



# Manejo de Residuos en Baviera (Alemania)

Ulrich Lottner\* 2007, versión actualizada Diciembre 2009

## Indice:

1	Información preliminar	2
2	Introducción	3
3	Manejo sostenible de los residuos	4
4	Definiciones y Competencias en Baviera	5
5	Evitación de los residuos	6
5.1	Evitación en el área de la producción industrial .....	6
5.2	Evitación en el área de los residuos domésticos o similares a ellos .....	6
5.3	Evitación de basura tirada en el paisaje .....	7
6	Reciclaje material o valorización energética de los Residuos	7
6.1	Reciclaje .....	8
6.2	Valorización energética .....	9
6.3	Valorización de residuos para rellenar minas subterráneas .....	10
7	Tratamiento de residuos en vista a su eliminación	10
7.1	Plantas de incineración .....	10
7.2	Métodos alternativos para el tratamiento de residuos domésticos restantes .....	11
7.3	Tratamiento de residuos peligrosos .....	11
8	Disposición final de los residuos	12
9	Datos estadísticos del Manejo de Residuos municipales en Baviera del 2009	15
9.2	Residuos minerales más importantes en Baviera: .....	16
9.3	Residuos no peligrosos de fabricación .....	17
9.4	Residuos peligrosos en Baviera .....	17
10	Desarrollo del Manejo de Residuos en Baviera (1963 – 2008)	17
11	Resumen de tareas del Departamento “Manejo de Residuos” en el BayLfU	19
12	Perspectivas	19
13	Más información con respecto al Manejo de residuos en Baviera / Alemania	20

\* Autor: Dr. Ulrich Lottner

Bayerisches Landesamt für Umwelt (BayLfU) / [Servicio Estatal Bávaro para el Medio Ambiente](#)

Gerente de la sección "Centro de información sobre residuos, su evitación y su manejo"

Bürgermeister-Ulrich-Str. 160, D-86179 Augsburg, Alemania

Tel.: 0049-821-9071-5387, Fax: 0049-821-9071-5553

E-Mail: [ulrich.lottner@lfu.bayern.de](mailto:ulrich.lottner@lfu.bayern.de),

Internet: [www.lfu.bayern.de/abfall/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/abfall/index.htm) (en Alemán)

Otras informaciones sobre el Manejo de Residuos en Baviera (en Español): > página 20

# 1 Información preliminar

Baviera es uno de los 16 estados de la Republica Federal de Alemania. Alemania cuenta con una superficie de 357 104 km<sup>2</sup>, 82 217 837 habitantes y una densidad de 230 habitantes por km<sup>2</sup>. La superficie de Baviera abarca 70 552 km<sup>2</sup> y posee 12 520 332 habitantes, lo que representa una densidad de 177 habitantes por km<sup>2</sup> (datos del 31 de diciembre de 2007, según “Statistische Ämter des Bundes und der Länder“<sup>1</sup>).

Baviera está dividido en 7 distritos, a los que pertenecen 96 municipios y 2 056 poblaciones. Las ciudades grandes constituyen un municipio propio, ciudades pequeñas y poblaciones menores forman parte de un municipio (véase fig. 1).

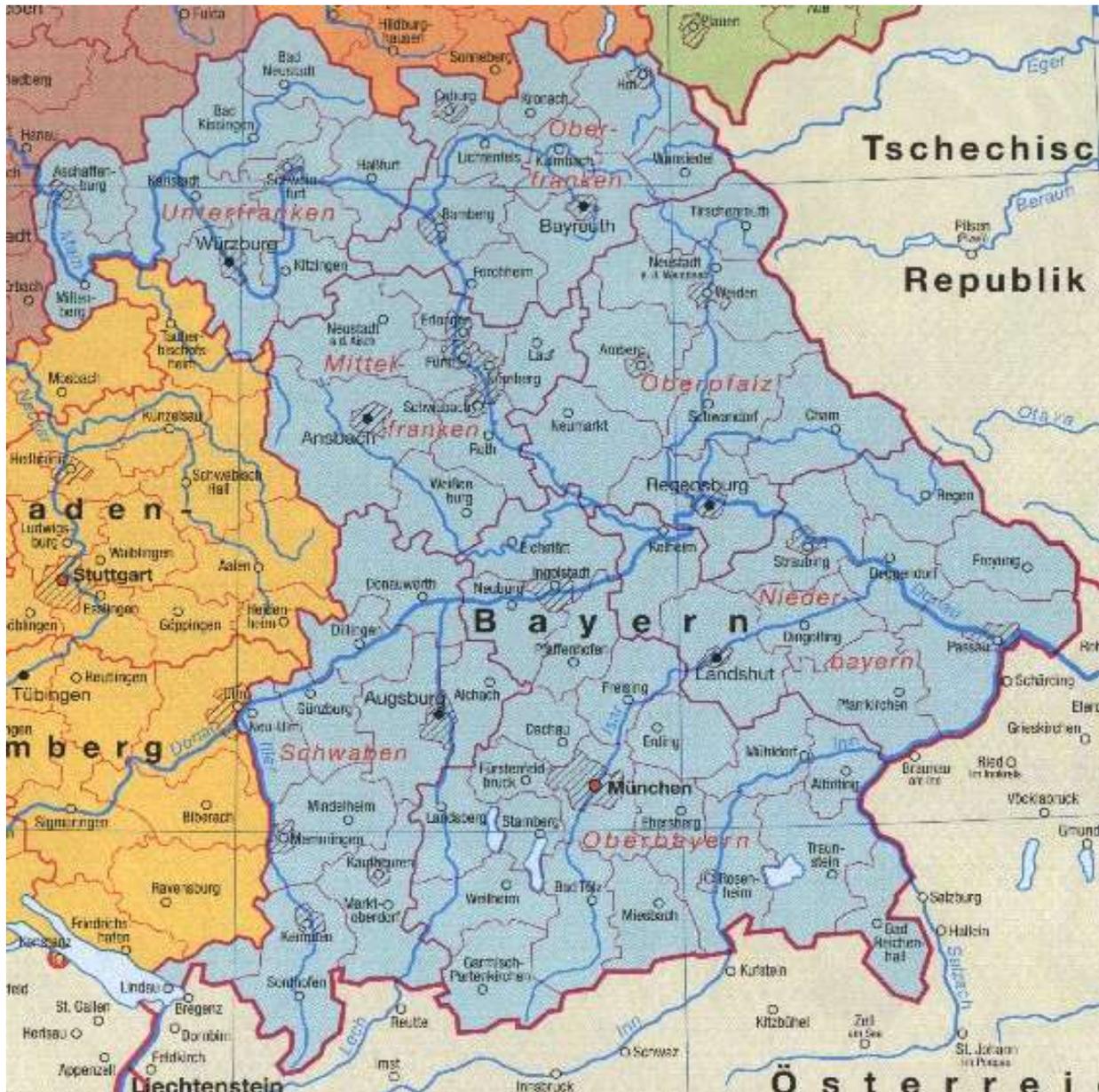


Figura 1: El Estado libre de Baviera al sureste de Alemania con sus 7 distritos y 96 municipios (mapa © by Verlag Georg Westermann, Braunschweig)

<sup>1</sup> Fuente: [http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de\\_jb01\\_jahrtab1.asp](http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_jb01_jahrtab1.asp)

Los municipios tienen dos funciones:

- una es la función comunal a través de la cual ellos definen autónomamente sus prioridades, por ejemplo infraestructura, desarrollo económico, escuelas, hospitales, manejo de residuos, etc.,
- la otra es la unidad administrativa estatal bávara que controla que las actividades empresariales y privadas en el municipio se realicen conforme a la ley.

Los municipios tienen por lo menos alrededor de 50 000 habitantes en regiones rurales y hasta 1.3 millones de habitantes en el caso de Munich, la Capital de Baviera (30 de septiembre 2008, según „Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung“<sup>2</sup>).

Los distritos tienen una administración gubernamental (“gobierno”). Cada Ministerio o Secretaría del Estado libre de Baviera está representado por una sección en este gobierno.

El gobierno es la autoridad inmediata superior a los municipios.

## 2 Introducción

Los residuos han acompañado siempre a la civilización humana. El vínculo tradicional con ellos se redujo a deshacerse de estos acompañantes desagradables, frecuentemente nocivos. Simplemente fueron dispuestos en lugares más o menos adecuados sin preocuparse de las consecuencias – también en Baviera.

Las dos razones fundamentales, por lo que los residuos se convirtieron en un problema, fueron y son:

- El vínculo tradicional con los residuos se conservó a pesar del gran aumento de los residuos provocado por “**la mentalidad de usar y desechar**”. Este proceso se favoreció debido a la disminución de la calidad y la escasa posibilidad de reparar los artículos, además por el cambio continuo de modelos y la innovación técnica de los productos.
- **Substancias nuevas más peligrosas contenidas en los residuos**, que contaminan las aguas y el suelo.

Una solución al problema de los residuos no podrá alcanzarse si se desarrolla solamente una infraestructura de eliminación igualmente bien ordenada y moderna como la del abastecimiento. El manejo moderno de los residuos deberá de abarcar integralmente tanto la producción y los hábitos de consumo, como también las especificaciones para el tratamiento de los residuos.

Los siguientes objetivos son la base de un manejo moderno de los residuos. Dichos objetivos fueron fijados por primera vez en el mundo en la “Ley para la Evitación, la Valorización y la Eliminación de los Residuos en Baviera – Ley Bávara del Manejo de Residuos (BayAbfG)” de 1990 y en la “Ley federal Alemana para la Economía Cíclica y de los Residuos” de 1996 (años en que entraron en vigor), y indican la secuencia a proceder:

- **Evitar los residuos**, tanto en cantidad como en su nocividad.
- **Reciclar el material o valorizar la energía de los residuos** no evitados como recursos secundarios que substituyan a recursos naturales primarios.
- **Disponer los residuos** no evitados o utilizados, conforme al principio de la compatibilidad con el medio ambiente.

La realización de estos objetivos conducirá a que se generen menos residuos, los residuos generados serán reintegrados de nuevo en los procesos industriales, como materiales o como

---

<sup>2</sup> Fuente: [http://de.wikipedia.org/wiki/Einwohnerentwicklung\\_von\\_München](http://de.wikipedia.org/wiki/Einwohnerentwicklung_von_München)

fuentes de energía. Los materiales no reciclables o valorizables / restantes deberán de ser, en lo posible, tratados (mecánico-biológico o térmico) antes de ser dispuestos en un relleno sanitario. El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea reafirmó estos objetivos con la “[Directiva sobre Residuos](#)” de 2008, la cual deberá de ser incorporada al Derecho nacional por los estados de la Unión Europea a más tardar hasta diciembre de 2010. Según esta directiva deberán ser valorizados energéticamente solamente los residuos, que ya no se les pueda reciclar en forma material. La realización de estos objetivos son pasos para lograr un manejo sostenible de los residuos.

### 3 Manejo sostenible de los residuos

El último paso para lograr un manejo moderno / una gestión moderna de residuos es la “**sostenibilidad**”. Según KNORN (2000)<sup>3</sup> dicha sostenibilidad comprende tres áreas que a su vez se relacionan entre sí:

- **La protección del medio ambiente** o la compatibilidad ecológica
- **La eficiencia económica** o la compatibilidad con la economía
- **La solidaridad social** o la compatibilidad con la sociedad.

KNORN define: “El objetivo principal de la sostenibilidad es la estabilidad a largo plazo del Sistema. Esto significa la conservación de nuestra Base Ecológica, del Capital Humano y Material y del Consenso Social. El manejo sostenible de residuos toma igualmente en cuenta al presente y al futuro. También da preferencia a la planeación a largo plazo en vez de una a corto plazo, así como una visión del sistema completo en lugar de solamente una vista parcial de él.

El Manejo sostenible de residuos se considera como parte de la Economía del Estado. El fundamento de la sostenibilidad exige además una revisión de la cadena del proceso: materia prima o secundaria – producto – residuo.

De los puntos mencionados anteriormente se pueden derivar en primer lugar los siguientes objetivos:

- Protección del ser humano y del medio ambiente conforme al principio de prevención
- Protección de los recursos naturales no renovables y la utilización de los recursos renovables
- Los problemas con los residuos serán solucionados “aquí y ahora”: Sitios contaminados no deberán de ser heredados a las generaciones futuras.
- Coordinación óptima entre los intereses del manejo de residuos y de la economía. Esto significa un manejo consciente de los recursos económicos como resultado de, en lo posible, una buena relación entre costo y utilidad de las medidas del manejo de residuos, considerando los costos totales.
- Un comportamiento ecológicamente adecuado deberá de ser lucrativo para el particular.

Estos objetivos se pueden alcanzar óptimamente a través de un “Manejo Integral de Productos” (MIP) o de su correspondiente “Política Integral del Producto” (PIP). Se deberán de mejorar los servicios y los productos a lo largo de su existencia en concordancia con el medio ambiente.

El “MIP” incluye como elementos fundamentales, entre otros, el “Principio del causante” y la “Responsabilidad Extendida del Productor”. Un “MIP” no podrá realizarse en contra de, sino en

---

<sup>3</sup> Knorn, Ch.: Manejo de Residuos 2000 – Metas de un manejo sostenible de los residuos y tareas del LfU (no publicado, en Alemán), Augsburg 2000

cooperación con la economía. Si una empresa se responsabiliza y puede mostrar en todo momento los resultados del autocontrol, conforme a los reglamentos, el Estado podrá seguir el control directo sobre esta empresa. Este tipo de control nos parece ser más eficiente que el control únicamente externo (Pacto Bávaro en favor del Medio Ambiente “Manejo sostenible del siglo 21” entre el Estado libre de Baviera y las empresas de Baviera que participan).

#### 4 Definiciones y Competencias en Baviera

**Residuos son**, conforme a la „Ley federal Alemana para la Economía Cíclica y de los Residuos“ (KrW-/AbfG), **todas las cosas movibles, de las que su dueño se deshace, quiere deshacerse o tiene que deshacerse.**

En primer lugar hay que evitar / prevenir la producción de residuos, principalmente disminuyendo la cantidad y su nocividad. En segundo lugar reciclarlos o valorizarlos como fuente de energía. En tercer lugar los residuos no valorizables serán eliminados conforme a los estándares técnicos respectivos.

Se distingue por un lado los residuos domésticos, los residuos comparables a los domésticos de las oficinas y de la industria y por otro lado, los residuos de la producción y del saneamiento industriales. Los residuos domésticos son por lo general residuos no peligrosos (papel, vidrio, plásticos, textiles, etc), sin embargo pueden contener también materiales peligrosos como pilas, aparatos electrónicos, disolventes, asbesto, etc., que deberán de ser tratados como residuos peligrosos. Los residuos industriales pueden contener toda la gama de sustancias peligrosas.

En Alemania se distinguían los residuos en el pasado en tres clases:

- Residuos que no necesariamente había que controlar (papel, vidrio, plásticos, textiles, etc.),
- Residuos que había que controlar (por ej. desechos domésticos restantes) y
- Residuos que especialmente había que controlar en su camino a la valorización o eliminación porque eran peligrosos (residuos altamente contaminados con metales pesados, disolventes, pilas de mercurio o cadmio, etc.).

A partir del 1º de febrero de 2007, conforme a los reglamentos de la Unión Europea, también en Alemania se distingue solamente entre los residuos no peligrosos y los peligrosos.

El municipio u organizaciones municipales creadas para estos fines son responsables de la recogida y eliminación de los residuos domésticos y los residuos comparables a los domésticos.

Del reciclaje y de la valorización de los residuos industriales se encarga la industria misma pero bajo el control estatal. En Baviera, la Compañía paraestatal “GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH” > [www.gsb-mbh.de](http://www.gsb-mbh.de) < se encarga de la eliminación de los residuos peligrosos.

Los Municipios dan la autorización para erigir instalaciones para el almacenamiento y tratamiento de residuos no peligrosos, a su vez el gobierno del distrito da la autorización en el caso de residuos peligrosos.

El Servicio Estatal Bávaro para el Medio Ambiente (BayLfU) es la autoridad central que controla la eliminación de los residuos peligrosos, lo que incluye el control de la producción y del transporte de dichos residuos. También se encarga de controlar la operación de plantas de tratamiento (plantas de tratamiento mecánico-biológico, químico, físico-químico y térmico) y disposición / colocación (rellenos sanitarios).

## 5 Evitación de los residuos

En el Manejo de Residuos, la evitación / prevención (término utilizado en la Directiva Europea) – tanto en la cantidad de residuos como en su nocividad – es el objetivo más ambicioso cuyo logro requiere de grandes esfuerzos.

Residuos evitados son residuos no producidos, con lo cual se evita a su vez la necesidad de un tratamiento cualquiera, de inmisiones y de costos. También se pueden considerar a los residuos que contienen menos sustancias nocivas. La industria, que ya no produce pilas con Mercurio o Cadmio, evita con ésto un residuo peligroso.

La evitación de residuos puede ser el resultado de un mejoramiento del proceso de la producción, de una optimización de los productos en cada una de sus partes o sustancias diferentes. Así mismo si se prolonga la vida útil de los productos o partes de ellos ya sea por un primer dueño o por un segundo (reutilización sin o con preparación para la reutilización) o también si se reutilizan en una función ajena a la original, por ej. llantas como defensa para barcos (reutilización adicional).

### 5.1 Evitación en el área de la producción industrial

La evitación de los residuos es relativamente fácil de imponer, si ésto conduce a una disminución inmediata de los costos. La optimización de los costos de producción es un principio fundamental de la producción de bienes. Las etapas de la producción en las que se puede evitar la producción innecesaria de residuos, por ej. el ahorro de materiales, en la mayoría de los casos, ya están optimizadas. Sin embargo, si se buscan soluciones innovativas se podría seguir mejorando el proceso de producción. Por otro lado, si estas medidas requieren de grandes cambios en el proceso de producción, su aplicación será difícil si éstas no traen ventajas económicas (eficiencia) o no existe una presión administrativa.

A pesar de estos límites fundamentales y de estas dificultades para la evitación de residuos, existe una gran cantidad de ejemplos para una evitación exitosa de residuos en diferentes procesos de la producción, por ej.:

- La sustitución de lubricantes en la metalurgia por un proceso en seco. En este proceso se evita la formación de emulsiones cuya eliminación es difícil y costosa.
- La sustitución de lacas líquidas por recubrimientos en polvo a través de un proceso electrostático. Con esta sustitución se ahorra la eliminación costosa de los lodos que forman las lacas con los disolventes orgánicos.
- La ausencia de Mercurio y la disminución de la utilización de Cadmio en la producción actual de las pilas y
- las pilas recargables.

### 5.2 Evitación en el área de los residuos domésticos o similares a ellos

Se recomienda a los propietarios de un jardín que los residuos verdes, como por ej. el corte de las plantas (pasto, hierba, arbustos, etc.), así como restos de frutas y verduras crudas sean compostados en los jardines mismos para evitar que se conviertan en residuos municipales. La composta sirve como abono para el jardín. Los residuos verdes no evitados y también los de los parques públicos deberán de ser compostados en plantas comunales o del sector privado. Un rendimiento más grande se puede obtener con el tratamiento de los residuos verdes y los de la cocina en plantas de biogas (> valorización).

En el área de consumo, se ha discutido en Alemania la necesidad y las posibilidades de una intervención política a favor de los envases reutilizables de vidrio y de PET y en contra de los

envases desechables de metal y de diferentes tipos de plásticos. El consumidor tiene que pagar

- importes o aportes por envases no desechables, es decir a favor de una evitación
- importes o aportes por envases desechables para lograr el retorno del envase, es decir a favor del reciclaje.

Sin embargo para el consumidor es difícil diferenciar el sentido de dichas medidas. La mayoría compra las ofertas más baratas por lo que, desafortunadamente, la adquisición de productos en envases no desechables va disminuyendo.

Una evitación consecuente de residuos exige del consumidor que – antes de efectuar una compra – evalúe la necesidad real de adquirir un determinado producto, o si el producto es de buena calidad, por ej.: el producto está a un precio accesible o solamente es barato, es decir, que al poco tiempo de haberlo adquirido se descomponga o se rompa por lo que tenga que tirarse a la basura. Aquí se tienen muchos ejemplos de juguetes, relojes, radios baratos, etc. con la desventaja adicional de que son traídos de países muy lejanos, lo que produce además muchas emisiones. En general, se ayudaría a mejorar la situación si el consumidor comprara tal vez menos pero de buena calidad.

Entre los intereses de la economía, vender lo más posible, y la evitación de residuos por parte del ciudadano existe a primera vista un conflicto de intereses ya que “al no comprar se daña a la economía“. Esta premisa no concuerda completamente con la realidad. Hay capas sociales que no pueden adquirir cosas nuevas o de última moda. Lo cual no significa que ellos no tengan el deseo de adquisición. Este deseo lo pueden realizar si adquieren artículos de segunda mano. Las capas sociales que pueden permitirse comprar cosas nuevas son las que a su vez impulsan la economía; los remordimientos de conciencia son innecesarios ya que las cosas que ellos no necesitan más, pero que están en buen estado, las pueden vender en tiendas o mercados de segunda mano, mercados de pulgas, por medio de anuncios en periódicos o en los foros del sitio web Mercado Libre (ebay). Una alternativa mejor sería donar las cosas a una organización caritativa para que sean vendidas a beneficio de la misma para financiar sus proyectos sociales.

La evitación de residuos alcanza sus límites en el campo de los productos de alta innovación. Por ejemplo los teléfonos celulares y las computadoras, los que después de 3 o 4 años ya no cumplen con los requerimientos técnicos. Pero también en este caso existe una demanda de compradores que quieren adquirir una computadora pero no pueden pagar el precio de una nueva. Esto también sucede en la compra-venta de autos usados.

### **5.3 Evitación de basura tirada en el paisaje**

Otra área de la evitación de desechos es la basura tirada o depositada dentro de las poblaciones y en el paisaje (“littering”): ¿Como evitar estos desechos, los embalajes de plástico o de metal, botellas de bebidas o las bolsas de plástico pero también residuos domésticos de gran tamaño? Esta situación podría mejorarse a través de una mejor educación del pueblo con respecto a la protección del medio ambiente. El comercio podrá contribuir. El municipio debe dar también un buen ejemplo.

## **6 Reciclaje material o valorización energética de los Residuos**

El reciclaje de los residuos deberá de tener prioridad sobre la valorización de ellos (Directiva Europea). La obligación de reciclar los residuos deberá de ser económicamente eficiente. Esto se considera cumplido si los costos del reciclaje son similares a los costos de una valorización,

ni que hablar de una eliminación de dichos residuos (manejo sostenible de residuos) o no mucho más altos. De esta forma se substituyen materias primas y fuentes primarias de energía.

El desarrollo de los residuos domésticos y similares a estos (por parte de la industria) en Baviera entre los años 1991 y 2001 se muestra en la gráfica (v. fig. 2).

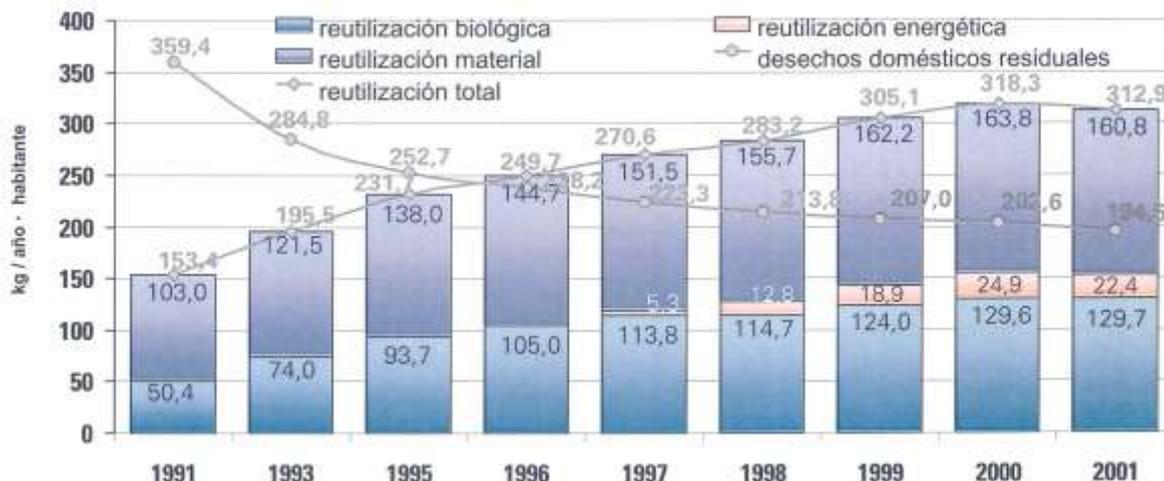


Figura 2: La figura muestra una curva ascendente de los residuos reciclados o valorizados y una curva descendente correspondiente a los desechos domésticos restantes. En este periodo se realizaron los mayores cambios a consecuencia de las leyes dictadas que se mencionaron anteriormente. A partir del año 2001 ya no se han producido cambios significativos.

### 6.1 Reciclaje

Cuanto más pura sea una fracción seleccionada tanto más valioso es el material a ser reciclado. Por eso es recomendable separar y mantener separados los diferentes materiales. Como ejemplos clásicos de procesos eficientes de reciclaje se pueden mencionar la fundición de las botellas de vidrio y de los metales y el uso de papel y cartón usados para producir nuevamente vidrio, metales y papel reciclados respectivamente. En el caso de los escombros también se pueden separar y clasificar sus componentes para un reciclaje previsto.

Residuos, cuyo material será reciclado, que fueron producidos anteriormente en grandes cantidades y/o con un contenido alto de contaminantes deben en la actualidad de ser recuperados por los productores de los mismos (Responsabilidad Extendida del Productor). En Alemania existen reglamentos para el reciclaje de ciertos residuos, por ej. de las pilas, de los automóviles y de los aparatos eléctricos y electrónicos así como de los embalajes. Para recoger los últimos según el Reglamento federal de la Recuperación de los Embalajes, la industria ha tenido la obligación de organizar los Sistemas Duales para la recogida de los embalajes. Se llaman “Sistemas Duales” por que funcionan paralelamente al sistema de recogida de los desechos domésticos restantes. El Sistema Dual más importante en Alemania es el “Punto Verde”.

En los últimos años se ha registrado un gran auge en el reciclaje biológico de los residuos orgánicos, es decir, los residuos verdes y los residuos orgánicos domésticos. Estos dos tipos de residuos son recogidos separadamente. Los procesos utilizados para el tratamiento de estos residuos son el compostaje y la fermentación / (bio-)digestión. Para acelerar y controlar estos procesos, los cuáles en la naturaleza se realizan lentamente, se hace uso de ayuda

técnica. Los productos de ambos procesos se utilizan como sustrato para mejorar especialmente los suelos en la jardinería o en la agricultura. En el caso de la fermentación, se produce además biogas como fuente de energía eléctrica y de calor.

El criterio decisivo para la utilización de la composta y de los residuos de la fermentación para la mejora de los suelos del campo es el control de calidad continuo de estos productos. Dicho control va aunado a la cantidad límite de los productos que se distribuyen en el terreno para asegurar que los suelos no sean sobreabonados o sobrecargados de sustancias dañinas.

Esto es válido principalmente para la utilización de los lodos activados, producto del tratamiento de las aguas negras, en la agricultura (Reglamento federal de los Lodos activados). En el año 1999 en Baviera se utilizaba aproximadamente la mitad (52 %) de los lodos activados para abonar los campos. A pesar de las especificaciones que definen la cantidad y la frecuencia de su utilización, el Gobierno de Baviera desea que se termine con esta práctica debido al riesgo residual, causado por el contenido de sustancias nocivas que pudieran contener dichos lodos. El Gobierno del Estado espera que esto suceda voluntariamente. En el año 2008 se redujo la utilización al 19 %.

Otros ejemplos del reciclaje exitoso de residuos en cantidades considerables o de residuos problemáticos de la industria son:

- El reciclaje del yeso, producto de la desulfuración de los gases producidos durante la incineración del carbón en las plantas termoeléctricas, en la industria para la producción de materiales para la construcción.
- La regeneración de disolventes o de aceites usados.
- La fundición de los lodos galvánicos.

## 6.2 Valorización energética

El proceso de valorización energética utiliza los residuos como fuente alternativa de combustible. Las emisiones al medio ambiente producidas por la valorización térmica deben cumplir con los estándares técnicos actuales como es el caso de las plantas incineradoras. Sin embargo esta aplicación está restringida por una serie de condiciones, en particular (§ 6 “Ley federal Alemana para la Economía Cíclica y de los Residuos”):

- Un valor combustible mínimo de 11 000 kJ/kg del residuo respectivo.
- Una valorización del calor producido.
- Un manejo no problemático de los residuos de la combustión. Un principio general en este caso, es que la valorización de residuos como sustitutos de combustibles no contamine al medio ambiente.

Ejemplos de la valorización energética de los residuos se tienen en la incineración de llantas viejas, aceites usados, alfombras viejas, etc. como sustitutos de combustibles en los hornos de las cementeras, o la valorización de los árboles o ramas y de las maderas viejas o su aserrín, como combustible en las plantas termoeléctricas.

En los últimos años se han desarrollado también nuevas tecnologías para la valorización de plásticos de los residuos domésticos, entre ellas la pirolisis y la aplicación de los plásticos como reductores para separar el hierro del mineral. En este proceso se valorizan grandes cantidades de residuos plásticos recogidos por los Sistemas Duales en Alemania.

En los próximos años, la valorización de los lodos activados deshidratados en las termoeléctricas de carbón será una contribución importante para la eliminación de este tipo de residuos.

### 6.3 Valorización de residuos para rellenar minas subterráneas

Otra posibilidad de valorizar los residuos sólidos inorgánicos, también peligrosos, es llevarlos a minas subterráneas para rellenar las antiguas galerías y tramos ya explotados para evitar los derrumbes con los correspondientes daños en la superficie. Esto solo es posible si se garantiza que no penetre agua, que pueda servir de disolvente, como por ejemplo en las minas de sal y en caso de residuos casi inertes, es decir, que no reaccionen a altas temperaturas y/o con gases.

## 7 Tratamiento de residuos en vista a su eliminación

Residuos que no se puedan evitar y que tampoco se puedan reciclar o valorizar deberán de ser tratados conforme a las normas establecidas para el manejo de residuos.

### 7.1 Plantas de incineración

Para los residuos combustibles, especialmente los desechos domésticos restantes, se cuenta en Baviera con el tratamiento térmico. Sus objetivos son los siguientes:

- **Reducción de la masa y del volumen de dichos residuos.**
- **Mineralización de la fracción orgánica** a través de una reducción térmico-oxidativa.
- **Producción de residuos pobres en sustancias dañinas o peligrosas** y que por lo tanto se puedan disponer en grandes cantidades en forma ambientalmente segura (escorias de la incineración).
- **Concentración al mínimo de los componentes inorgánicos peligrosos** (por ej. los metales pesados); estos pueden ser utilizados o dispuestos de forma segura.
- **Valorización del contenido energético de los residuos.**

En Alemania se cuenta con incineradoras de residuos desde hace más de 100 años y debido a ello se ha desarrollado una tecnología muy avanzada.

El sistema de incineración sobre una parrilla de combustión con caldera y acoplado con un sistema de purificación de los gases de combustión ha demostrado su eficacia (v. fig. 3) para el tratamiento de los desechos domésticos restantes y los residuos comparables a los domésticos de la industria.

La función principal de la parrilla de combustión es el transporte y el atezamiento del material a incinerar para que así se cuente con un suministro adecuado de aire que permita una incineración completa de los residuos. Los restos de la incineración se templan en un baño de agua. Estas escorias son recogidas y bajo controles ambientales e ingenieriles muy estrictos pueden ser valorizados, principalmente como componentes para la construcción de caminos o en minas subterráneas (v. cap. 6.3).

Los gases de la combustión se conducen nuevamente a la cámara de combustión para tratarlos, se les proporciona aire y se someten a muy altas temperaturas. En la caldera que está conectada se recupera la energía del vapor y la eléctrica. Antes de ser liberados al medio ambiente, los gases son purificados a través de procesos técnicos muy avanzados, pero costosos.

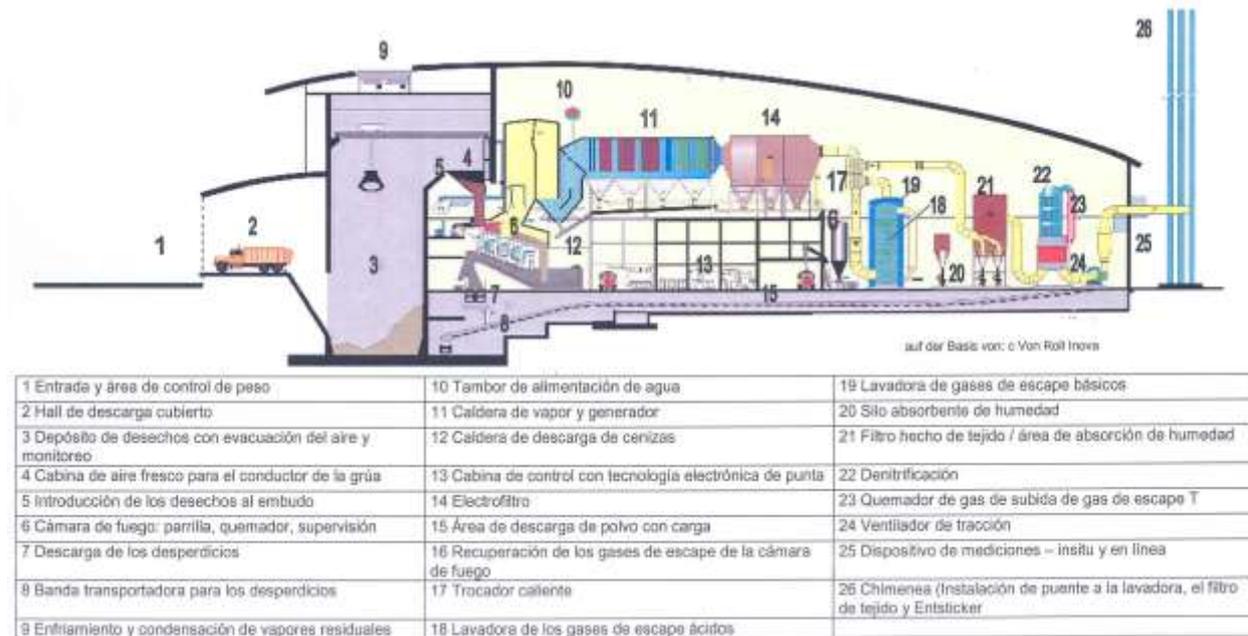


Figura 3: Esquema de la planta de incineración de Nuremberg: El sistema de incineración sobre una parrilla de combustión con caldera y acoplado con un sistema de purificación de los gases de combustión ha demostrado su eficacia.

La combinación de los diferentes procesos como la

- eliminación de los polvos (electrofiltros, filtros textiles, zyclón),
- separación de los componentes ácidos de los gases (HCl, HF, SO<sub>2</sub>) a través de separadores o por medio de procesos en seco,
- separación de metales pesados y dioxinas / furanos a través de diferentes adsorbentes y
- denitrificación (DeNO<sub>x</sub> catalítica o no-catalítica)

garantizan que las emisiones estén por lo general muy por debajo de los límites establecidos para la incineración de residuos, por el 17º. Reglamento de la Ley Federal de Inmisiones. También los productos de reacción sólidos peligrosos pueden ser en gran parte valorizados en la minería bajo determinadas condiciones.

En Alemania solo se permite disponer residuos orgánicos que hayan sido lo suficientemente pretratados. En Baviera se trata un 98 % de los desechos domésticos restantes en 16 plantas térmicas.

### 7.2 Métodos alternativos para el tratamiento de residuos domésticos restantes

En el resto del país se practica el tratamiento mecánico-biológico como alternativa al tratamiento térmico de los residuos, sin embargo consideramos que este método no es igualmente efectivo. Debido a esto existe en Baviera solamente una planta de este tipo que trata un 2 % de los desechos domésticos restantes.

### 7.3 Tratamiento de residuos peligrosos

El tratamiento de los residuos peligrosos depende tanto del tipo como del objetivo del tratamiento.

El tratamiento térmico se puede aplicar a los residuos peligrosos orgánicos, como por ej. lodos de aceites minerales o residuos con sustancias orgánicas peligrosas. Se utilizan hornos rotativos tubulares con cámaras de postcombustión y al final conectadas con calderas. Las exigencias para las plantas incineradoras de residuos peligrosos son comparables con las de

las plantas incineradoras de desechos domésticos restantes. Las diferencias se presentan principalmente en las condiciones de incineración. Los valores límite de las emisiones son válidos para ambos tipos de plantas.

Un tratamiento físico-químico, por ej. a través de

- precipitación / aglomeración
- oxidación / reducción
- destilación y
- extracción

sirve, conforme al tipo del residuo peligroso, para su “desintoxicación”, su transformación química o para la separación de las sustancias útiles en los residuos. Estos tratamientos pueden ser aplicados a una gran variedad de residuos peligrosos como son los ácidos, bases, sales, soluciones, lodos o disolventes.

En Baviera la “GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH” – una empresa paraestatal – es la encargada oficial de la eliminación de los residuos peligrosos. Esta empresa mantiene una red descentralizada de sitios para la recolección completa de los residuos peligrosos, plantas incineradoras y plantas de tratamiento físico-químico, así como rellenos sanitarios para la disposición final.

## 8 Disposición final de los residuos

La disposición en los rellenos sanitarios representa el paso final en el manejo de los residuos. El Gobierno Federal de Alemania quiere intensificar la evitación y la reutilización de los residuos y alcanzar, teóricamente, el fin de la disposición de los residuos domésticos en rellenos sanitarios hasta el año 2020. Esto quiere decir, que una gran parte de los residuos domésticos se manejarán en el ciclo (“reciclaje”) que empieza con la producción, seguido con el uso como producto, la reutilización como residuo y de nuevo con la producción. El resto servirá como fuente secundaria de energía o como material para rellenar, bajo ciertas condiciones, minas subterráneas. Así quedan cada vez menos residuos para los rellenos sanitarios.

La Instrucción Técnica de 1991 para los residuos peligrosos (“TA Abfall”) y la Instrucción Técnica de 1993 para los residuos domésticos y los residuos comparables a los domésticos (“TA Siedlungsabfall – TAsi”) eran las instrucciones administrativas que establecen hasta ahora los estándares técnicos modernos en Alemania también en cuanto a la disposición de residuos. Los rellenos sanitarios son construidos para su permanencia y por lo general ellos son los sitios en donde los residuos se disponen finalmente. Para proteger a la biósfera de posibles daños permanentes provocados por los residuos dispuestos, se sigue para los rellenos sanitarios modernos el concepto de barreras múltiples que actúan prácticamente independientes una de la otra:

- Barrera Geológica (natural) o una alternativa técnica adecuada debajo de la base del relleno sanitario.
- Sistema de aislamiento de base y un desagüe en declive natural, con el objetivo de coleccionar los lixiviados y poderlos tratar adecuadamente conforme al estándar técnico. El objetivo de un aislamiento de base es la protección de la napa de los lixiviados del relleno.
- Residuos pretratados y adecuados al relleno sanitario, una operación y una supervisión del relleno sanitario conforme a los Reglamentos y las Instrucciones Técnicas.

- Sistema de aislamiento de superficie así como la protección de éste.  
El aislamiento de superficie evita que las precipitaciones penetren al cuerpo del relleno.
- Un control permanente después del cierre de un relleno sanitario y en su caso la reparación de los sistemas de aislamiento.

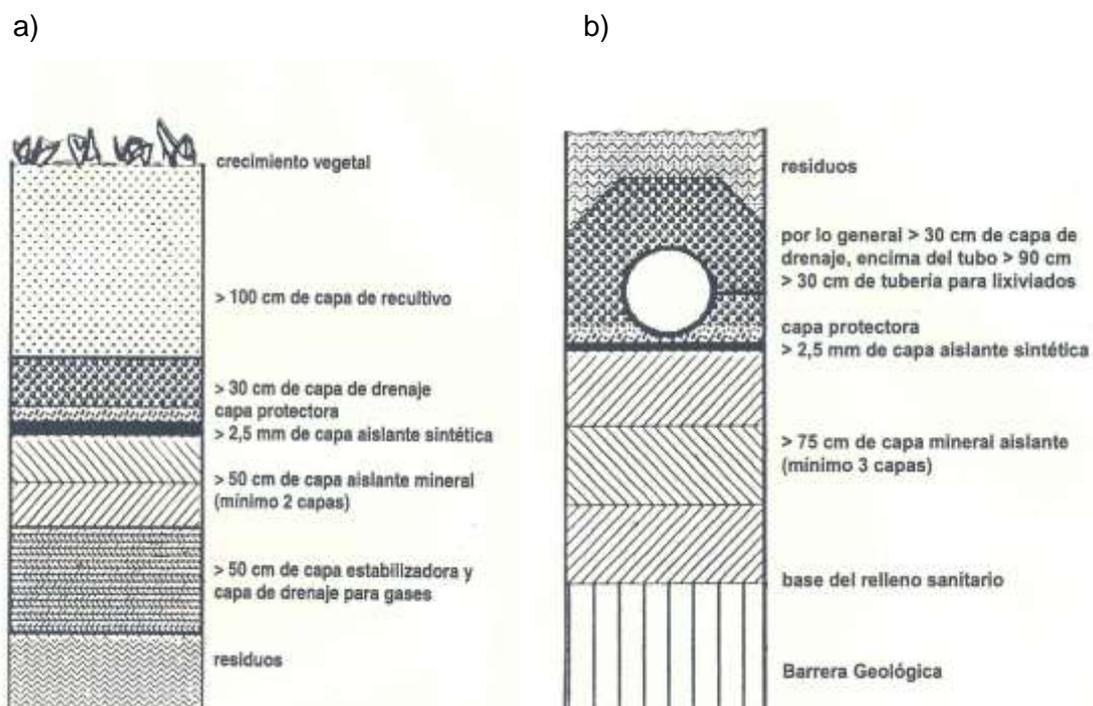
A continuación, estas barreras serán descritas detalladamente.

Para el sitio del relleno deberá elegirse un subsuelo, por su origen geológico sea prácticamente impermeable y absorbente y conforme a sus características mecánicas del suelo, sea estable. Con esta barrera natural se impide a largo plazo una posible contaminación de la napa por los residuos dispuestos, si los sistemas de aislamiento algún día fallarán. En el caso de que no sea posible encontrar un sitio adecuado en la región de la búsqueda que cumpla con el criterio de la Barrera Geológica, pero que a su vez llene los demás requisitos, podrán construirse las llamadas Medidas Técnicas de Compensación semejantes a las capas aislantes pero de un metro más de espesor.

A partir del 1º de junio de 2005, se permite en Alemania disponer solamente residuos orgánicos que hayan sido lo suficientemente pretratados. En Baviera se trata alrededor del 98 % de los desechos domésticos restantes térmicamente, hasta que sean lo más inertes posible, es decir, que ya no sean reactivos. Así se pueden desactivar la nocividad de los contaminantes orgánicos.

Los sistemas de aislamiento son las barreras técnicas directas para proteger la biósfera de los residuos dispuestos. Las Instrucciones técnicas para los residuos municipales (Rellenos sanitarios clases I y II) y para los residuos peligrosos (Rellenos sanitarios clase III) indican las especificaciones exactas. Se indica un aislamiento combinado en el que las capas aislantes minerales se complementan con una capa aislante sintética (membrana de polietileno de alta densidad / PEHD) o de asfalto con hormigón.

En la figura 4 se muestra el estándar de aislamiento de superficie (a) y de base (b) de los **Rellenos sanitarios en Alemania como ejemplo los rellenos de clase II:**



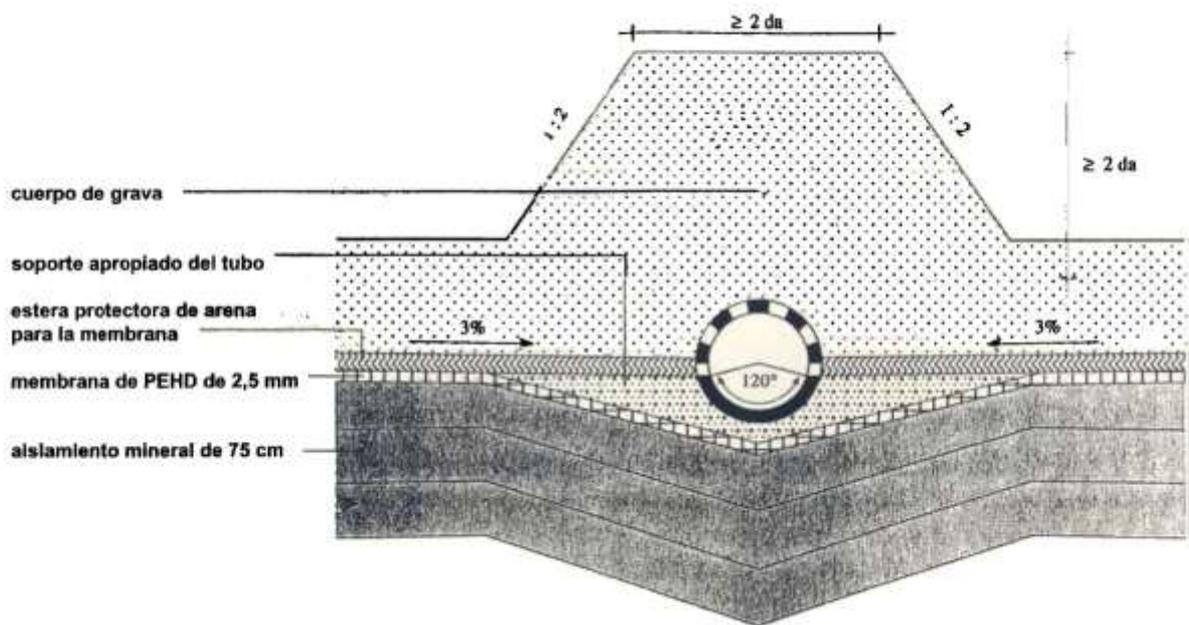
- Figura 4: Sistema de aislamiento de la clase II de rellenos sanitarios en Alemania según TASI:
- Esquema de Aislamiento de superficie combinado.
  - Esquema de Aislamiento de base combinado de tres capas minerales y una membrana de polietileno (PEHD) con sistema de drenaje para recuperar los lixiviados y desaguarlos en declive natural.

**Rellenos de la clase 0** contienen residuos inertes como escombros y tierras no contaminadas. Por eso no necesitan capas de aislamiento.

**Rellenos sanitarios de la clase I** contienen residuos menos contaminados que los de la clase II. Por eso tienen la misma cantidad de capas minerales, pero no necesitan una Barrera Geológica ni membranas de PEHD.

**Rellenos sanitarios de la clase III** contienen residuos peligrosos y necesitan por eso en vez de tres capas mineral aislante de la clase II seis capas. Además están armadas con un sistema automático de control de penetración de lixiviado a través de la membrana.

La figura 5 muestra especialmente la situación alrededor del tubo de recolección del lixiviado más detallado que en la figura 4b).



- Figura 5: Aislamiento de base con sistema de drenaje (capa o cuerpo de drenaje, estera de geotextil con arena, tubo y soporte de arena abajo de éste por motivos de estática) más detallado que en fig. 4b

La Figura 6 muestra una propuesta recomendada para estructurar la capa protectora encima del Aislamiento de superficie:



Figura 6: Estructura recomendada para la capa protectora encima del Aislamiento de superficie.

En Baviera se operan actualmente 36 rellenos sanitarios municipales de las clases I y II, 2 rellenos sanitarios para residuos peligrosos de la clase III, además algunos rellenos de la industria y 459 rellenos para escombros y tierra (residuos inertes). Fundamentalmente deberá de procurarse que los escombros, que no estén contaminados, no sean dispuestos como residuos sino deberán de ser reutilizados. Así se puede disminuir el consumo innecesario del paisaje así como ahorrar los recursos minerales.

## 9 Datos estadísticos del Manejo de Residuos municipales en Baviera del 2009<sup>4</sup>

Habitantes (30 de junio de 2009):	12.497.082
Superficie:	70.548 km <sup>2</sup>
Municipios (rurales / ciudades):	96 (71 / 25)
<b>Residuos domésticos en total:</b>	<b>6.394.413 t</b>
<b>Residuos domésticos por persona:</b>	<b>511,7 kg</b>
Residuos domésticos útiles por persona:	339,0 kg
Desechos domésticos restantes por persona (promedio):	184,5 kg
Desechos domésticos residuales:	1.848.207 t
Desechos domésticos de gran tamaño:	215.022 t
<u>Residuos industriales similares a los domésticos:</u>	<u>242.357 t</u>
Desechos domésticos restantes en total:	2.305.586 t
Sitios centrales para juntar residuos domésticos útiles:	1.683
Clasificadoras para residuos domésticos / residuos de construcción:	157 / 372
Plantas de compostaje y de biogás:	67 / 18
Plantas de incineración:	16
Rellenos municipales:	31

<sup>4</sup> BayLfU: Manejo de residuos domésticos en Baviera – balances 2009, 90 p., Augsburg 2010: > [http://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=STMUG&DIR=stmug&ACTIONxSETVAL\(index.htm.APGxNODENR:1466.USERxBODYURL:artdtl.htm.AARTxNR:ifu\\_abfall\\_00176\)=X](http://www.bestellen.bayern.de/application/applstarter?APPL=STMUG&DIR=stmug&ACTIONxSETVAL(index.htm.APGxNODENR:1466.USERxBODYURL:artdtl.htm.AARTxNR:ifu_abfall_00176)=X) (en Alemán)

Cuota de tratamiento térmico de los desechos restantes:	98,3%
Cuota del reciclaje y de la valorización de los residuos domésticos en total	71,3 %

Los **Residuos domésticos útiles** más importantes fueron en 2007:

• Papel & cartón (Papier, Pappe, Karton)	81.7 kg/hab/a
• Residuos verdes de la jardinería (Grüngut)	90.7
• Residuos domésticos verdes (Bioabfall)	51.0
• Envases de Vidrio (Hohl-Glas)	24.1
• Madera vieja (Altholz)	19.5
• Embalajes de productos domésticos (Leichtverpackungen)	19.0
• <u>Metales (Metalle)</u>	<u>12.0</u>
en total	298.0

en comparación:

• Residuos domésticos restantes	184.5
• Residuos domésticos problemáticos (por ej. pilas, disolventes)	0.44

## 9.2 Residuos minerales más importantes en Baviera:

• Residuos de construcción (reutilizado: 87.7 %, eliminado 12.3 %)	ca. 42.7 mill. t (2008 <sup>5</sup> )
- Excavación de tierra	27.8 mill t
- Escombros	8.6 mill t
- Asfalto y hormigón de la ruptura de las calles	3.1 mill t
- Otros	3,2 mill t
• Balasto de vías de tren	ca. 0.5 mill t (2006 <sup>6</sup> )
• Barredura de calles (Munich: ca. 12 000, Nuremberg: 4 000, Würzburg: 2 000 t/a) calculado por hab/a	ca. 0.1 mill t (2006 <sup>7</sup> )
• Escorias	
- de la incineración de residuos domésticos (reutilizado: 81 %, eliminado 19 %)	ca. 0.68 mill t (2009 <sup>8</sup> )
- de aceros en horno eléctrico industriales	ca. 0.2 mill t (2007 <sup>9</sup> )
- de la incineración de biomasa, ante todo Madera natural	ca. 0.065 mill t (2007 <sup>10</sup> )

<sup>5</sup> Bayerisches Statistisches Landesamt: Entsorgung von Bauabfällen in Bayern, [Statistische Berichte](#), (en Alemán), München 2011

<sup>6</sup> BayLfU: Información recopilada telefónicamente de la Deutsche Bahn AG en 2007

<sup>7</sup> BayLfU: Informaciones recopiladas telefónicamente de las ciudades en 2008

<sup>8</sup> BayLfU: Manejo de Residuos domésticos en Baviera – bilanzas 2009, 90 p., Augsburg 2010: véase <http://www.lfu.bayern.de/abfall/abfallbilanz/index.htm> (en Alemán)

<sup>9</sup> Schmidt, Hans-Dieter: Herstellung und Vertrieb von Elektroofenschlacke, Bayerische Abfall- und Deponietage 2008, 14 p., Augsburg 2008

<sup>10</sup> BayLfU: Informaciones recopiladas telefónicamente de las empresas responsables en 2008

### 9.3 Residuos no peligrosos de fabricación

Los Residuos no peligrosos de fabricación son residuos que se pueden reutilizar en su mayor parte. Debido a esto no se dispone de datos estadísticos.

### 9.4 Residuos peligrosos en Baviera

Los **Residuos peligrosos primarios** de la industria: ca. 1.2 mill t (2005)

- Residuos de construcción ca. 44 %
- Residuos de fabricación ca. 27 %
- Aceites minerales ca. 13 %
- Residuos de urbanización ca. 7 %
  - Residuos domésticos problemáticos
  - Residuos de plantas públicas de tratamiento de residuos y aguas negras
  - Residuos del abastecimiento público de agua
  - Residuos específicos de clínicas
- Otros ca. 9 %

Los **Residuos peligrosos secundarios** de la industria: ca. 1.0 mill t (2005)

- Residuos de plantas de tratamiento de residuos

Los **Residuos peligrosos en total**: ca. 2.2 mill t (2005<sup>11</sup>)

## 10 Desarrollo del Manejo de Residuos en Baviera (1963 – 2008)

El manejo de Residuos en Baviera se desarrolló paso a paso y de la manera „learning by doing“. Los siguientes pasos marcan este desarrollo:

1963	Primera planta bávara incineradora para residuos en Rosenheim; primer levantamiento de la eliminación de residuos en Baviera
1970	Fundación del Ministerio / de la Secretaría Bávara para el Medio Ambiente como primer departamento para el Ambiente en el Mundo
1971	Fundación de la GSB, la compañía semiestatal para la eliminación de los residuos peligrosos: <a href="http://www.gsb-mbh.de">www.gsb-mbh.de</a> (en Alemán); Edificación de la primera planta en el mundo en Baviera para el tratamiento térmico de los residuos peligrosos
1972	Fundación del Servicio Estatal Bávaro para la Protección del Medio Ambiente (BayLfU, todavía sin las secciones agua y geología) con 42 colaboradores; Mapeo y registro de los sitios para tirar basura (tiraderos) en Baviera (cant.: 6022); Primera Ley federal de los Residuos
1973	Primera Ley bávara de los Residuos
1975	Primer Relleno Sanitario en Baviera para residuos peligrosos
1975/76	Mapeo y registro de los residuos peligrosos y de las empresas con estos residuos en Baviera como base para la ejecución del Reglamento para comprobar las Vías de los Residuos
1977	Plan parcial de Eliminación de Residuos: Residuos Peligrosos; Transmisión de la competencia para la eliminación de los desechos domésticos de las autoridades locales a los municipios

<sup>11</sup> BayLfU: Estadística de los Residuos peligrosos en Baviera 2009, 52 p., Augsburg 2011: véase [www.lfu.bayern.de/abfall/sonderabfall/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/abfall/sonderabfall/index.htm) (en Alemán)

1978	Inicio del saneamiento de 5000 tiraderos
1980 – 90	Proyecto piloto para la recogida de los residuos domésticos de valor
1981	Primeros intentos para la recogida separada y el compostaje de residuos biológicos de los hogares
1982	Fin de la reorganización del “Manejo de residuos”: Todos los hogares están conectados a los sistemas de la recogida de los residuos.
1984	La “Protección del Medio Ambiente” como meta estatal en la Constitución Bávara
1987	Intentos para la fermentación de los residuos biológicos
1989	Fundación de la Sociedad semiestatal para el Saneamiento de los Sitios contaminados por empresas que quebraron (GAB): <a href="http://www.altlasten-bayern.de">www.altlasten-bayern.de</a> (en Alemán)
1990	Plebiscito entre el esbozo de la Ley bávara de los Residuos y el llamado “Mejor concepto de los residuos” por parte de una Iniciativa civil ciudadana: La evitación previa del reciclaje y previa de la eliminación; por primera vez en el mundo se tomaron estos objetivos en la “Ley Bávara para el Manejo de Residuos”
1991	Entra en vigor la Norma técnica “Residuos Peligrosos” (TA Abfall)
1992	Implantación del primer Sistema Dual en Baviera para la recogida y el reciclaje de residuos de envases y embalajes (Punto Verde)
1994	Entra en vigor la Norma técnica para Residuos Domésticos; Planta de incineración central para los Residuos Hospitalarios para toda Baviera en Augsburg
1995	En los Municipios bávaros operan 251 asesores para organizar e informar acerca del Manejo de Residuos
1996	Reglamento para la introducción en Alemania del Catálogo Europeo de Residuos: En toda la Unión Europea se aplican claves comunes para los residuos: <a href="#">Lista Europea de Residuos</a> (Novela de 2002) Entra en vigor la Ley federal Alemana para la Economía Cíclica y de los Residuos: El manejo de los diferentes residuos se regula a través de Reglamentos en los años siguientes
2000	El Estado libre de Baviera cierra el Pacto en favor del Medio Ambiente “Manejo sostenible del siglo 21” con las empresas de Baviera.
2005	A partir del 1º de Junio se cuenta en Alemania solamente con una Disposición final de Residuos orgánicos pretratados en Alemania: En Baviera se trata el 98 % de los desechos domésticos restantes en 16 plantas incineradoras. Al BayLfU se designan las áreas “agua” y “geología” y se nombra “Servicio Estatal Bávaro para el Medio Ambiente”.
2007	Cuatro sistemas duales nuevos autorizados en Baviera, que compiten con el Punto Verde
2008	La Unión Europea fija nuevos puntos de referencia para el Manejo de Residuos, basados en los objetivos asentados en la “Ley federal Alemana para la Economía Cíclica y de los Residuos”

El Desarrollo del Manejo de Residuos en Alemania en los últimos 40 años se puede describir como un Manejo tradicional, un Manejo ordenado, un Manejo moderno y hasta alcanzar un Manejo sostenible de residuos (v. Lottner 2007<sup>12</sup>).

<sup>12</sup> Lottner, U.: [Desarrollo del Manejo de Residuos en Alemania](#) a partir de los años 70, tomando como ejemplo el Estado de Baviera, recopilación, II Congreso Interamericano de

## 11 Resumen de tareas del Departamento “Manejo de Residuos” en el BayLfU

- Investigación de fundamentos y cuestiones principales
- Desarrollo de objetivos
- Evaluación y transformación de
  - \* Sistemas y nuevas tecnologías
  - \* Proyectos de investigación y proyectos piloto
- Investigaciones y análisis propios en los laboratorios del BayLfU
- Informaciones sobre los residuos y banco de datos
- Dictámenes en el marco de autorización y operación para el tratamiento de los residuos y los rellenos sanitarios
- Control de plantas para el tratamiento de residuos y de las corrientes de residuos.

## 12 Perspectivas

Las argumentaciones anteriores han tratado de demostrar la complejidad y diversidad de las tareas del Manejo actual de los Residuos no solamente en Baviera.

La innovación continua de productos y los cambios en los procesos de producción influenciarán directamente el área de los residuos lo cual conducirá a definir nuevas tareas y demandas cuyas soluciones en detalle serán en el futuro, no menos difíciles de resolver que en el presente.

El segundo factor que influye importantemente al manejo de residuos es el comportamiento de consumo de la población. Este factor no es una dimensión constante sino está influenciado por la moda y las tendencias del momento. Estos seguirán afectando al campo de residuos sin que necesariamente vayan de acuerdo o respeten los objetivos del manejo de ellos. Aquí también van a surgir nuevas tareas.

Igualmente deberá de tenerse en cuenta que el manejo actual de los residuos preferentemente en el área del reciclaje de los residuos domésticos, con sus diversas actividades de recogida de materiales útiles, esté basada en la cooperación de cada ciudadano. Sin embargo, en el futuro no se podrá confiar en que el ciudadano siga separando los residuos tan activamente como lo realiza en la actualidad.

En consecuencia, no se puede esperar que en el futuro las tareas del manejo de residuos vayan a disminuir o vayan a ser más fáciles de resolver. Por lo tanto, es necesario consolidar y profundizar la consideración de los productos desde un punto de vista integral que abarque desde su producción hasta su reciclaje para poder imponer finalmente las medidas necesarias.

En este contexto deberán de desarrollarse además conceptos comunales para evitar la producción de residuos. Un manejo efectivo y adecuado de residuos en el futuro no solamente considerará los aspectos técnicos y científicos sino que se aumentará la consideración de los aspectos económicos y sociales. Con el aumento de los precios en el mercado internacional de las materias primas, deberán de considerarse los residuos como una fuente cada vez más importante de materiales útiles. En Alemania se realizan actualmente estudios orientados a la recuperación de metales y polímeros de los rellenos sanitarios que ya habían sido cerrados. Es decir, los rellenos sanitarios podrían convertirse en los yacimientos de materiales útiles en el futuro.

### **13 Más información con respecto al Manejo de residuos en Baviera / Alemania**

Servicio Estatal Bávaro para el Medio Ambiente: [Medidas para evitar la formación de los Residuos](#) (en Alemán)

Lottner, U.: [Manejo Moderno e Integral de los Residuos](#) , Publicación: 26 p., Augsburg / Buenos Aires 2009

Lottner, U.: [Desarrollo del Manejo de Residuos en Alemania](#) a partir de los años 70, tomando como ejemplo el Estado de Baviera, recopilación, II Congreso Interamericano de Residuos Sólidos AIDIS, 24 p., Augsburg / Viña del Mar (Chile) 2007