desorganización de la estructura es consecuencia de su inestabilidad para este tipo particular de fluctuaciones.

Estabilidad o inestabilidad son propiedades de la estructura del sistema pero relativas al tipo de fluctuaciones o perturbaciones que pueda sufrir.

9. Los espacios de estado de un sistema según Bunge. (Bunge M. 1999)

Nuestro conocimiento de un sistema incluye una lista de sus propiedades individuales conocidas hasta ese momento. Esta lista representa **el estado del sistema** en ese momento.

Si conocemos n propiedades de un sistema, podemos representar cada una como una función matemática. La lista de las n funciones se llama **función de estado**, para los sistemas de esa clase en particular.

Cuando se han cuantificado todas las variables de interés, la función de estado es una lista de n funciones numéricas como área, población, tasa de natalidad, esperanza de vida y PIB.

El **valor de la función de estado** de un sistema en un momento dado representa el estado de un sistema en ese momento. Diferentes observadores pueden dar funciones de estado diferentes.

Cuando todas las propiedades importantes se han cuantificado la función de estado determina un espacio abstracto de n dimensiones al que se le llama **espacio de estados** para las cosas de la clase en cuestión.

El estado que está la cosa en un momento dado se puede representar como un punto dentro de ese espacio. Este punto puede visualizarse como la punta de una flecha que parte de la intersección de los n ejes.

Un espacio de estados para las cosas de una determinada clase es el conjunto de los puntos que representan todos los estados posibles de una cosa arbitraria de esa clase.

El estado de una cosa es definido y objetivo pero puede conceptualizarse de maneras diferentes. Hay tantas funciones de estado como representaciones o modelos de la cosa que podamos concebir (un territorio muchos mapas).

Consideremos una cosa concreta arbitraria de una cierta clase. Llamemos n al número total de sus propiedades conocidas y P_i a su i -ésima propiedad, donde $i = 1, 2, \dots, n$. Llamemos además F_i a un atributo que representa a P_i . (Las propiedades son rasgos reales, en tanto que los predicados son sus conceptualizaciones correspondientes.)

A la lista de tales atributos (o funciones matemáticas) se le llama una función de estados del objeto en cuestión, o más bien de cualquier cosa de la misma clase. Para ser más breves: Una

función de estado de las cosas de una clase es una lista $F = \langle F_1, F_2, \dots, F_n \rangle$, que se puede representar como una flecha en un espacio de n dimensiones. Puesto que n es el número total de propiedades conocidas, y nuestro conocimiento de los hechos siempre será incompleto, nunca podemos estar seguros de que una función de estados tiene la última palabra.

El estado de una cosa en un momento determinado es la lista de todas sus propiedades en ese momento. Como éstas son valores de las funciones que representan las propiedades correspondientes, el estado de una cosa en un momento determinado se puede representar mediante la lista de esos valores. Es decir, $s_t = \langle F_1(t), F_2(t), \dots, F_n(t) \rangle$. Es decir, el valor de una función de estado F para una cosa en un momento t representa el estado de la cosa en t . Que esta representación sea fiel (verdadera) es otro asunto, que se debe contrastar con la investigación empírica. Ésta es una de las razones por las que hablamos de una, más que de la, función de estado para las cosas de una clase.

El conjunto de los posibles estados de una cosa puede representarse dentro de un espacio de estados para la cosa. Éste es el espacio abstracto de n dimensiones que barre la función de estado correspondiente, $F = \langle F_1, F_2, \dots, F_n \rangle$. Si sólo se conocen o se consideran dos propiedades de la cosa, el espacio de estados correspondiente es una región del plano determinado por los ejes F_1 y F_2 —por ejemplo, la población y la producción total de una sociedad (véase la figura A1). Un espacio de estado con un número n de propiedades conocidas es n dimensional.

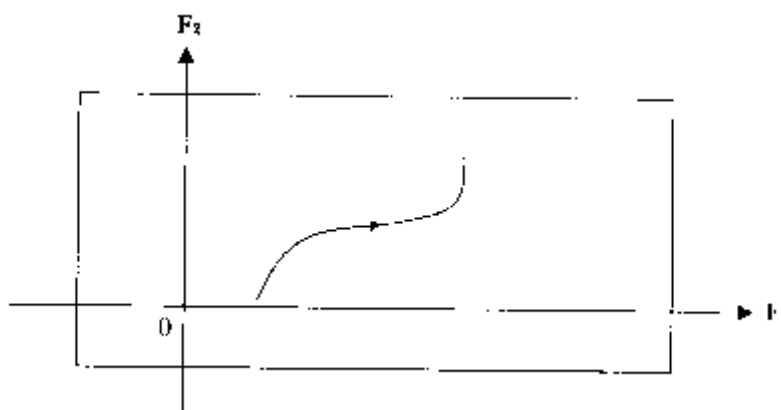


Fig. 2. Espacio de estados de un sistema.

Para cosas que se caracterizan por dos propiedades cuantitativas F_1 y F_2 . La caja es el conjunto de estado', legalmente posibles de las cosas. La curva representa una posible historia o secuencia de estados legales de unas cosas. (Bunge 1999).

Todo estado de una cosa de una clase determinada puede representarse como un punto en un espacio de estados adecuado. Con el paso del tiempo los valores de algunas de las propiedades

de la cosa tienden a cambiar, así que el punto representativo se moverá a lo largo de alguna trayectoria. A la extensión de dicha trayectoria durante un tiempo T se le da el nombre de historia de la cosa en cuestión durante T . Por similares que sean, dos cosas, serán diferentes y tendrán historias diferentes, debido a las diferencias ya sea en su composición o en su entorno. Pero si son de la misma clase, sus historias serán representables en el mismo espacio de estados.

El concepto de una función de estado se puede utilizar para dilucidar la noción de un sistema concreto, como un sindicato de trabajadores, en contraste con un agregado, como la clase trabajadora. En efecto, una función de estados para un agregado de cosas que no actúan entre sí está determinado exclusivamente por las funciones de estados de los componentes. En este caso es típico que la función de estados de la totalidad es igual a la suma o al producto de las funciones de estados de las partes. Éste no es el caso de un sistema propiamente dicho. Aquí, el estado de cada componente está determinado, al menos en parte, por los estados de los componentes restantes.

Todas las cosas concretas están en un **estado de flujo**. El estado de una cosa concreta cambia al paso del tiempo. Estos cambios pueden representarse mediante el movimiento del punto representativo dentro de un espacio de estados.

Un **evento** es un cambio de estado. Este cambio puede ser cuantitativo o cualitativo. Un evento se puede describir como el par ordenado <estado inicial, estado final>.

Un **proceso**, o historia, es una secuencia de estados (la vida de un organismo, una organización social). Un proceso implica un camino que se describe por una secuencia (un número infinito) de estados, o por una curva o trayectoria dentro de un espacio de estados.

Un **proceso es evolutivo** si involucra la emergencia y la difusión de cosas cualitativamente nuevas. Una cosa dotada de una propiedad nueva es la fundadora de una clase nueva, pero esta clase no cuenta como especie a menos que el mutante se multiplique. La especiación es igual a la novedad radical más la difusión.

Los registros de los cambios de estado son continuos pero uno los registra como discontinuos. Todas las cosas materiales son cambiables, los objetos ideales no cambian se convierten en constructos diferentes. Por ello la realidad o la colección de todas las cosas reales resulta idéntica a la colección de todas las cosas mutables.

Las colecciones al contrario de los agregados y los sistemas, son conceptuales, no reales.

Las pautas son regularidades o uniformidades, pueden ser conceptuales o reales (teorema versus ley natural). Una pauta puede ser espacial, temporal o espacio temporal. También puede ser natural, artificial o mixta. La tesis de que existen pautas objetivas y de que éstas son inherentes a las cosas que nos interesan pertenecen al realismo científico.

Tipos de pautas:

Ley: es una pauta estable que opera independientemente del conocimiento o de la voluntad humana, es inherente a las cosas. Se descubre no se inventa. Es una propiedad esencial de las cosas de alguna clase. Las leyes no todas son universales en el sentido que valen en todas las partes y todas las épocas. Por ello no debe haber dificultad en admitir la posibilidad de las leyes sociales.

Tendencia: Es una pauta temporal, no es una ley, ya que se puede revertir.

Correlación estadística: es una covariación entre dos variables cada una de las cuales representa una propiedad de las cosas de alguna clase. Pueden ser positivas o negativas, directas o indirectas, continuas o temporales, fuertes o débiles.

Regla o norma: convención social que establecen las personas, ya sea de manera espontánea o deliberada y necesariamente en algún sistema social o incluso en una sociedad entera.

Cada vez que aparece un sistema social de nueva categoría se establece dentro de él un conjunto de reglas, estas normas regulan la manera en que funciona el sistema social, constituye un manual de operación del mismo. Las reglas pueden criticarse, violarse o revocarse.

Aunque las normas sociales son fabricadas, no pueden ser totalmente arbitrarias si se han de observar, aunque deben ser compatibles con las leyes del caso.

Principio de legalidad. Todo hecho cumple con ciertas leyes o puede analizarse en componentes legales. Los estados realmente posibles de una cosa están confinados dentro de una caja incluida en el conjunto de todos los estados concebibles o lógicamente posibles. A esta caja se le da el nombre de **espacio de estados legales** para los objetos de la clase que nos interesa.

10. Causalidad

Uno dice que el acontecimiento C es la causa del acontecimiento E si y solo si la ocurrencia de C es **suficiente** para que ocurra E.

Decimos que C es una causa de E si y solo si C es **necesaria** pero no suficiente para que ocurra E.

A una causa necesaria pero no suficiente se le llama **causa contribuyente**.

La relación causal enlaza eventos, no cosas, ni propiedades, ni estados. La causalidad es un modo de generación de eventos. Los flujos de información efectivos desde el punto de vista causal son transportados por procesos físicos como las ondas sonoras o las señales electromagnéticas. La información sin sustrato material no existe.

Distinguimos dos tipos de **mecanismos causales**:

Una **transferencia de energía**, como el trabajo manual. La cantidad de energía que se transfiere es decisiva.

Una **señal disparadora**, como la que involucra una orden para disparar un arma. Una pequeña transferencia de energía puede iniciar un proceso que involucra a una energía mucho mayor. Los efectos pueden ser desproporcionados con respecto a la causa.

Las relaciones causales pueden hacerse más exactas con la ayuda del concepto matemático de **función**.

Una **relación causal** es una relación entre eventos, **una función** $f(x) = y$, no necesariamente expresa una relación causal. La conjunción constante de dos variables puede ser el resultado de dos enlaces causales ocultos. La causalidad es un modo de determinación tal como la autodeterminación (espontaneidad), el azar y el propósito.

El estado de un organismo en un momento dado depende no sólo de su medio ambiente sino también de su historia, que está parcialmente registrada en su memoria.

Tanto el azar como la intención están presentes en los asuntos humanos.

Una vez que se ha detectado una relación causal, si un ser humano la capta, puede adaptar el insumo al valor deseado del producto. (**causalidad unilateral**, del insumo al producto).

Causalidad circular (retroalimentación), en la que parte del producto entra al sistema como realimentación, ya sea para aumentar su producto (proalimentación) o para atenuarlo (retroalimentación negativa).

Con mucha frecuencia ignoramos las variables que relevantes en un hecho y las relaciones que existen entre ellas...

Azar: El concepto de azar se precisa matemáticamente mediante el **cálculo de probabilidades**.

Un **proceso aleatorio** es uno en el que cada etapa (estado o evento) tiene una probabilidad objetiva definida. La probabilidad de cada etapa (estado o evento) en un proceso aleatorio puede o no depender del evento anterior, (etapas sucesivas estadísticamente dependientes o independientes).

Las probabilidades pueden estimarse algunas veces mediante las frecuencias relativas correspondientes. Las probabilidades son propiedades de individuos, las frecuencias son propiedades colectivas.

11. Los niveles en que se organiza la realidad

Otro elemento clave para comprender la ubicación de los sistemas es el concepto de nivel. Un nivel no es una cosa, es una colección de ellas, a saber, la colección de todas las cosas que poseen ciertas propiedades en común (Ej. Todos los sistemas vivientes o todos los sistemas sociales).

Pueden distinguirse al menos dos niveles en los sistemas de cualquier clase: el macronivel y el micronivel .

El **macronivel** es la clase misma, o sea la colección de todos los sistemas que comparten ciertas propiedades peculiares.

El **micronivel** correspondiente es la colección de todos los componentes de los sistemas en cuestión

En general un sistema de enésimo nivel está compuesto por cosas de nivel $n - 1$.

**Genoma → Proteoma → Célula → Organismo multicelular → Organismo consciente →
Sociedad**

Quando analizamos un sistema y su desarrollo, hay que entender bien como se generan las relaciones causales que intervienen. Éstas pueden ser relaciones intranivel o internivel:

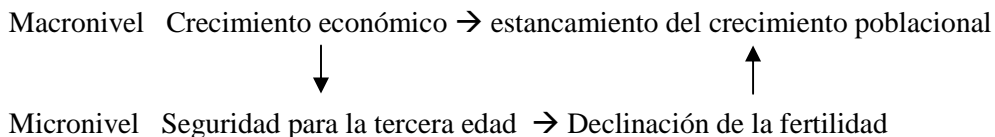
- Micro- micro
- Micro- macro (Bottom-up)
- Macro- micro (Top – down)
- Macro - macro

Ej: 1: La famosa fórmula de la entropía S de un sistema termodinámico es un macroestado dado, en términos del número W de estados o configuraciones atómicas o moleculares (micro) compatibles con el macroestado dado, es una relación micro a macro.

$$S = K \ln W$$

El macronivel es el estado del gas, formado por el conjunto de microniveles de cada una de las moléculas actuantes.

Ej 2: La baja natalidad de las sociedades bienestantes:



Es imprescindible para definir un fenómeno de estudio el establecer los efectos del macronivel y del micronivel donde se halla el propio sistema.

En el macronivel se dan regularidades globales (promedios, varianzas constantes,...) y en el micronivel se dan las irregularidades individuales (encuentros aleatorios, errores,...).

El sistemismo filosófico nos muestra que los sistemas sociales o ecológicos se organizan también mediante niveles jerárquicos, en los que en el interior de un sistema existen subsistemas cuyas dinámicas influyen en el estado del sistema general. Esto da lugar, según Bunge, a macrosucesos y a microsucesos (Bunge 1999). Un macrosuceso es un hecho que ocurre en el sistema en su totalidad. Un microsucedo es un hecho que ocurre en algunos o en todos los miembros del sistema en un ámbito determinado.

Una explicación ascendente de un macrosucedo es la deducción de la proposición o proposiciones que lo describen a partir de las proposiciones que describen los microsucedos en componentes del sistema donde el microsucedo ocurre.

Por ejemplo, el crecimiento urbanístico de un municipio determinado (microsuceso), influirá en el crecimiento de la urbanización a nivel regional (macrosucedo).

Micro > Macro

Una explicación descendente de un microsucedo es la deducción de la proposición o proposiciones a partir de las proposiciones que describen los macrosucedos que ocurren en el sistema en su totalidad.

Por ejemplo procesos de inadaptación social en un municipio (microsuceso), generados a partir de flujos migratorios desde países pobres a países ricos (macrosucedo).

Macro > Micro

Desde un punto de vista sistémico, una explicación satisfactoria de cualquier suceso social implica dos o más niveles mínimo. La explicación sistémica combina y subsume tanto la explicación ascendente como la descendente (Bunge M., 1999)

Los sistemas sociales se desenvuelven en tamaños diversos y grados de complejidad, en un estudio social puede ser necesario distinguir los siguientes niveles (R.García 2006). Esto permite establecer **jerarquías de subsistemas** dentro de un sistema y definir niveles de análisis correspondientes a los niveles de organización dentro del sistema.

Al establecer la jerarquía de sistemas y subsistemas es importante establecer dentro de cada nivel los elementos que funcionan como subsistema de ese nivel.

En las ciencias sociales la distinción de niveles e identificación de sistemas y subsistemas depende en gran medida de las concepciones del investigador, del tipo de preguntas que se ha formulado y de los objetivos de la investigación.

El nudo central del análisis de la dinámica de los sistemas es el estudio de procesos. Los procesos describen los cambios que tienen lugar en el sistema. Pero ello requiere efectuar una cuidadosa distinción entre niveles de procesos, así como entre niveles de análisis.

Niveles de procesos:

Procesos de primer nivel: cambios producidos en el medio físico, en los métodos de producción, en las condiciones de vida y en el sistema de relaciones socioeconómicas, asociados a modificaciones del sistema productivo de la región...Su identificación depende fundamentalmente del marco epistémico que orienta la investigación, así como de la delimitación de su dominio empírico.

Procesos de segundo nivel o metaprocesos: las modificaciones en el sistema productivo, tales como el desarrollo de cultivos comerciales, el desarrollo de la ganadería, la implantación de industrias extractivas manufactureras,...que indujeron cambios significativos en el primer nivel.

Procesos de tercer nivel: políticas nacionales de desarrollo, modificaciones del mercado internacional, internacionalización de capitales...que determinan la dinámica de los procesos de segundo nivel.

Niveles de análisis:

Las diferencias entre los niveles de análisis son fundamentales. Hay una diferencia en la escala de los fenómenos:

Los procesos de primer nivel son esencialmente locales (aunque tengan un alto grado de generalidad en cuanto a su repetición en zonas extensas o en lugares diversos).

Los procesos de segundo nivel son regionales o nacionales.

Los de tercer nivel son nacionales o internacionales.

Los tres niveles tienen dinámicas diferentes y actores diferentes. Están sin embargo, claramente interrelacionados: el análisis de procesos de tercer nivel provee una explicación de los procesos

del segundo nivel; el análisis de este último provee una explicación de los procesos de primer nivel.

12. Las estructuras jerárquicas y los niveles según Gallopín (Gallopín G., 1991)

La realidad se halla organizada según niveles: átomos, moléculas, sólidos, células, organismos,..., planeta, galaxia,...

Dichas organizaciones pueden ser distinguidos en niveles según su:

Número: cada nivel está constituido por una colección de unidades de un nivel más bajo.

Tamaño: A menudo existe un orden de magnitudes diferenciadas por tamaño de las unidades de los distintos niveles.

Fuerzas: Hay una jerarquía física de fuerzas soportando los niveles, las fuerzas duras son las responsables de las estructuras de niveles más bajos o pequeñas.

Escalas de tiempo: que pueden estar asociadas con los niveles de las fuerzas, los tiempos cortos con las fuerzas duras y las pequeñas estructuras y los tiempos largos con las fuerzas débiles y las estructuras mayores.

Los sistemas jerárquicos son conjuntos (S) compuestos por componentes identificables o subsistemas y una relación (R) entre éstos, y donde los componentes en sí mismos son también conjuntos de componentes interrelacionados. Un orden jerárquico se refiere a un complejo de sucesivos conjuntos interrelacionados.

En general las condiciones de los niveles más altos no controlan completamente las actividades de las unidades de los niveles más bajos. Los sistemas más bajos están constreñidos por los de orden superior, aunque no determinen sus conductas, sí restringen sus grados de libertad.

En general los sistemas de alto nivel están asociados a procesos a gran escala y con dinámicas más lentas. En los sistemas descomponibles en los niveles micro las fuerzas de unión son mayores y las frecuencias de las dinámicas más altas. En el macronivel los lazos son más débiles y las dinámicas más lentas.

En estos sistemas existe una asimétrica interdependencia entre los diferentes niveles. Las lentas dinámicas de los niveles altos aparecen como condiciones de constreñimiento de las dinámicas de más bajo nivel. En algunos casos los altos niveles pueden afectar a los sistemas de bajo nivel pero no son responsables de los cambios en ese nivel o claramente independientes de los detalles de la estructura interna de los niveles más bajos. Eso es porque las dinámicas de los niveles más bajos son más rápidas relativamente a las de los niveles superiores. Los comportamientos más bajos pueden atravesar diversos estados en sus dinámicas rápidas

mientras que el estado en un macronivel puede aparecer como una constante. Los constreñimientos influyen a los sistemas más bajos, pero las dinámicas de los niveles más bajos son necesarias para el funcionamiento y la persistencia de la estructura de nivel superior.

En un nivel jerárquico dado, las relaciones entre subsistemas de un mismo nivel son simétricas porque los sistemas operan en escalas similares y pueden interactuar al menos teóricamente. Componentes que interactúan fuertemente forman un subsistema específico en ese nivel.

La conducta esencial de los sistemas jerárquicos reales depende de la existencia de un número finito de relaciones funcionales relevantes entre niveles. (Gallopín 1991).