

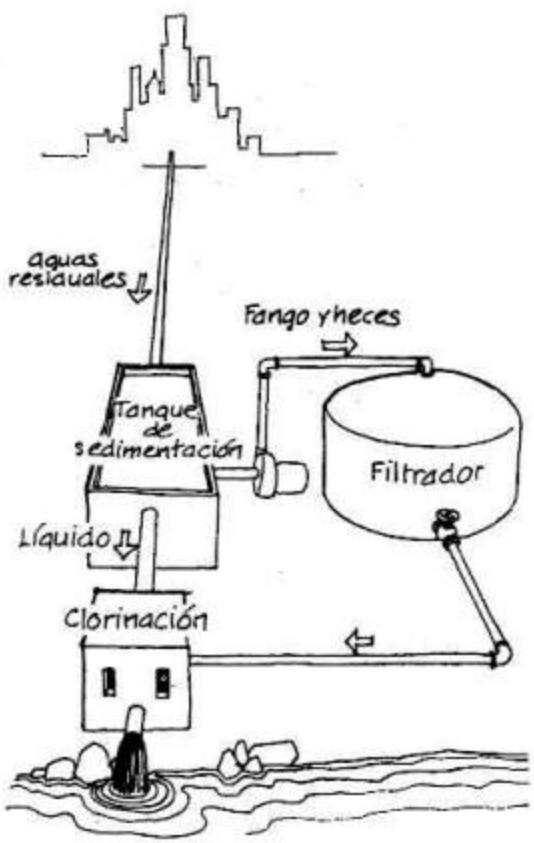
## 6. Reciclaje de los desperdicios

La naturaleza funciona en círculos cerrados. Lo que para un organismo es desecho, es alimento para otro, en una red interminable, intrincadamente entremezclada, que al final no deshecha nada en absoluto, excepto pequeñas cantidades de energía renovable del sol. Un ejército de insectos y microorganismos se alimentan con los excrementos y los cadáveres de los animales superiores, reduciendo estos deshechos a nutrientes del suelo que pueden ser utilizados por las plantas. La materia vegetal muerta de todo tipo se ve atacada de forma similar, desecharada y utilizada de nuevo. En el suelo, el agua y el aire, los procesos tienen lugar continuamente para asegurar que ninguna de las sustancias preciadas de la naturaleza se quede en un estado improductivo.

En muchas sociedades agrarias, las familias que viven en las granjas son participantes activos en estos ciclos. Con la ayuda del agua, el aire, los gusanos y una multitud de bacterias, los desechos animales y vegetales se convierten en tierra fértil. En la tierra, con la ayuda del sol y la lluvia, las plantas crecen para alimentar a las familias y sus animales y para suministrar combustible para la cocción y la calefacción. Los animales proporcionan a la vez alimento y ropa. Las cenizas del combustible gastado y los excrementos de los animales también vuelven a la tierra, reaprovisionando su contenido en nutrientes. La fertilidad del lugar disminuye poco durante la vida de la familia, si es que lo hace. Incluso algunas ciudades primitivas son capaces de mantener este tipo de relación con la tierra. Los restos de comida y los excrementos humanos se guardan cuidadosamente juntos y se transportan en colectores de estiércol a las afueras de la ciudad, donde los granjeros los utilizan como ayuda para producir comida para la ciudad. Si se emplean métodos de formación de humus adecuados, los desperdicios estarán libres de organismos nocivos mientras llegan a la tierra y no se comunicarán enfermedades a través del ciclo. Al mismo tiempo, se mantienen la salud de la comunidad y la riqueza de su agricultura.

Desgraciadamente, es difícil asegurar que sean siempre empleados los métodos de fabricación adecuados.





y por ello el manejo descuidado del estiércol ha causado epidemias y plagas desastrosas a lo largo de la historia. Y muchas de las ciudades modernas ni siquiera emplean estos métodos, porque no están aprovisionadas a gran escala por las granjas de los alrededores inmediatos, lo cual significa que tendrían que transportar los desechos a distancias considerables para cumplir con el reciclaje agrario. Además, nos hemos vuelto una sociedad que no puede tolerar más de unos momentos la presencia de sus propios excrementos, no por razones de salud, sino por razones puramente estéticas. Como resultado de todos estos factores, hemos roto la cadena del reciclaje. Gasta mos directamente la mitad de nuestro consumo en agua en hacer desaparecer con agua la basura y los excrementos de nuestros edificios; luego se añade esta mitad con la que hemos utilizado para el lavado y otros propósitos. De este modo nuestros edificios se han vuelto maravillosamente cómodos y libres de enfermedades y olores, pero surgen otros problemas. El agua que el municipio trae hasta la ciudad con tantos problemas y gastos, reluciente de limpieza y libre de bacterias, está luego completamente contaminada por olores y enfermedades.

No hace tanto tiempo que muchas ciudades descargaban simplemente sus desperdicios, con bacterias y todo, en un río, un lago o un océano cercano. Pero hoy en día muchas ciudades separan la materia sólida de los desperdicios, el lodo, para trasladarla a una planta de tratamiento de desperdicios. El líquido restante es clorinizado para matar las bacterias y luego depositado en la vía de agua local. Entonces el lodo es bombeado dentro de un tanque donde se lo deja fermentar anaerobiamente durante varias semanas. Esta fermentación mata la mayoría de las bacterias portadoras de enfermedades del lodo y despiden afuera la mayoría de los minerales que contiene. Despues, este lodo «digerido» también es clorinizado y bombeado en una vía de agua.

A través de este proceso, los nutrientes de la tierra traídos a la ciudad, como las frutas, las legumbres, las semillas, los productos lácteos y las carnes, y expulsados de la ciudad como desperdicios, son depositados no de vuelta a la tierra, sino en las vías de agua. Al contrario de la tierra, que necesita los nutrientes y es capaz de terminar su reconversión en alimentos, las vías de agua no son capaces de completar el círculo. En lugar de esto, al contener el agua cada vez más nutrientes, provoca el crecimiento acelerado de vegetación acuática y algas. Pronto el agua es ahogada por el crecimiento de las plantas, hasta el extremo de que la luz solar ya no puede penetrar dentro del agua más que unos centímetros. Montones de plantas mueren y se pudren, y el proceso de putrefacción consume la mayor parte del oxígeno disuelto en el agua. Los peces se ahogan en un ambiente pobre en oxígeno y la misma vía de agua empieza a morirse. Esta, en pocas décadas, se llenará de plantas muertas y, eventualmente, se transformará en pantano y luego en prado. En este tiempo, por supuesto, nadie recordará que antes la gente nadaba, se paseaba en barco y pescaba. Mientras

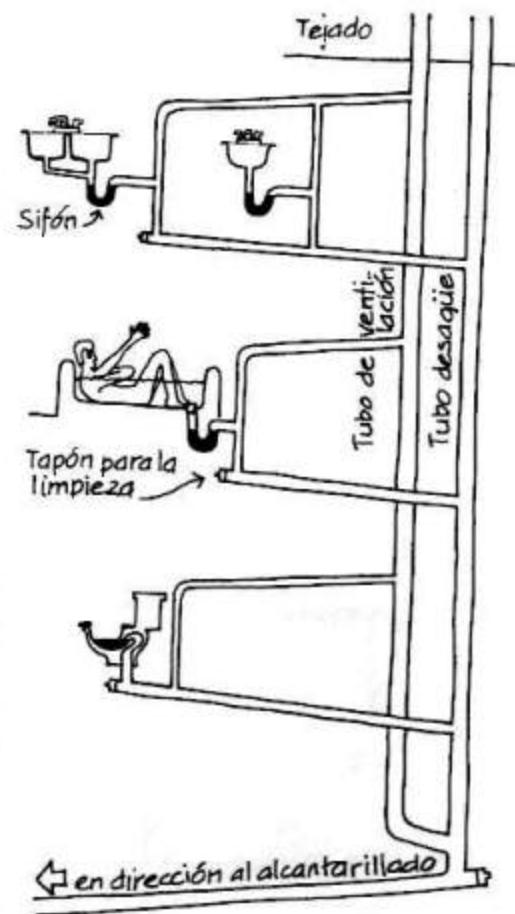
tanto, la tierra productora de alimento se ve gradualmente vaciada de sus nutrientes. La productividad de una finca decaerá y las plantas crecidas de esta forma pueden tener carencia de los nutrientes humanos esenciales. Hay que aplicar y fabricar fertilizantes artificiales para reemplazar los naturales, que a su vez están destruyendo los lagos y los ríos.

Nuestra sociedad también produce desperdicios no residuales que crean problemas diferentes. El papel, los plásticos, el cristal y los metales penetran en nuestros edificios, trayendo información y contenido de productos de todo tipo. Estas sustancias quedan rápidamente descartadas, así como las cenizas y la carbonilla, el polvo y la suciedad, los aparatos rotos o desgastados, la basura de la cocina, la ropa vieja, los derivados industriales e incluso los deshechos radiactivos de los laboratorios y las industrias. Las cantidades de estos desechos sólidos producidos en Estados Unidos alcanzan un promedio de varios cientos de libras por persona y año. Casi todos esos materiales representan bien un eslabón en las cadenas biológicas de reciclaje (tales como restos de comida o papel), bien cantidades limitadas de recursos no renovables (tales como los metales). Entre las sustancias de los desechos, muchas contienen energía útil. Pero la separación y el reciclaje de estos residuos mezclados es una tarea enorme, casi imposible. Muchas ciudades queman simplemente el montón y entierran las cenizas, o entierran los montones sin quemarlos. Los materiales orgánicos enterrados se descomponen, mientras que el cristal, los metales y los plásticos se quedan simplemente en la tierra, desperdiados.

Un edificio, como parte de su curioso metabolismo mecánico, tiene que deshacerse de los desperdicios y hacerse con materiales frescos, para reemplazarlos. Vale la pena examinar, a la vez, cómo se hace esto corrientemente y luego cómo pueden contribuir los edificios a un sistema más válido de reciclaje de los desperdicios.

Los tubos de desagüe desde los lavabos, los retretes, las bañeras, las duchas y los urinarios se juntan todos a nivel del suelo en un sistema que se vacía por gravedad. A fin de mantener la fluidez de la gravedad, se necesitan grandes caños; todos los caños se inclinan constantemente en un ángulo descendente; y la presión atmosférica normal del aire debe mantenerse en todas las secciones de la red a cada momento. Más aún, ya que el tubo de desagüe contiene desperdicios sólidos de varios tipos y es propenso a la obstrucción, hay que instalar arquetas en intervalos frecuentes, para permitir su limpieza.

Un aparato como un retrete, un lavabo o una bañera se vacía en el tubo de desagüe a través de un *sifón de depósito*, una pieza de cañería en forma de U que retiene el agua suficiente para impedir que los olores y los gases de descomposición provenientes del tubo de desagüe vuelvan al aparato y al edificio. El tapón de agua en el sifón se puede romper, sin embargo, si el agua usada proveniente del aparato se saca con una ventosa a través del sifón de depósito o si se establece una presión de gas



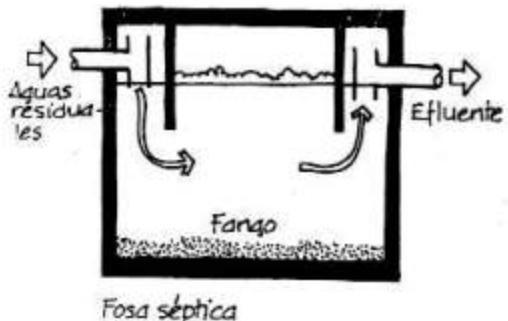


Inodoro

o de aire en la cañería. Por esta razón, se añade una ventosa de cañería al tubo de desagüe, poco más abajo de cada sifón de depósito. La ventosa permite al aire penetrar en el tubo de desagüe a fin de romper cualquier acción potencial de sifonaje, y suelta en la atmósfera todos los gases de descomposición, tales como el metano o el sulfato de hidrógeno. Un sistema de desagüe tan completo en un edificio comprende dos configuraciones en forma de dos áboles, uno que recoge los desechos y los lleva abajo y otro, situado más arriba, que permite que entre el aire en el primero en las extremidades de sus ramales. En cada uno de los áboles, la cañería crece progresivamente cada vez más en sección desde el aparato hasta la salida, a fin de servir al máximo número de aparatos en cada recorrido.

El retrete actual es simplemente un gran sifón de depósito que tiene que vaciarse rápidamente por sifonaje durante el proceso de la descarga; luego se llena otra vez con agua para mantener el tapón contra la entrada de gases de la cloaca. Como cualquier otro sifón de depósito, debe tener un desagüe cerca para prevenir un sifonaje accidental entre las descargas.

Ya hemos esbozado los medios que emplea un municipio para juntar y tratar las aguas residuales a partir de los edificios. Cada edificio rural tiene que tratar y deshacerse de sus propias aguas residuales. Al principio, esto se cumplía a través del uso de un *sumidero*, recipiente subterráneo poroso de tierra o ladrillo que permite a las aguas residuales filtrarse en la tierra que rodea el recipiente. Sin embargo, el sumidero no es satisfactorio, ya que no hace nada para quitar los organismos portadores de bacterias de las aguas residuales, y obstruye a la tierra alrededor con sólidos en un período relativamente corto, después de lo cual volverá probablemente a surgir hacia la superficie del suelo y provocará el retorno de las aguas residuales a los aparatos del edificio. Su sucesor más satisfactorio es la *fosa séptica* no porosa. La configuración de la fosa séptica es tal que contiene las aguas residuales durante cierto número de días, permitiendo su descomposición anaerobia y su separación en un líquido claro y relativamente inofensivo y una pequeña cantidad de materia mineral que se queda en el fondo. El efluente sale fuera de la fosa y penetra en un *campo de filtración*, sistema de cañerías porosas o tanques porosos desde los cuales puede filtrarse en la tierra. El fango del fondo de la fosa se tiene que bombejar cada «n» años para ser sacado fuera y secado y desinfectado bajo el sol en un emplazamiento alejado reservado a este propósito especial. Pero si una fosa séptica es demasiado pequeña, o si la tierra en el campo de filtración no es bastante porosa, o si el sistema está instalado demasiado cerca de un pozo, un cuerpo de agua o una pendiente inclinada, incluso un sistema séptico puede funcionar mal y causar la contaminación del agua o de la tierra. Por esto muchos municipios y muchos estados establecen reglas estrictas que exigen un examen del suelo y la utilización de técnicas aprobadas para el diseño y la construcción de los sistemas sépticos.



Fosa séptica

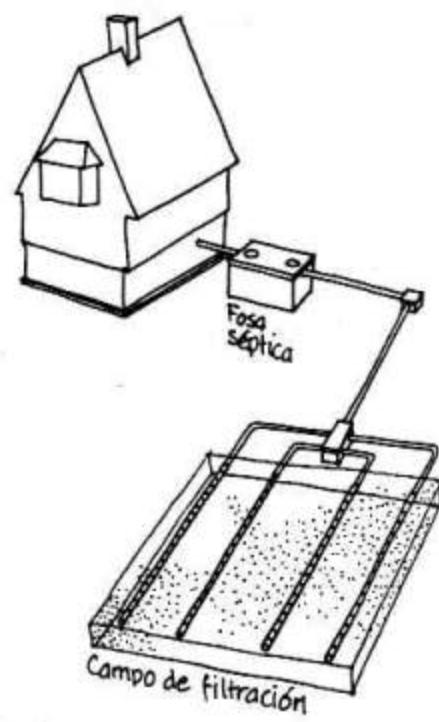
No es infrecuente que un potencial emplazamiento de construcción se revele incapaz de acomodar un sistema séptico y, así, de mantener un edificio.

En un esfuerzo para mejorar los pequeños sistemas de disposición de los residuos, en respuesta a estas reglas estrictas, se introducen cada año nuevos artefactos en el mercado. Algunos se proponen mejorar la digestión de los residuos en el tanque, con agentes tales como la aireación de los residuos para ayudar a una acción más completa de digestión de los organismos aerobios. Otros intentan mejorar el proceso de filtración distribuyendo el efluente más uniformemente a través del campo, o dejando un acceso a las superficies de filtración para su inspección y limpieza.

Por lo común, la basura y los trastos viejos se recogen manualmente dentro de los edificios para ser transportados hasta unos contenedores donde son dejados en espera de la eliminación periódica a cargo de empresas municipales o privadas. Algunos edificios tienen un sistema de incineradores en los cuales se tiran los desechos a través de un vertedero, para ser consumidos por un fuego alimentado por gas o petróleo. Sólo hay que llevarse las cenizas, pero la contaminación del aire provocada por la combustión incompleta en incineradores defectuosos ha provocado el que su utilización fuera estrictamente regulada en muchos sitios. Los pulverizadores de basura maceran y evacuan con agua los restos alimentarios en el alcantarillado, pero la instalación de las cloacas, ya sea municipal o privada, tiene que ser suficientemente amplia para abarcar esta carga adicional de agua y material sólido.

El laborioso transporte manual de desechos sólidos ha sido ampliamente eliminado en algunos edificios gracias a la instalación de sistemas provistos de cañerías de vacío que succionan todos los desechos hasta un emplazamiento central para su incineración o para su compresión en unos fardos que permiten un transporte más fácil. La extensión de tales sistemas a gran escala en una ciudad es fácil de prever, especialmente si se la une a un esquema para la recuperación económica de los materiales de desperdicio.

Algunas ciudades utilizan el calor de combustión de sus basuras como combustible de las instalaciones de fuerza eléctrica o las instalaciones de calefacción central. Otras tienen un sistema para la recuperación automática de los constituyentes aprovechables de las basuras, bien por clasificación automática, bien por pirólisis. En pocas ciudades los inquilinos y los propietarios de los edificios clasifican los varios componentes de sus desperdicios antes de que los recojan, evitando así la necesidad de complicadas plantas de clasificación. Esto, sin embargo, significa que cada casa o cada edificio tiene que separar, en contenedores de basura claramente etiquetados, el papel limpio, el acero, el aluminio, el cristal y los plásticos. El sistema de disposición de los desperdicios sólidos del edificio ya no puede ser un cubo de basura o dos en una esquina, sino que tiene que ser cuidadosamente estudiado y construido para este propósito.



Probablemente no tardará mucho antes de que haya sistemas para la separación del agua de lavar usada y los desechos de los excusados. El agua de lavar, después de un mínimo de filtración dentro del edificio, puede servir para propósitos secundarios como el de la limpieza de los excusados o el riego de céspedes y jardines. Gran parte del calor del agua caliente usada se puede recuperar a través de un cambiador de calor para precalentar el agua fría antes de que entre en el calentador, o para contribuir a la comodidad térmica del edificio.

Algunos retretes modernos que emplean el principio de descarga convencional están diseñados para utilizar la mitad solamente del agua de los comunes. Excusados con un tapón mecánico, en vez de un tapón de agua, utilizan solamente el 5% aproximadamente de la cantidad normal, y un excusado que utiliza productos químicos de recirculación es aún más eficaz que esto. Varios tipos no producen residuos en absoluto. Semejante tipo de retrete tiene un pequeño digestor aerobio construido dentro del aparato, y generalmente pierde bastante agua por evaporación, a través de una ventosa de cañería que da al aire exterior, para mantener un nivel de agua constante por dentro. Un segundo tipo incinera el excremento con una llama de gas después de cada uso, dejando solamente un poco de ceniza limpia. Un tercer tipo es una versión muy mejorada del tradicional edificio accesorio, ventilado de tal modo que puede mantenerse libre de olores dentro de la casa y configurado en el interior de tal manera que reduce a la vez el excremento y la basura de cocina a un pequeño volumen de humus libre de bacterias para el jardín en una base continua. Semejante artefacto puede ofrecer una forma, a pequeña escala, de remediar en parte el corte en la cadena de nutrición.

La digestión anaerobia de excrementos produce gas metano en potencia aprovechable como combustible y como producto derivado natural. A partir de los residuos domésticos se forman cantidades tan insignificantes de gas metano, que no vale la pena construir un aparato productor de gas para el uso doméstico, pero para granjeros con ganadería y operadores de grandes plantas de tratamiento de los residuos, las posibilidades son mucho más grandes. Muchas plantas de tratamiento son calentadas, iluminadas y regeneradas en energía por el gas metano proveniente de sus digestores, y algunos granjeros hacen experiencias con sus propios sistemas de producción de metano. Algunas ciudades están incluso capacitadas para extraer cantidades útiles de metano de sus viejos depósitos de basura, perforando pozos para agujerear unos bolsillos de gases de descomposición subterráneos.

Muchas plantas de tratamiento de los residuos están mejorando la eficacia de sus procesos de tratamiento empleando la digestión aerobia, varios tipos de tratamientos químicos y la filtración para producir en algunos casos un efluente aprovechable para beber. En algunas ciudades se bombea el efluente limpio en el suelo para rellenar los estratos portadores de agua agotados. En otras pocas el lodo digerido se seca, se empaqueta y se vende

como fertilizante. Algunas instalaciones municipales esparcen directamente sus residuos tratados sobre los bosques o los cultivos, consiguiendo a la vez la irrigación y la fertilización. Muchas posibilidades de este tipo existen para hacer un uso más responsable y productivo de los desechos que producimos, y muchos más experimentos están en camino. Pero solamente hemos empezado a tratar los problemas del reciclaje de los desperdicios que nosotros, nuestros edificios y nuestras ciudades hemos creado.

### Lecturas posteriores

William J. McGuinnes y Benjamin Stein, *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*, 1971, pp. 40 a 122; versión castellana: *Instalaciones en los edificios*, Editorial Gustavo Gili, S. A., Barcelona, 1982<sup>7</sup>.