

**Todo lo que me gustaría saber  
acerca de la ecología de edificios y  
ciudades, y no me canso de  
preguntar**

**Mariano Vázquez Espí**

**Barcelona, 30 de marzo de 2011  
Jornada sobre Eco-Construcción — Escola Sert**

$$8 \times 5' = 40'$$

---

1. Desde dónde miro. . .
2. Biomimesis
3. Al pan, pan; y al vino, vino.
4. Sólo el necio confunde valor con precio.
5. Dime de lo que presumes y te diré de lo que careces
6. El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución
7. (Des)fabricación, uso y durabilidad.
8. No confundas el ocio con el neg-ocio, que no tenemos otra cosa nuestra más que el tiempo.

- VITRUBIO, ALBERTI, THOREAU ...
- Cómo ganarse la vida — Qué vida queremos (o esperamos)
- Ecología

La arquitectura abarca como en un círculo  
todas las ciencias

VITRUVIO

En estos tiempos de interpenetración  
generalizada de las técnicas científicas  
internacionales, propongo una única casa para  
todos los países y todos los climas: una casa  
con respiración exacta

LE CORBUSIER

## Desde dónde miro...

*Todo el propósito* del diseño de estructuras es ayudarnos a fabricar las cosas que necesitamos, o que imaginamos necesitar, o que simplemente imaginamos. [...] Si queremos construir algo, ¿se trata del lugar correcto? ¿no podríamos alcanzar nuestro objetivo de otra manera totalmente diferente después de todo?

[...]

Obviamente, lo que yo llamaría *diseño* es mucho más importante que el análisis de estructuras, puesto que determina lo que vamos a obtener por nuestros esfuerzos. Y, por otra parte, *lo que* decidimos hacer es mucho más importante que cómo hacerlo, y esto abre la llave de paso para toda una caterva de asuntos sociales, políticos, éticos, que nos amenazan con la confusión, o con algo peor, porque podemos ser incapaces de llegar a un acuerdo sobre qué hacer.

**Cómo vivir en paz con nuestros semejantes sobre este planeta sin destruirlo es la final y ahora urgente pregunta. Y ojalá supiera la respuesta.**

OVE ARUP (1984)

Igual que existe una ecología de las malas hierbas, existe una ecología de las malas ideas. Desafortunadamente, [con el actual sistema] el error básico se propaga...

La aritmética es un conjunto de trucos para pensar con claridad, [pero me temo que no es eso lo que enseñan en las escuelas]

Gregory BATESON

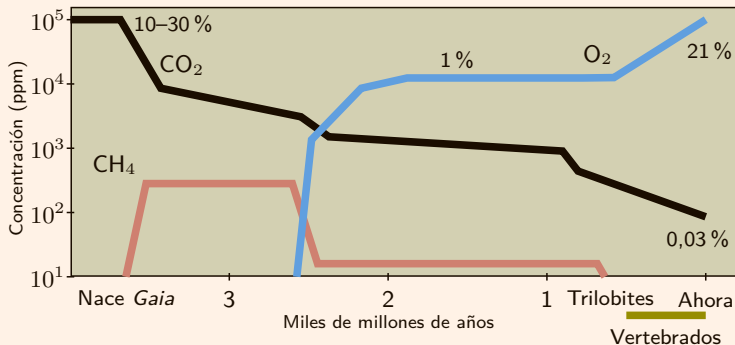
- **Tierra** — **Gaia** — Antroposfera — Tecnosfera
- La evolución: a la búsqueda de la estabilidad demográfica
- Transporte horizontal *versus* vertical
- El transporte horizontal sostenible: el nomadismo
- La economía del despilfarro
- La economía de la eficiencia
- El agua dulce como paradigma contable
- La distopía de Henry Ford (taylorismo)

# Biomimesis

## La vida como agente geológico

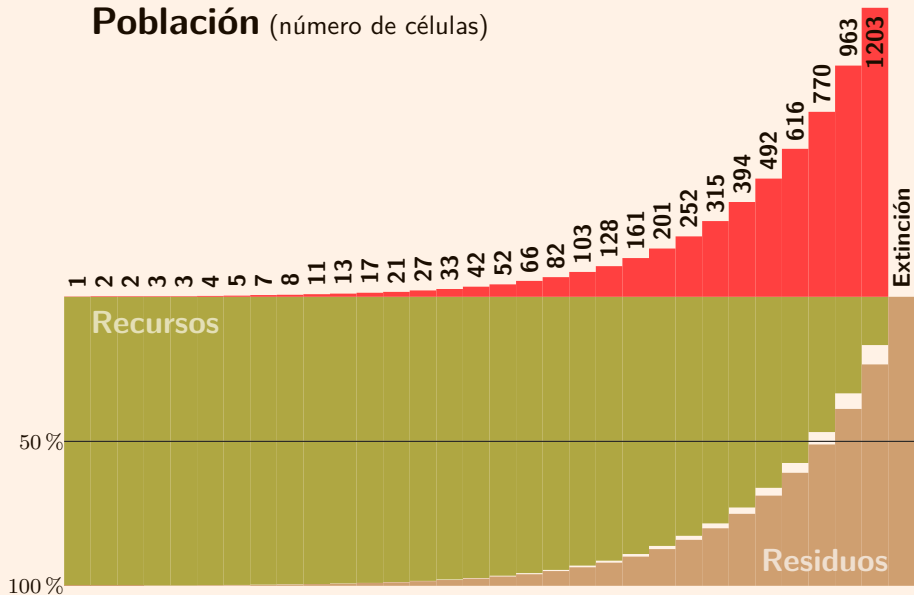
Gas	Venus	Tierra (muerta)	Marte	Tierra (viva)
CO <sub>2</sub>	98 %	98 %	95 %	0,03 %
N <sub>2</sub>	1,9 %	1,9 %	2,7 %	79 %
O <sub>2</sub>	trazas	trazas	0,13 %	21 %
Temperatura (°C)	477	≈290	-53	13

Fuente: LOVELOCK (1983)





## Población (número de células)



«Cada ecosistema tiende a edificar su ciclo interno siguiendo el eje vertical definido por la luz y la gravedad. El transporte horizontal, dependiente de energía externa, se puede considerar como una perturbación...»

«Lo que llamamos contaminación consiste, generalmente, en una enfermedad del transporte de los ecosistemas. . . »

RAMÓN MARGALEF

# Biomimesis

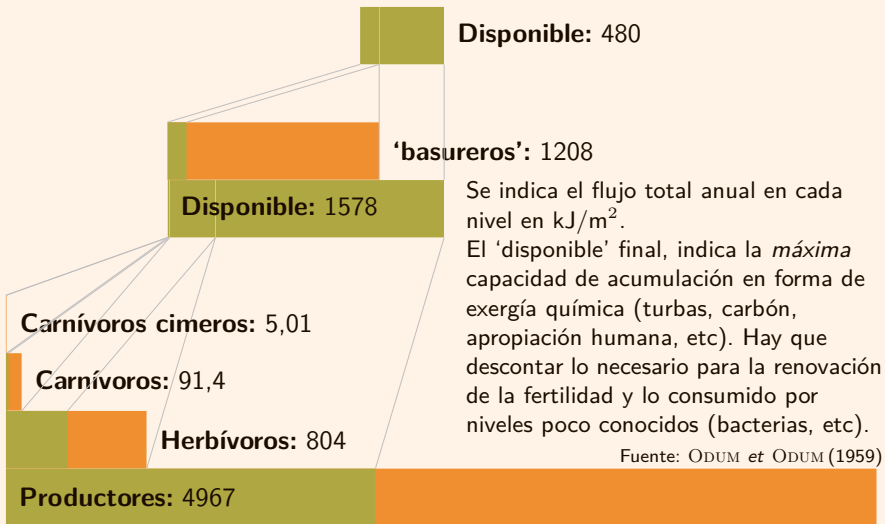
---



Niños awá, Brasil, 2000-2007

# Biomimesis

## Cadena trófica en Silver Springs, Florida.



- rendimiento =  $\frac{\text{utilidad obtenida}}{\text{recursos destruidos}}$

- *ecoeficiencia*:

«producir más y mejor con menos impacto ambiental y uso de recursos»

(JIMÉNEZ, 2007)

## Energía útil consumida en el ciclo hidrológico (en terajulios anuales)

---

Evaporación del agua del mar	≈	1.000.000.000.000 TJ
<hr/>		
<i>Pro memoria</i>		
Valoración energética del agua dulce empleada por los ecosistemas artificiales	>	13.000.000.000 TJ
Fotosíntesis	≈	3.600.000.000 TJ
<b>Producción artificial de energía primaria</b>		
2005–2006	≈	447.000.000 TJ
1999	≈	400.000.000 TJ
1960	≈	134.000.000 TJ
Acumulación energética en la fotosíntesis	<	25.000.000 TJ

---

Fuente: Elaboración propia

### Producción de agua dulce

Proceso	Coste energético (MJ/m <sup>3</sup> )
Evaporación (CN)	2.600
Ósmosis inversa	
— real (ca. 2000)	11
— límite teórico	3
<i>Pro memoria:</i>	
Trasvase del Ebro (2000)	
— proyecto para 1.000 Hm <sup>3</sup>	15

- Procesos en serie:

$$\eta_{\text{global}} = \eta_1 \times \eta_2 \times \cdots \times \eta_n = \prod_n \eta_i$$

Rendimiento global $\eta_{\text{global}}$					
rendimiento parcial $\eta_i$		longitud $n$			
		corta 2	5	10	larga 20
bajo	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00
	0,50	0,25	0,03	0,00	0,00
alto	0,90	0,81	0,59	0,35	0,12



## Al pan, pan; y al vino, vino.

Ahora se habla mucho de los edificios inteligentes,  
¿qué pasa? ¿qué los anteriores eran tontos?

F.J. SAÉNZ DE OIZA (ca. 198?)

- ¿Arquitectura bioclimática?
- ¿Más sostenible?
- ¿Arquitectura sostenible? ¿Ciudades sostenibles? ¿Ciclo de vida de los edificios? (Entonces, ¿resulta que estaban vivos?)

# Al pan, pan; y al vino, vino.



THOMAS SPIEGELHALTER: Casa ecológica.

MVRDV Expo 2000 Hannover



## Al pan, pan; y al vino, vino.

¿Es lo mismo «más sostenible» que «menos insostenible»?

Números enteros:  $E = -(-E)$

Números naturales:  $\forall N \neq 0 \Rightarrow \neg(\exists -N)$

«sostenible es lo mismo que **cero**»

«**3** es menos insostenible que **4**»

«en la Naturaleza no hay nada más sostenible que **cero**»

## Al pan, pan; y al vino, vino.

---

Con **1 kJ** de energía y máquinas **perfectas** podemos actuar sobre **1 kg de agua** y conseguir *muy distintos efectos*, aun cuando la energía empleada sea la misma:

- dispararlo a **161 km/h** (44,7 m/s)
- elevarlo a **100 m de altura**
- calentarlo **0,24 °C**
- descomponer 37,9 g en hidrógeno y oxígeno, dejando el resto tal cual
- ...

- $\mathcal{X} = Q \times \left(1 - \frac{T_0}{T}\right)$
- $\mathcal{X} = mg \times (h - h_0)$
- $\mathcal{X} = \frac{1}{2}m \times (v^2 - v_0^2)$
- ...
- $\mathcal{X} = \mathcal{E} \times \left\{1 - \left(\frac{p_0}{p}\right)^\alpha\right\}$

En cualquier caso:

$$\mathcal{E} - \mathcal{X} > 0 \quad \mathcal{E} - \mathcal{X} = \mathcal{I} \quad (\text{Irreversibilidad})$$

## Sólo el necio confunde valor con precio.

---

- Producto Interior Bruto *versus* Huella ecológica
- Huella ecológica
- Desarrollo económico *versus* deterioro ecológico

## Sólo el necio confunde valor con precio.

---

<i>Rank</i>	mayor renta per cápita	menor huella ecológica
1	USA	Etiopía
2	Singapur	Egipto
3	Noruega	Chile
4	Canada	México
5	Francia	Costa Rica
6	Holanda	Argentina
7	Chile	Francia
8	Argentina	Noruega
9	México	Holanda
10	Costa Rica	Singapur
11	Egipto	Canada
12	Etiopía	USA

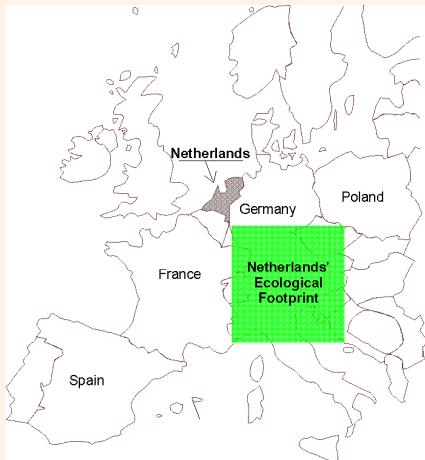
Fuente: IDH/NU (1998)

# Sólo el necio confunde valor con precio.

## Holanda

HE: 15 “Holandas”

Fuente: REES (1996)



## Baleares

HE: 12,5 “Baleares”

Fuente: ESTEVAN (1999)





## **Sólo el necio confunde valor con precio.**

---

### **La regla del notario** (José Manuel NAREDO et Antonio VALERO)

Mientras que la hora de quien excava la fosa para la primera piedra con muchísimo esfuerzo se paga muy poco, la hora del notario que cómodamente, sin apenas esfuerzo, contempla como se firman las escrituras de la vivienda se paga por muchísimo.

## Dime de lo que presumes y te diré de lo que careces

- Sostenibles bombas de calor
- Sostenible Terminal T4
- Sostenible Ciudad Valdespartera
- Sostenibles Arquitectos Posmodernos

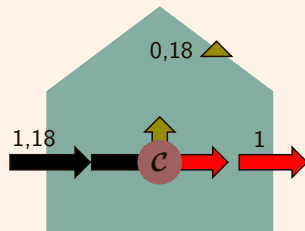
# Dime de lo que presumes y te diré de lo que careces

«Es infinitamente más rentable usar una cantidad mínima de esta energía de cinco estrellas [electricidad], altamente concentrada, para acumular la energía antigua desordenada y de baja calidad que yace en nuestros patios y concentrarla dentro de la casa. ¡Esto sí que constituye una gestión eficiente de los recursos energéticos!»

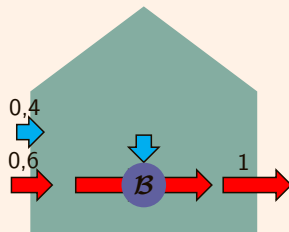
P.W. ATKINS, *La segunda ley*, 1984.

	Caldera	Bomba
Rendimiento del aparato	0,85	2,5
Consumo	1,18	0,4
Pérdidas	1,18	1
- pasivas	0,18	
- activas	1	1
'Contaminación' térmica	1,18	0,4

Pero tras estas cifras tan optimistas hay más historias que contar...

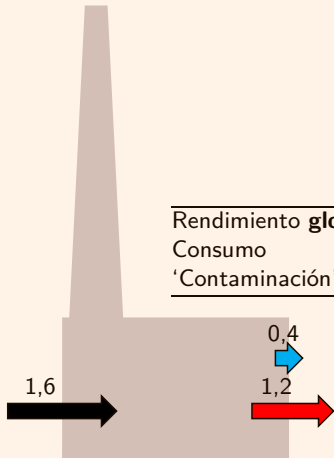


Caldera de gas



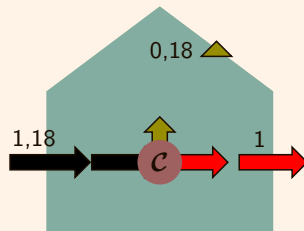
Bomba de calor

# Dime de lo que presumes y te diré de lo que careces

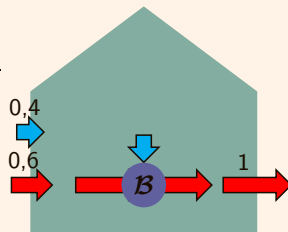


Central eléctrica

	Caldera	Bomba
Rendimiento <b>global</b>	0,85	0,63
Consumo	1,18	1,6
'Contaminación' térmica	1,18	1,6

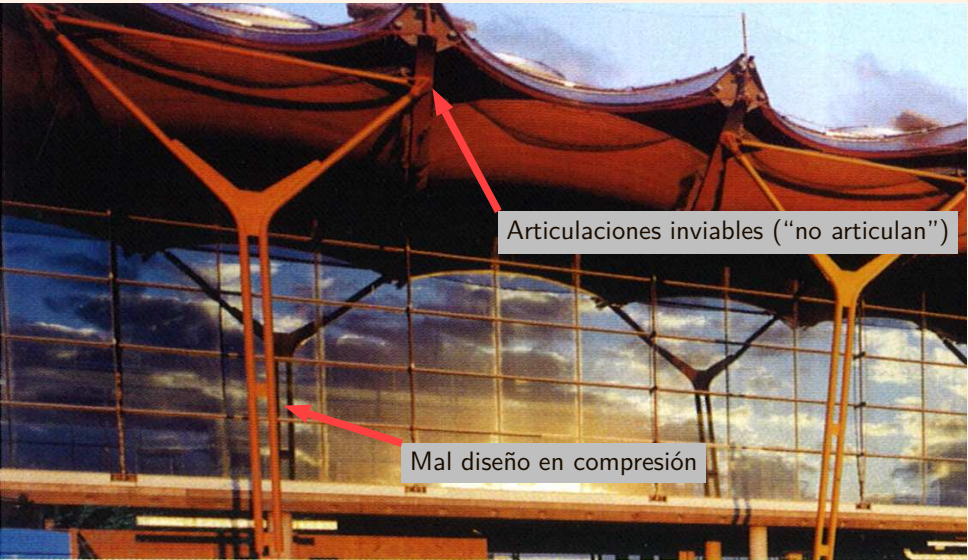


Caldera de gas



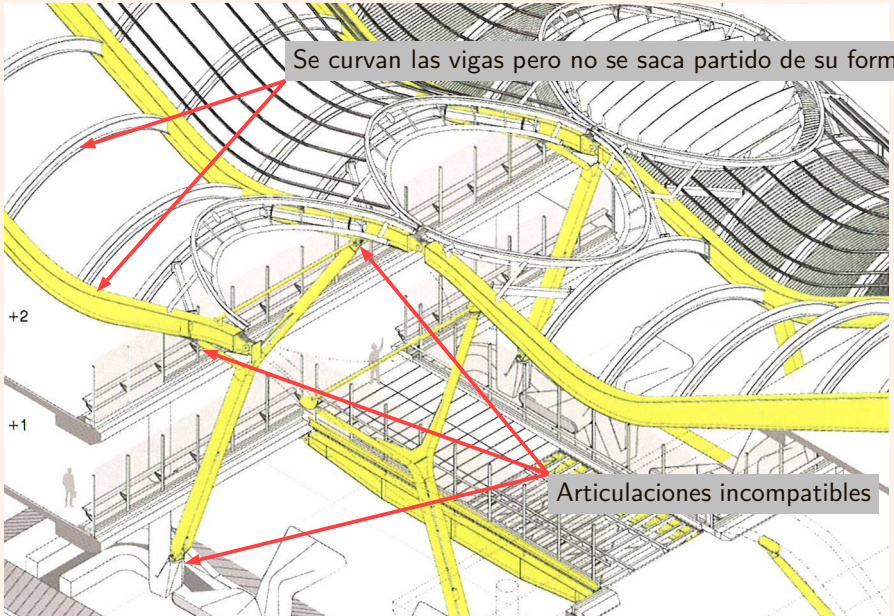
Bomba de calor

# Dime de lo que presumes y te diré de lo que careces



# Dime de lo que presumes y te diré de lo que careces

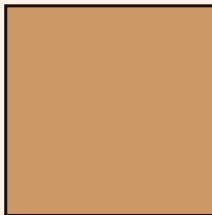
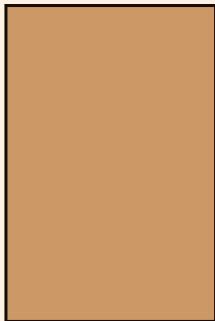
Se curvan las vigas pero no se saca partido de su forma



Articulaciones incompatibles

# Dime de lo que presumes y te diré de lo que careces

---



# Dime de lo que presumes y te diré de lo que careces



Hormigón en urbanización:  $\approx 8,5 \text{ m}^3/\text{viv}$

Hormigón en edificios:  $\approx 5,43 \text{ m}^3/\text{viv}$

Fuente: ZABALZA (2011) y elaboración propia



# Dime de lo que presumes y te diré de lo que careces

---



## Potencial GEI

(MgCO<sub>2</sub>/viv)

Uso	60	22,8 %
(Des)fabricación	57	21,6 %
<b>Movilidad inducida</b>	<b>147</b>	<b>55,5 %</b>

Fuente: ZABALZA (2011)

Duración: 50 años

# Dime de lo que presumes y te diré de lo que careces

---

La casa nada posmoderna de Calatrava en Valencia



# ¿El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución?

- El cambio climático como problema irresoluble
- Los problemas asequibles y anunciados (1945–1973)
- Metabolismo urbano
- Las ciudades grandes como áreas de consumo de recursos y producción de residuos
- *Zero-emissions City of Masdar*

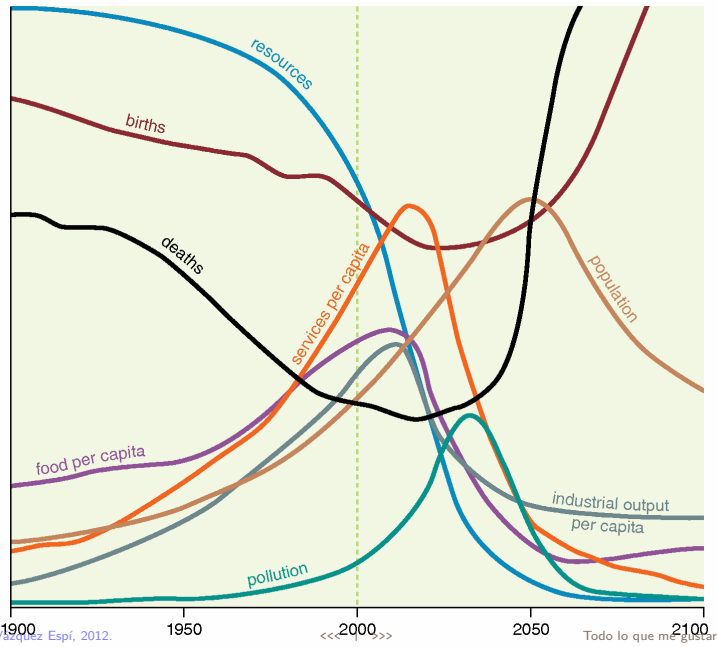
# ¿El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución?



elroto@inicia.es

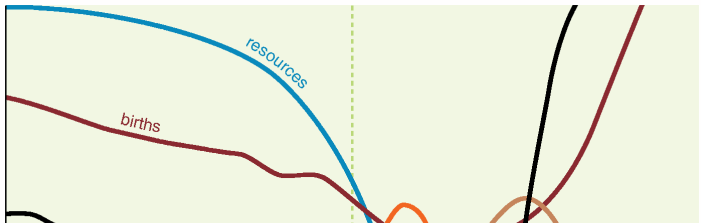
# ¿El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución?

1972

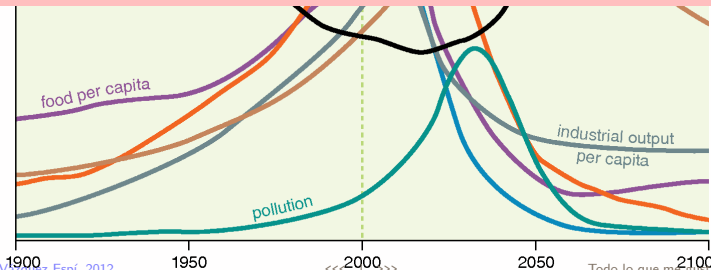


# ¿El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución?

1972



Si “una persona, un voto” está OK...  
... “una persona, una hectárea” es urgente.  
ODUM (ca. 196?)



# ¿El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución?

## Crecimiento de la conurbación madrileña

Tasa anual de  
crecimiento

Se duplica  
cada. . .

---

### Suelo:

Estimación propia (80-01)	4,0 %	18 años
Corine L.C. (91-01)	3,7 %	20 años
Planeamiento (92-02)	3,8 %	19 años

### Energía:

Electricidad (84-01)	4,9 %	15 años
Combustibles fósiles (84-01)	3,6 %	20 años

### Materiales:

(84-01)	3,6 %	20 años
---------	-------	---------

### Población:

(91-01)	0,9 %	80 años
---------	-------	---------

---

Fuente: HERNÁNDEZ AJA ( 2009)

## ¿El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución?

### Consumo de suelo en la Comunidad de Madrid

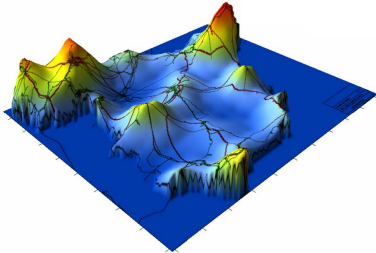
	1957	1980	1999	tasa anual media (%)
Suelo ocupado (miles de hectáreas)	24,3	107,2	230,4	5,50
— usos no agrarios				
Población (miles de habitantes)	2.535	4.686	5.145	1,70
Ocupación <i>per capita</i> (m <sup>2</sup> )	95,9	229	448	3,74
Ocupación 'marginal' de la población (m <sup>2</sup> /hab)		385	2.684	9,68

Fuente: NAREDO Y FRÍAS (2003); elaboración propia

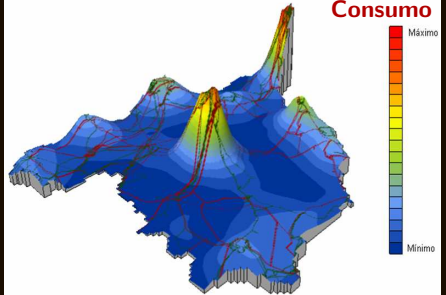


# ¿El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución?

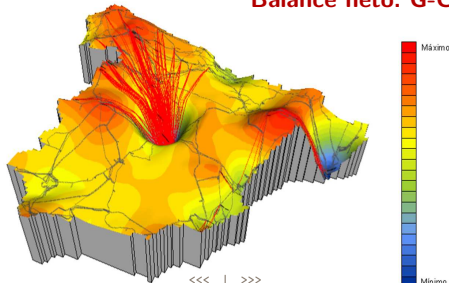
**Generación**



**Consumo**



**Balance neto: G-C**

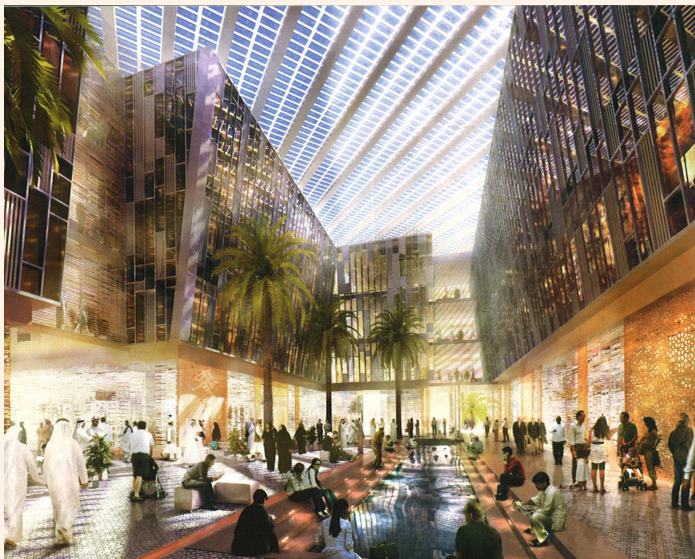


Fuente: REE

# ¿El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución?



# ¿El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución?



¿Es creíble lo de zero-emissions con una cubierta sin apoyos?

# ¿El cambio climático es el problema, la ciudad es la solución?



¿Hay algún análisis creíble tras estas imágenes?

## (Des)fabricación, uso y durabilidad.

- Cuando se tiene demasiado de algo bueno...
- Lo que tenemos en España...
- ...y como podríamos aprovecharlo.

## (Des)fabricación, uso y durabilidad.

---

«El reto para los arquitectos es desarrollar edificios que incorporen tecnologías sostenibles, reduciendo así la contaminación y los costes de mantenimiento de los mismos... Se están poniendo a punto innovaciones que reducirán drásticamente los costes a largo plazo y la contaminación generada por los edificios.»

RICHARD ROGERS (1997)

«La idea de que los edificios de bajo consumo energético son respetuosos con el medio ambiente y de que, a través de la construcción de más edificios de este tipo, cumpliremos las promesas hechas en la Cumbre de Río [...], **es naturalmente, una estupidez**. Un nuevo edificio nunca ahorra energía, sino que genera nuevas necesidades energéticas, y la calificación de nuevo suelo para urbanizar es fundamentalmente antiecológica. Básicamente, sólo existen tres procesos que pueden conducir razonablemente a reducir las necesidades energéticas o la carga sobre el medio ambiente: **la rehabilitación** de edificios existentes; **la sustitución** de antiguos edificios ecológicamente despilfarradores por nuevas formas de bajo consumo y **el cierre de intersticios** entre edificios.»

GUNTHER MOEWES (1997)

## (Des)fabricación, uso y durabilidad.

Nuestro *stock* de viviendas:

- una vivienda por cada dos personas
- tres millones de viviendas vacías (o más):
  - dos millones son habitables (al menos)
  - medio millón están por estrenar (o más)

## (Des)fabricación, uso y durabilidad.

Por cada euro público destinado a **rehabilitación** en Cataluña en 2008, se generan 4,2 euros de actividad económica con un ahorro estimado en emisiones de CO<sub>2</sub> de 271 toneladas al año.

Cada uno de los 5.000 puestos de trabajo generados corresponde a la inversión de 16.980 euros de dinero público.

De todo el flujo monetario neto generado, 2/3 fueron consumos de materiales y servicios, y 1/3 salarios de mano de obra.

Fuente: Institut Cerdà y elaboración propia



## **No confundas el ocio con el neg-ocio,...**

---

**... que no tenemos otra cosa nuestra más que el tiempo.**

- Los residuos como riqueza: en el espacio, en el tiempo.  
Budismo zen sin ser monje. . .
- responsabilidad o *laissez-faire* (no hay otra)
- la predicción del futuro

## No confundas el ocio con el neg-ocio,...

---

### ■ Procesos en paralelo:

Antes de 'recablear':

$$\eta_{\text{antes}} = \frac{\text{producto}_{1,\text{útil}}}{\text{recursos}}$$

$$\text{residuos} = \text{producto}_{2,\text{inútil}} = \text{recursos} - \text{producto}_{1,\text{útil}}$$

Después de 'recablear':

$$\eta_{\text{después}} = \frac{\text{producto}_{1,\text{útil}} + \text{producto}_{2,\text{útil}}}{\text{recursos}}$$

$$\text{producto}_{2,\text{útil}} > 0$$

$$\eta_{\text{antes}} < \eta_{\text{después}}$$



POPULATION = 1.900.000, AREA = 38 KM2 DENSITY = 50.000 INH./KM2

## Hybris

¿Puede ser libre una sociedad mientras la codicia, la desmedida ambición y la mentira sean libres?

[...] la respuesta a la pregunta inicial debería ser pública, una cuestión fundamental en el funcionamiento de la propia democracia. No obstante, en relación a ella, nuestra democracia permanece muda. [...] parece incluso de mal gusto oponerse a los mecanismos de la cruda realidad — el capitalismo sin límites — con la expresión de deseos éticos alternativos. [...] De repente aludes de cifras caen sobre nosotros, y nos desorientan: burbuja inmobiliaria, morosidad, quiebra, posibilidad de recesión, amenaza de paro. Y la democracia que hemos construido y aceptado no nos ayuda en absoluto a hacer transparente lo que los especuladores quieren que permanezca opaco.

[...] ¿Por qué se ha rodeado de silencio, casi hasta el final, la destrucción sistemática del litoral mediterráneo y de muchos otros territorios por parte de depredadores que han exhibido abiertamente su rapiña?

[...] Si queremos regenerar nuestra democracia debemos atrevernos a condenar la *hybris*: no podemos aspirar verdaderamente a la libertad mientras la especulación y el engaño sean libres.

Rafael Argullol, El País, 26-4-2008.

## No confundas el ocio con el negocio,...

---

- **Procesos en paralelo:**

Como hasta ahora:

$$\eta_{\text{antes}} = \frac{\text{producto}_{1,\text{útil}}}{\text{recursos}} < 1$$

$$\text{residuos} = \text{recursos} - \text{producto}_{1,\text{útil}}$$

En un previsible futuro:

$$\text{producto}_{2,\text{útil}} = \sum \text{residuos}$$

# ¿Máquinas o personas?



**Todo lo que me gustaría saber acerca de la ecología de edificios y ciudades, y no me canso de preguntar**

Mariano Vázquez Espí

GIAU+S (UPM)

Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad

Universidad Politécnica de Madrid

<http://habitat.aq.upm.es/gi>

Edición del 17 de julio de 2012

Compuesto con *free software*:

GNULinux/L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X/dvips/ps2pdf

Copyright © Vázquez Espí, 2012