

Manejo de agua en el descenso energético *"lo pequeño no solo es hermoso, sino la solución"*

(por Holger Hieronimi)

Las "grandes soluciones" y sus límites-

Las noticias acerca del desabasto de agua en la Ciudad de México, nos vuelven a recordar una vez más una emergencia en puerta, la cual se está manifestando no solo en la capital, sino en todo el país (especialmente en el norte y centro). La crisis del agua puede ser interpretada como una de las múltiples consecuencias de los dos "fenómenos gemelos" de la actualidad, que se llaman cambio climático y descenso energético (1).

Si investigamos más a fondo la temática, nos podemos dar cuenta, que la mayoría del agua que consumimos todos los días, es literalmente "agua fósil". Es acarreada desde lejos, utilizando energía eléctrica (obtenida en su mayoría de la quema de combustibles fósiles), muchas veces explotando mantos acuíferos profundos (los cuales tardan cientos de años para recargarse). Todo esto solamente para que una buena parte del líquido se pierda en fugas de la red o se "utiliza" en instalaciones y prácticas obsoletas, como los excusados de agua, riego de césped, campos de golf, parques y jardines de ornato (generalmente sembrados con plantas no productivas y hasta tóxicas), mantenimiento de fuentes públicas (con fines representativos o "de belleza"), limpieza de calles, de coches, edificios, y sobre todo en un sistema de agricultura basado en riego, fertilizantes sintéticos y agroquímicos. (2)

Lo sepamos o no, esto no puede ser sostenible, menos aun en un panorama de contracción económica y descenso energético.

Como sucede por lo general, cuando se tratan los problemas fundamentales de la sociedad industrial en sus medios "corrientes", se presentan como asuntos aislados, los cuales aparentemente no tienen ninguna conexión entre sí. Las soluciones propuestas son de carácter técnico (en el caso del agua: nuevas o mejores instalaciones de bombeo, nuevas fuentes de abasto, proyectos masivos...) o político (la voluntad - o no - de las diferentes instancias de gobierno para resolver la problemática), sugiriendo, que solamente los "especialistas" en la materia tienen el poder y la capacidad para hacerse cargo de la situación.

Si revisamos este fenómeno desde una perspectiva más “generalista”, podemos darnos cuenta, que ninguna de las “grandes” soluciones, que se proponen actualmente “desde arriba”, tendrá el potencial de resolver este y otros asuntos críticos más allá de lo inmediato. Nuevos sistemas de bombeo, distribución, uso y drenaje/ tratamiento al nivel centralizado, siempre serán extremadamente dependientes de recursos energéticos no renovables, cada vez más escasos en el futuro.

Lo pequeño es hermoso -

Es interesante, que pocas veces se discuten otras estrategias para encaminar nuestros sistemas hacia un uso más responsable de la energía y los recursos: Favorecer las soluciones pequeñas y descentralizadas. Muchas de las soluciones que se proponen desde esta perspectiva, son antiquísimas, otras un tanto más modernas, pero todas reúnen tres ventajas importantes: son sencillas, económicas y pueden funcionar por mucho tiempo, una vez establecidas, con muy poca energía para su operación y mantenimiento. Hay una larga historia de experimentación y práctica exitosa, en cientos de proyectos y comunidades de todo el país. Las soluciones “lentas y pequeñas” tienen un enorme potencial a la hora de presentar alternativas a los múltiples “callejones sin salida” de la actualidad.

Por ejemplo: La ciudad de México tiene una precipitación pluvial promedio de más de 800mm por año. Esto significa, que por metro cuadrado podríamos cosechar por lo menos 800 litros de agua, durante una temporada de lluvia - las cifras nos dicen, que por año llega más agua a la ciudad de México, en forma de lluvia, que la que se necesita actualmente para TODO el consumo (industrial y doméstico) durante un año entero.

Actualmente esta abundancia natural se manda para fuera de la cuenca a través de los drenajes profundos, lo más rápido posible y es mezclada con todas las aguas negras de la ciudad, que generalmente se quedan sin tratamiento alguno. El mismo patrón de “bombear y drenar”, se repite a diferentes escalas en todo el país, tanto en las ciudades como en zonas rurales.



Una de las salidas del drenaje profundo de la Ciudad de México-
Foto: La Jornada Especial “Agua”, 2005

Podemos concluir, que lo que hace falta no son nuevas tecnologías de bombeo o drenaje, sino un cambio de hábitos y comportamientos, estableciendo prácticas e instalaciones que captan, almacenan y usan eficientemente este recurso. Las soluciones más exitosas para lograr esto, siguen un patrón descentralizado, aplicando diseños variados, adaptados localmente.

Manejo sostenible de agua – ejemplos, ideas, diseños

Para construir almacenes de pequeño y mediano tamaño (entre 10.000 y 50.000 ltr de capacidad), existe una tecnología netamente mexicana, económica, bien investigada y comprobada en la práctica, llamada ferrocemento artesanal. Esta técnica consiste en la elaboración a mano de una estructura metálica de malla gallinera y electromalla, sobre la cual se aplican varias capas de cemento hasta llegar a un ancho de 4cm, combinando estabilidad y resistencia con el uso eficiente del material. Pueden ser construidos por albañiles locales, una vez familiarizados con la técnica, y si se ejecuta en su forma debida, pueden funcionar por muchos años (hay cisternas en perfectas condiciones con más de 30 años desde su construcción). La relación costo- beneficio es muy buena, aun con los precios elevados de la actualidad para las materias primas (fierro y cemento) podemos hacer un cálculo de menos de 1,50 pesos/litro, y tendríamos un tanque que pueda resolver (o por lo menos amortiguar) la problemática de escasez durante los meses secos (3).



Cisterna elaborada con ferrocemento artesanal - Granja Familiar Tierramor, Erongaricuaro, Michoacán, Junio 2008

Procurando una limpieza anual y unos sencillos filtros para separar polvo y materia orgánica a la hora de cosechar el agua de techos u otras superficies impermeables (las cuales no escasean en las ciudades), y asociándolos a un filtro tipo *bioarena* para su potabilización, podríamos resolver el problema de agua potable a un bajo costo, para millones de familias.

Pero no basta con la cisterna. Esta se pueda agotar nomás en el excusado común de una familia, que utiliza agua potable para deshacerse de sus excrementos (4). En el uso eficiente del agua al nivel doméstico existen un sinnúmero de posibilidades de ahorro, las cuales muchas veces traen beneficios secundarios para los que las exploran: Desde el uso “escalonado” del agua (p. ej. aseo personal => lavado de ropa => aseo doméstico => riego de árboles frutales) hasta las diversas eco-tecnologías (sanitarios secos o composteros, regaderas ahorradoras de agua, válvulas duales, biofiltros, sistemas de reciclaje de agua tipo *drenaje enramado* (5), humedales, biodigestores...) todos pueden contribuir para reducir el consumo a una fracción de lo que hoy se considera “promedio” en las situaciones urbanas. (6)

Para completar esta “caja de herramientas” y avanzar aun más en el manejo sostenible del agua, existen una gran diversidad de prácticas tradicionales y modernas, que facilitan su captación e “inyección” en el paisaje (La práctica de “sembrar agua”). Las estrategias son sencillas, económicas y eficientes. En vez de drenar la abundancia pluvial durante las épocas de lluvia, como se ha hecho práctica común en los desarrollos, el diseño ecológico se enfoca en su amplia distribución en el paisaje y su infiltración dentro de los suelos.

Las acciones por lo general traen el beneficio secundario de combatir la erosión en las laderas y terrenos inclinados: Se pueden excavar zanjas al nivel o pozos de infiltración, construir o recuperar terrazas, o establecer barreras vivas y muertas. El efecto de estas acciones se puede potencializar si las combinamos con re vegetación creativa y proyectos de reforestación bien diseñados. Para recuperar barrancos y micro cuencas se pueden implementar muros de retención de azolve o presas de gavión, se pueden proteger las orillas mediante la siembra de especies que “amarran” el suelo (como por ejemplo el sauce, agave), se pueden también establecer sistemas de “línea clave” que incluyen la construcción de bordos y micro presas, para guardar agua para el ganado o el riego de pequeños campos de cultivo (7).



Práctica de restauración de suelos según en “Método Tlaxco de Renovación Silvícola” durante un curso de desarrollo sostenible en el Proyecto San Isidro, Agosto 2008

En el Edo de Tlaxcala, se ha desarrollado una de las metodologías de regeneración y manejo silvícola más prometedoras en el país. El proyecto San Isidro S.C. trabaja en la recuperación de paisajes devastados por el sobre pastoreo y la erosión, aplicando y refinando las prácticas desarrolladas durante más de cuatro décadas por Don Carlos Caballero, uno de los pioneros de la restauración silvícola en México (8). Aplicando una serie de sencillas practicas, se han podido recuperar muchas hectáreas de tierras compactadas, estableciendo patrones eficientes de sucesión natural adaptados a geografía, clima, flora, fauna y suelos locales. Prácticas como el Método Tlaxco de Regeneración Silvícola (M-T) y similares, abren las posibilidades de potencial regenerar a bajo costo vastas áreas de terrenos desgastados, erosionados y aparentemente sin valor alguno. Aplicándolos de una manera correcta, a través de los años podemos regenerar ecosistemas, restaurar cuencas, proteger y recuperar arroyos y manantiales. (9)



Recuperación de una ladera con diferentes estrategias para captar agua y suelo, en el Proyecto San Isidro, Tlaxcala, México

Ejemplo: Manejo de agua en una mini-granja familiar ecológica

Sistemas integrados a escala pequeña, que incluyen una combinación cuidadosamente diseñada de diferentes "ecotécnicas" para lograr el auto-abasto, uso y reciclaje de agua al nivel doméstico, fueron experimentados, en la práctica en el contexto de una mini-granja ecológica en un pequeño pueblo en Michoacán (10). La iniciativa se lleva a cabo desde verano del 2002 en un terreno de 2500 metros cuadrados, y se encuentra en pleno proceso de establecimiento. El desarrollo está diseñado para una familia de dos adultos y tres niños, (además de cinco patos, dos gatos y una docena de gallinas).

Actualmente, hay dos depósitos de agua, que suman 45.000 litros en su capacidad de almacenamiento. Al iniciar el proyecto, se construyó un tanque enterrado de 23.000 ltr con una técnica tradicional (columnas y traveses de cemento, rellenas con ladrillo, impermeabilización con diferentes capas de cemento), y hace un año, fue establecido otro almacén, con la técnica de ferrocemento, de 22 mil litros de capacidad. Se recolecta el agua de lluvia de los techos, para llenarlas durante el verano. Con esto, para el tiempo de estiro hay un auto-abasto de (hasta ahora) 45% de las necesidades proyectadas, lo que incluye el riego de una pequeña hortaliza para el abasto familiar (11). Desde los depósitos, el agua se eleva mediante una pequeña bomba solar al tinaco en la azotea, desde donde se abastece la casa.

Las aguas grises se reutilizan mediante un sistema de "drenaje enramado" (5) para el riego de hasta ahora 11 árboles frutales (15 proyectados en el diseño completo), algunos ya en producción de frutas deliciosas a tres años de su siembra.

Las aguas negras de un sanitario tradicional con excusado (que poco se usa en tiempo de secas), se tratan mediante un biodigestor anaeróbico (produciendo de paso un biofertilizante de altísima calidad para las plantas), su salida y la de la lavadora están asociadas a un humedal artificial, que produce hermosas flores para regalar o intercambiar con los vecinos. Posteriormente, estas "aguas negras" tratadas, se convierten en un estanque para que jueguen los patos (que nos proveen de múltiples servicios ecológicos en la granja, como control de plagas, poda de pasto, producción de huevo y carne...) y cuando limpiamos el estanque, reutilizamos el agua (con fertilizante de patos incluido) para el riego de un campo de cultivo.

Para reducir al máximo la necesidad de agua, ocupamos un sanitario compostero (12), el cual a su vez nos provee con una de las materias primas ("estiércol humano") para la elaboración de abonos fermentados tipo *bocashi*. (13) Las hortalizas caseras están sombreadas y sus



Sistema integrado de tratamiento y reciclaje de aguas grises y negras, incluye biodigestor anaeróbico, humedal artificial, estanque, "drenajes enramados" para reutilizar el agua en el riego de plantas medicinales y árboles frutales (Granja Familiar Tierramor, Junio 2008)

camas preparadas según el método biointensivo, que efectiviza el uso de agua para producir una amplia diversidad de verduras en un espacio reducido.

Durante este año, por primera vez se realiza un monitoreo aproximado acerca del volumen de captación, almacenamiento y consumo de agua en la granja familiar. Aunque falta más profundidad en el análisis (el sistema aun no está completo ni funciona al 100% de eficacia), los resultados preliminares sorprenden. (14)

Los costos del sistema (15) son bajos en comparación con la mayoría de los presupuestos para sistemas convencionales. También hay que considerar que aquí se trata de inversiones únicas para instalaciones permanentes, y los tenemos que poner en relación con los altísimos costos para construir, operar y mantener sistemas centralizados de abasto y drenaje (mas los costos “escondidos” para los ecosistemas, como el agotamiento de los mantos acuíferos o la contaminación por drenajes de aguas negras, entre otros).

Diseño adaptado al contexto-

¿Porqué estas “pequeñas” soluciones no han podido influir más en el diseño de las políticas de agua?

No es, que no ha habido intentos para mejorar el auto-abasto de las familias con proyectos masivos y políticas “desde arriba”. A través de los últimos años, diversas organizaciones, desde los ONG hasta instituciones gubernamentales, han puesto en marcha programas, que ofrecen cisternas, biofiltros, sanitarios secos o biodigestores al destajo, con resultados mixtos.

Los proyectos de construcción de cisternas son generalmente bien recibidos, pues traen resultados inmediatos y visibles para los beneficiarios. Sin embargo, hasta ahora no han logrado crear una conciencia amplia acerca de la importancia de captar y almacenar las aguas pluviales. La técnica del ferrocemento artesanal, por el momento la mejor para la construcción de tanques al nivel casero, sigue siendo poco conocida en muchos rincones del país, donde podría ser de gran utilidad.

Con los sanitarios secos o composteros, los resultados son más difíciles de evaluar. La cultura del excusado de agua está aun fuertemente arraigada en la percepción corriente, como un sistema “limpio” e “higiénico”, mientras las diferentes y en parte muy avanzadas propuestas de sanitarios secos o composteros, reciben por lo general la etiqueta despectiva de ser una “letrina”. Para operar un sanitario que funciona sin agua, se necesita un cierto mantenimiento basado en simples conocimientos sobre composteo, para no crear malos olores o un foco de infección. Sin embargo, con correcto uso y mantenimiento, el “problema” se convierte en un recurso. La variedad de sistemas y manejos para el saneamiento ecológico sin agua asombra y hasta confunde (12)(16). Existen propuestas excelentes para contextos y enfoques muy diversos, es imposible designar el mejor modelo, pues existen muchos. Los programas para su establecimiento masivo sufren muchas veces del pobre diseño de las instalaciones combinado con casi nula capacitación de los beneficiarios acerca de su operación. Sin embargo, existen

muchos ejemplos de proyectos exitosos en México, y regiones donde han sido ampliamente aceptadas y reproducidas.

Los sistemas de reciclaje tipo “biofiltros”, que se han promovido durante los últimos años en algunas zonas rurales del país, por lo general han tenido resultados decepcionantes, las que muchas veces se deben a los diseños mismos, por lo general sobre-ingeniados y no adaptados a la situación. Sistemas de reciclaje y saneamiento de aguas grises o negras pueden funcionar a su máximo potencial, cuando se adaptan y ajustan al lugar, topografía, clima, suelos y sobre todo a la gente a quienes van a servir. Esto nos recuerda de algunas características fundamentales en el diseño de sistemas ecológicos:

Sistemas ecológicos integrados son altamente dependientes del contexto. Resisten exitosamente su masificación como “conjunto de tecnologías”, porque responden más bien a principios éticos y de diseño. Su establecimiento requiere de una cuidadosa observación del entorno, mucha investigación y diseño cuidadoso, selección de estrategias y tecnologías, adaptación, evaluación y refinamiento a través del tiempo. No pueden seguir un plan maestro, porque se desarrollan y co-evolucionan con el lugar y la gente a quienes pretenden servir.

Sistemas ecológicos demandan más interacción con el ser humano. Trabajos ligeros como el mantenimiento periódico del sanitario compostero, la limpieza anual de la cisterna, o la actividad de rehacer y rellenar con paja los pozos y zanjas de infiltración del sistema de drenaje enramado (cada año después de las lluvias), es necesaria una rutina de monitoreo que ayuda hacer los sistemas cada vez más eficientes, creativos y productivos.

Es útil considerar principios éticos y de diseño, los cuales pueden ayudar al desarrollo de sistemas ecológicos (17), más que seguir buscando la “eco-técnica mágica” que nos va a resolver nuestros problemas.

Con un buen entendimiento de estos principios, la selección cuidadosa y el ensamble creativo de las diferentes tecnologías, es posible establecer sistemas exitosos, económicos y productivos para sostener las necesidades humanas dentro de un escenario de contracción y descenso. Las soluciones serán muy diversas y adaptadas localmente, refinando y mejorando los modelos existentes.



Sistema de captación de aguas pluviales y su infiltración al suelo mediante zanjas al contorno, el diseño apoya a un emergente bosque-huerto productivo, que incluye árboles frutales, plantas medicinales, hortalizas familiares y pequeños campos de cultivo (Granja Familiar Tierramor, Junio 2008)

Construyendo resiliencia local y bioregional-

Los procesos, propuestas y soluciones mencionados arriba, apoyan al desarrollo local y un rediseño descentralizado de los sistemas vitales que sostienen los asentamientos humanos. La meta principal de este enfoque es, reconstruir la *resiliencia* (18) en familias y comunidades. Al recordarnos de nuestra responsabilidad e interdependencia al nivel personal y local, podemos comenzar a construir una cultura verdaderamente ecológica y sostenible, que honra la abundancia de la naturaleza respetando sus límites.

El proceso de transición de una sociedad de crecimiento industrial hacia una cultura de descenso (decrecimiento), implica una revolución cultural. Un cambio en nuestra forma de pensar, nuestros hábitos y actitudes más que un cambio ideológico, político o tecnológico. Recordando a A. Einstein: "No podemos resolver nuestros problemas empleando la misma forma de pensar que utilizabamos cuando los creamos"

Los "principios de diseño" de la sociedad de ascenso están basadas en creencias fuertemente arraigadas de crecimiento rápido y continuo, donde solo el más grande, el más fuerte, el más competitivo, gana la carrera. Los principios de una cultura en descenso muy probablemente se regirán más por la cooperación, la colaboración, y la ayuda mutua. Lo pequeño será nuevamente hermoso y lentamente exitoso. Por cierto, una perspectiva muy alentadora para motivarnos en nuestro camino hacia la transición.

(Holger Hieronimi, 26 de Abril 2009)



Recuperación de microcuencas en el proyecto San Isidro, Tlaxco, Tlax.

Referencias y comentarios adicionales:

- (1) Ver artículo "Cuando se acabe el petróleo" por Andrés Buenfil Friedman <http://www.tierramor.org/Articulos/andres.htm> y la sección de "aldeas en transición" en <http://www.tierramor.org/permacultura/TransitionTowns.html#MasCenit>
- (2) Ver el libro titulado "Agua", 2005, edición especial "La Jornada", México D.F., para un resumen general bastante completo acerca de la situación del agua en México
- (3) El uso del cemento (material con mucha energía incorporada) para resolver un asunto vital para la gente, nos parece un mejor destino que la construcción de más puentes, carreteras y edificios, muchos de reducida utilidad una vez que los parámetros económicos, energéticos y sociales han cambiado. Más información e imágenes de cisternas de ferrocemento: <http://www.tierramor.org/permacultura/agua1.htm#almacen> información técnica acerca de diferentes tipos de tanques está recopilada en el libro "Water Storage - Tanks, Cisterns, Aquifers and Ponds for domestic supply, fire and emergency use, incl. How to make Ferrocement Water Tanks" , Art Ludwig, 2005, OasisDesign, <http://www.oasisdesign.net/>
- (4) Una familia que utiliza un excusado común con almacén de 6 litros, gasta un promedio de 35.000 ltr. de agua por año para operar sus sanitarios
- (5) Sistemas de drenaje enramado reciclan de una forma sencilla, económica y eficiente las aguas grises de las casas para el riego del paisaje. Ver <http://www.tierramor.org/permacultura/agua2.htm#aguasgrises> o el libro de Art Ludwig: Create an Oasis with Grey Water Choosing, building and using Greywater Systems, incl. Branched Drain Art Ludwig, 1991 - 2007, <http://www.oasisdesign.net/>
- (6) Ver "manejo sustentible de agua", en <http://www.tierramor.org/permacultura/agua1.htm> para una introducción a la temática del manejo de agua desde una perspectiva de diseño ecológico.
- (7) Holger Hieronimi "Manejo del agua en el paisaje" , 2006, en <http://www.tierramor.org/permacultura/suelos&agua.htm> – Para un tratado mas profundo recomiendo Brad Lancaster: "Water Harvesting for Drylands and beyond; Vol 2: Water-Harvesting Earthworks" 2008, Rainsource Press, Tucson, AZ, <http://www.HarvestingRainwater.com>; Este libro recientemente publicado, recopila de una manera exhaustiva los diferentes métodos y estrategias para "sembrar agua" en los terrenos áridos. - Para una descripción de los sistemas de "línea clave" (*keyline*) recomiendo el estudio del libro "Water for Every Farm – Yeomans Keyline Plan" Ken B. Yeomans, from work and writings of the late P.A. Yeomans, 1993, <http://www.keyline.com.au>
- (8) pagina web del proyecto San Isidro S.C. : <http://www.proyectosanisidro.com.mx/>
- (9) Caballero Cervantes, Juan Carlos: «Silvicultura practica - El metodo Tlaxco de Renovacion Silvicola (M-T)», Universidad Autonoma de Tlaxcala. 1993 - Ver también el artículo "Regenerar reverdeciendo" de Francisco Gómez Rábano, pag 112, en el libro «Ecohabitat - Experiencias rumbo a la sustentabilidad», Arnold Ricalde y Laura Kuri (Compiladores), 2006, SEMARNAT, CECADESU, Organi-K, Mexico D.F., se puede bajar el libro entero en <http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental/Documents/ecohabitat.pdf> -
- (10) Se trata del proyecto de la Granja Familiar Tierramor, para mas información, ver <http://www.tierramor.org/GranjaTierramor/granjatierramor.htm>
- (11) La construcción de dos cisternas mas para lograr la autosuficiencia completa, está planeada para cuando el tiempo y los recursos lo permitan
- (12) Para mas información acerca de diferentes modelos de sanitarios que fucionan sin agua, ver artículo "Sanitarios secos y composteros" en <http://www.tierramor.org/permacultura/saniseco.htm>
- (13): Ver "Manual Práctico: ABC de la Agricultura orgánica y Harina de Rocas", Jario Restrepo Rivera, 2006, Fundación Produce Jalisco, para mas información sobre abonos fermentados. Sobre el potencial del abono humano para la agricultura, ver "The Humanure Handbook, 1994, de J.C. Jenkins o la presentación "Ya superaste la Cacofobia", que se puede bajar desde el sitio web del proyecto agroecológico "Las Cañadas"

<http://www.bosquedeniebla.com.mx/>

(14) Resumen aproximado de captación, almacenamiento, uso y tratamiento de agua en la Granja Familiar Tierramor (GFT), temporada de sequía Noviembre 2008 a junio 2009 (32 semanas, 240 días):

Uso- calculamos un uso promedio 400 ltr. por día, para aseo personal y doméstico, riego de arboles frutales y una pequeña hortaliza biointensiva, mantenimiento de los animales

Abasto-

agua de lluvia almacenado en las dos cisternas	45.000 ltr.
Red municipal	55.000 ltr.
TOTAL	100.000 ltr.

(15) Presupuesto aproximado sistema de captación, almacenamiento y reuso de agua en GFT, Erongaricuro (cálculos basados en precios de abril 2009)

Cisterna enterrada de tabique reforzado con traves de cemento (23.000 ltr.)	\$30.000,00
Cisterna levantada de ferrocemento (22.000 ltr.)	\$25.000,00
Drenaje enramado - materiales y albañil (3 días)	\$9.500,00
Biodigestor - materiales y albañil (12 días) <i>opcional</i>	\$20.000,00
Humedal - materiales y albañil (3 días)	\$5.000,00
Bomba solar y fotocelda - <i>materiales e instalación</i>	\$12.000,00
estanque de patos y drenaje - <i>materiales y albañil (1 día)</i>	\$1.200,00
"Canoa" (almacenamiento temporal de aguas grises para riego) <i>opcional</i>	\$1.000,00
Filto bioarena*	\$1.500,00
TOTAL	\$105.200,00

* este sistema no está instalado aun, los numeros se basan en cálculos aproximados

(16) Ver "The Composting Toilet Handbook" y "The Humanure Handbook, 1994, de J.C. Jenkins

(17) Los principios éticos y de diseño de la permacultura pueden ser una guía para acercarse a estos principios. Ver artículo: "Permacultura- Diseño por un munco en descenso energético" en <http://www.tierramor.org/Articulos/PermaculturaDisDesEn.html>

(18) Palabra bien conocida entre ecólogos y sicólogos, pero poco entendida fuera de estos ámbitos - *Resiliencia* se refiere a la habilidad de un ecosistema para absorber impactos externos y adaptarse a cambios forzados, que vienen desde afuera, manteniendo sus funciones vitales, estructura e identidad.