

RESA/FICHTNER planea la contención de la contaminación y la extensión de Vertederos/Depósitos Controlados existentes

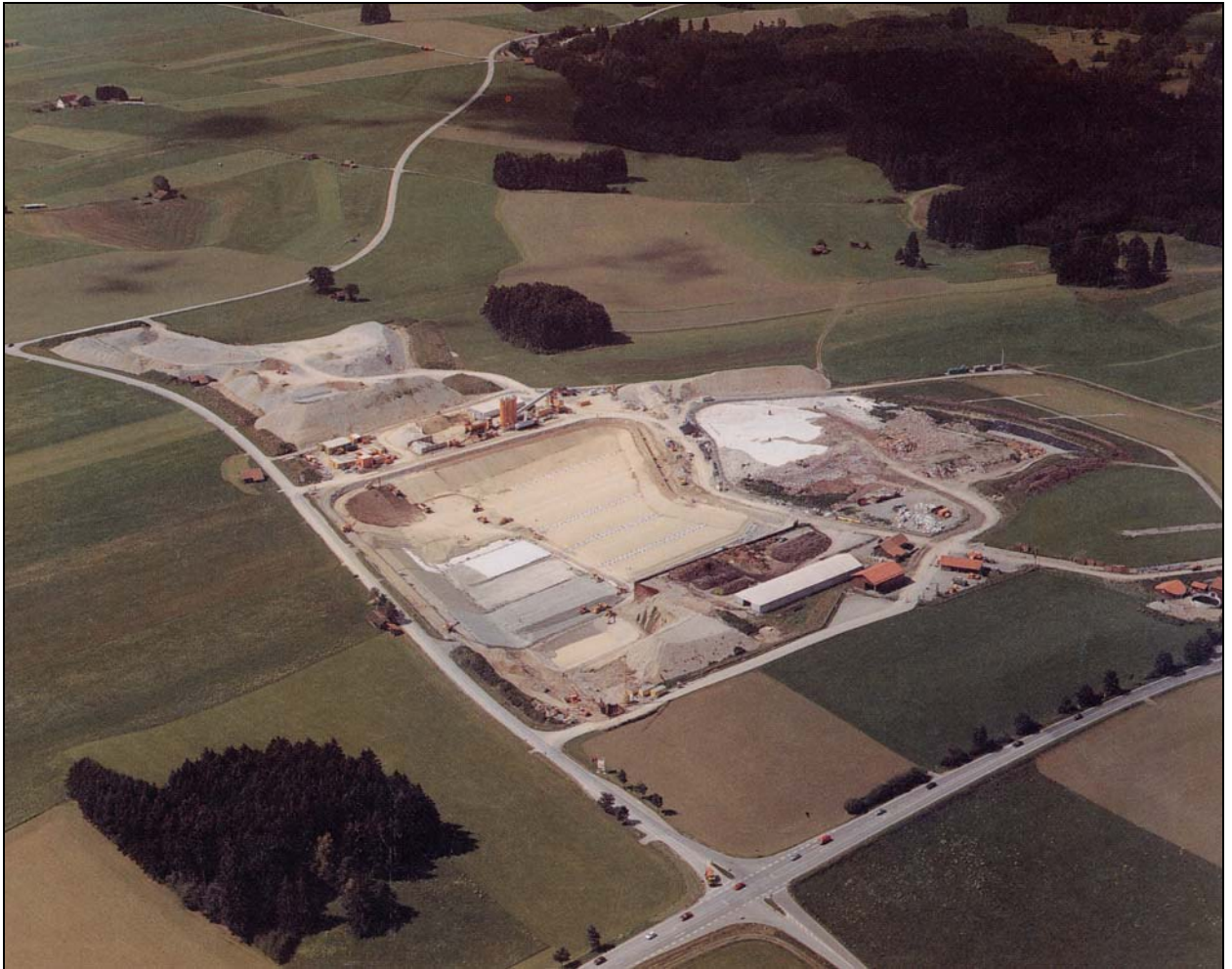
Aunque en la gestión de residuos se lleven a cabo todas las posibilidades técnicas de tratamiento de residuos, sea la reducción en origen, recuperación de materiales o el aprovechamiento energético, siempre existirá la necesidad de un vertedero/depósito controlado.

A fin de cumplir con esta necesidad y debido a la oposición pública a la apertura de nuevos Vertederos/Depósitos Controlados, hay que asegurar la utilización de las infraestructuras existentes mediante el control de la posible contaminación que generan (y el saneamiento en caso de detectarse), así como la extensión de su vida útil.

Se presenta en este documento los trabajos realizados en el Vertedero de Erbenschwang, en que se controló la gestión global del proyecto y las evaluaciones de ofertas, y un vertedero de una industria papelera en Stokstadt, próxima al Río Main, que implicó la ingeniería del sistema de contención y el control de la contaminación generada por el vertedero.

Depósito controlado de Erbenschwang.

El depósito controlado de Erbenschwang utilizado para el vertido de residuos sólidos urbanos, está localizado en la Alta Baviera, en el distrito de Weilheim-Schongau. Las tres primeras secciones de vertido se habían completado entre 1984 y 1988 y la base de impermeabilización estaba formada por una capa mineral de 60 cm de grosor y una lámina de polietileno de alta densidad de 2,5 mm. Este aislamiento cumplía con las regulaciones técnicas existentes en la época en que se dieron los permisos (1983).



Vista aérea del Depósito Controlado de Erbenschewang

La nueva normativa con unos requerimientos técnicos más estrictos, así como la específica situación hidrogeológica, hicieron necesario aumentar considerablemente las medidas de impermeabilización y control de la nueva área de vertido para poder obtener los permisos de ampliación correspondientes. Ello era debido sobretudo a la localización del Depósito en una área de gravas (de la época glacial) a una profundidad de 35 a 40 metros, con un flujo substancial de agua subterránea en dirección a Schongau.

A fin de remediar la falta de una barrera geológica natural, se seleccionó un tipo de impermeabilización de la base del Depósito Controlado, de acuerdo con la tecnología existente en sistemas de contención.

Se implementó la siguiente estructura de la base (de abajo hacia arriba), mediante:

– 4 capas de arcilla, de 25 cm cada una	100 cm
– capa de control de drenaje	
– capa de adsorción de mezcla mineral Dywidag.....	50 cm
– capa sellante de grava, arena, caolín y DynagROUT.....	50 cm
– capa de protección de grava, arena y caolín	15 cm
Total	215 cm

Se preparó y ensayó una celda de pruebas con las pendientes y la base de acuerdo con este esquema en noviembre de 1991, realizándose diversos análisis. En base a los resultados obtenidos, se elaboró un sistema de control de calidad, con los que se inició la construcción en marzo de 1992, finalizando la construcción un año después.

Capa de impermeabilización inferior.

La capa de impermeabilización inferior consiste en arcilla mineral natural, sin aditivos. El material fue extraído de la cantera de una fábrica de ladrillos y se preparó mediante el raspado de la superficie mientras se regaba con agua. El material fue ubicado en su sitio mediante un bulldózer, seguido por compactación, mediante un compactador de ruedas de acero. Se realizó un control de análisis sistemáticos del contenido en agua y del grado de compactación.

La superficie fue regulada para que formase una pendiente a lo largo y transversalmente. Se instalaron capas de drenaje geotextil y encima de éstas, tuberías de polietileno de alta densidad conteniendo cableado para los sensores de banda ancha de los elementos de control.

Capa de adsorción.

Se utilizó por vez primera la mezcla mineral Dywidag que se compone de los siguientes agregados: grava de tamaño 16/32 mm, 68% en peso; arena seca 0/1 mm, 22% en peso; bentonita cálcica medio activada, 10% en peso.

Se realizaron pruebas de idoneidad para hallar las proporciones más adecuadas de estos agregados, con el fin de que la arena y la bentonita llenasen completamente los huecos dejados entre los granos de grava. A fin de prevenir un cambio en las propiedades del agregado de bentonita, debido al intercambio iónico, se limitó el contenido en carbón de los otros materiales.

La mezcla fue preparada en una planta de mezclado de elevada capacidad y debía ser compactada en condiciones de máxima sequedad, con un contenido en humedad del 0 al 0,5% en peso. Las propiedades esenciales de esta capa son su elevada capacidad para adsorber contaminantes y un efecto sellante que se incrementa con la humedad debido a la presión por el aumento de volumen de la bentonita, que puede alcanzar 30 kN/m². Los requerimientos de esta capa de adsorción son: peso unitario en seco de 2,1 g/cm³, coeficiente de permeabilidad no superior a 5 x 10⁻¹¹ m/s.

Capa de revestimiento DynagROUT.

Para el revestimiento de la base, se utilizó un nuevo tipo de sellante de estructura mineral. Se utilizaron gravas y arenas con un bajo contenido en caliza, así como arcillas de baja expansión y elevada resistencia a las reacciones químicas. Utilizando fracciones de grano definidas, se obtiene una capa con un tamaño de grano gradual, modelizada en la distribución de Fuller.

El espacio residual de poro, reducido al mínimo en la mezcla mineral, fue rellenado con un gel de hidrosilicatos modificado con solanos, el gel DynagROUT, como ligante.

El "gel DynagROUT" posee la propiedad de formar compuestos químicos estables en la superficie de silicatos naturales. Esto cierra las superficies de contacto entre ligante y grano mineral, llena el espacio de poro y alcanza un elevado grado de impermeabilidad con respecto a los líquidos. La consistencia de este "gel" proporciona una gran elasticidad a este compuesto, a pesar del elevado contenido en sólidos. Además, el "gel" DynagROUT posee una elevada resistencia a la agresión por contaminantes químicos.

La siguiente composición de la mezcla Dynagrout es la que se empleó en el caso comentado:

– Arcilla pulverulenta.....	13,55 % (en peso)
– Grava arenosa (0/8 mm).....	76,26 %
– Agua.....	8,49 %
– Silicato sódico 38/40	1,42 %
– Dynagrout DWR A	0,12 %
– Dynagrout DWR B	0,16 %

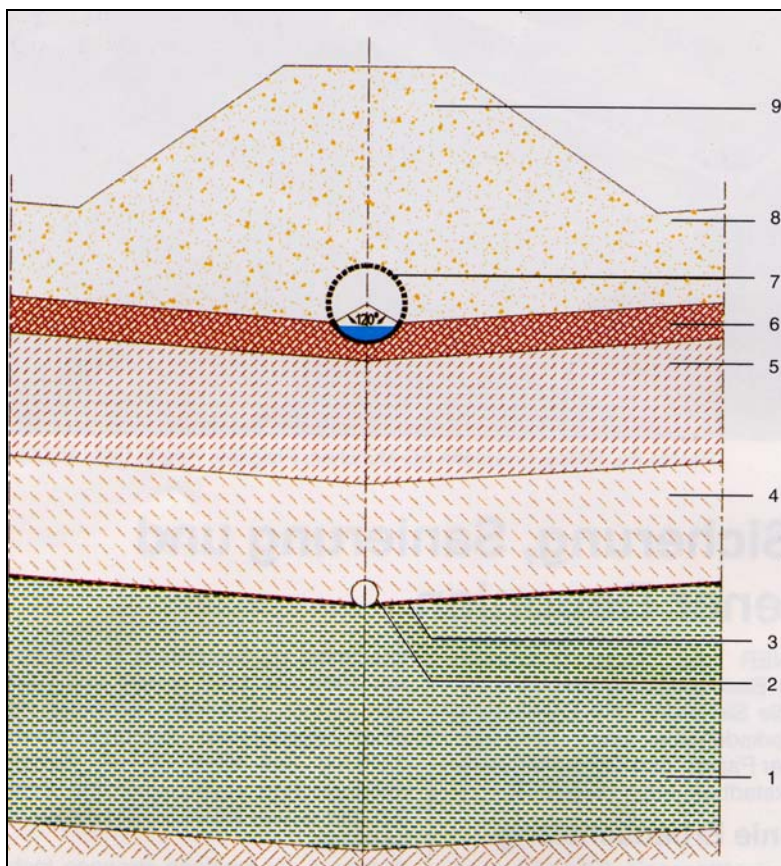
Capa protectora.

A fin de proteger estas capas impermeabilizantes de alta calidad contra el secado y la erosión, se instaló una capa adicional protectora de 15 cm de grosor. Esta capa tenía la misma estructura de arcilla natural que la capa Dynagrout, pero no contenía los componentes químicos de ésta. El coeficiente de permeabilidad se especificó para que no fuese superior a 5×10^{-10} m/s.

Para el drenaje del Depósito Controlado se instaló un sistema de tuberías de drenaje, dentro de los 40 cm de grava (de tamaño de grano 16/32 mm) instalados encima de la capa protectora.

Se había construido, con un grosor total de 2,15 m, y cumpliendo con los requisitos técnicos más estrictos, uno de los sistemas de aislamiento e impermeabilización con capas minerales más completos jamás construido.

Mediante la instalación de capas impermeabilizantes utilizando tecnologías sofisticadas y con los sistemas de control apropiados, se pueden instalar Depósitos Controlados, incluso en emplazamientos en que no existen barreras geológicas naturales.



Esquema de la estructura de la base del Depósito Controlado:

1. Arcilla. 4 capas de 25 cm. $K \approx 1 \times 10^{-9}$ m/s
2. Tubería de drenaje PEAD, DN110 con sistema de control para detectar fugas.
3. Capa de control de drenaje.
4. Capa de adsorción de mezcla mineral Dywidag 0,5 m. $K \approx 5 \times 10^{-11}$ m/s
5. Capa de revestimiento DynagROUT 0,5 m.
6. Capa de protección (como 5, sin DynagROUT) 0,15 m.
7. Tubería de drenaje, PEAD, DN315
8. Capa de drenaje 0,4 m. (superiores ranurados)
9. Trinchera de drenaje llena de grava.

Vertedero de una papelera en Stockstad (Alemania)

Introducción histórica.

Este vertedero ha sido utilizado desde los años 40 por una empresa papelera y su utilización se intensificó entre los años 60 y los 80. Se han vertido piritas, escoria de hornos, lodos de tratamiento de aguas, residuos de la fábrica (lejías negras sulfíticas, fibras) y en parte, depósitos orgánicos (residuos de cortezas, material rechazado y restos de cortes). Algunas veces se habían vertido pequeñas cantidades de residuos domésticos y comerciales.

Estudio inicial.

Al coincidir por una parte, un proyecto de una estación depuradora de aguas residuales, así como los requerimientos legales para la restauración del vertedero; provocó la realización de un estudio inicial para conocer los riesgos que presentaba este vertedero para la atmósfera y el agua subterránea.

En segundo lugar, debido al rango de materiales depositados y a la consiguiente estructura heterogénea del vertedero, se hizo necesario realizar un amplio estudio del subsuelo y evaluar la necesidad y amplitud de cimentaciones.

La finalidad de las exploraciones geotécnicas era determinar la profundidad del acuífero y la dirección del flujo del agua subterránea, así como de obtener información de la estructura del subsuelo y su capacidad de carga. Al mismo tiempo, se hizo necesario especificar medidas de construcción adicionales, como el descenso del nivel piezométrico y la necesidad y tipo de barreras de fosa.

Extracción de gas del vertedero.

La existencia de residuos orgánicos vertidos, indicaba que se debía esperar la generación de gases, aunque con una baja producción debido a la limitada proporción de materia orgánica.

Las necesidades de seguridad requerían, asimismo, una evaluación de la generación del biogás a lo largo del tiempo. Las mediciones indicaron sólo valores bajos de metano y de dióxido de carbono. Un cálculo más exacto de las sustancias orgánicas vertidas desde el inicio de los años 80 señaló una generación de gas de unos 10 m³/h.

Desde entonces la producción de gas ha ido disminuyendo lentamente. En 1991 era de unos 8 m³/h y el cálculo para el año 2030 es de sólo 1 m³/h. Esto significa que aunque la recuperación y utilización del gas no sea económica, se deben tomar precauciones para los trabajos de construcción de la estación depuradora.

Se instaló una capa superficial de grava de 50 cm de grosor y un anillo de tuberías para la recogida del gas en 5 colectores laterales y de allí a una estación de tratamiento.

Medidas de Saneamiento.

Como consecuencia de la baja carga de contaminantes del acuífero próximo al vertedero y a que el riesgo asociado era bajo, ya que no se utilizaba el agua de dicho acuífero, se decidió que no eran necesarias medidas de saneamiento.



Área del vertedero con las obras de la depuradora en construcción y, al fondo, la papelera

Medidas de Contención.

Las medidas de contención implicaron el recubrimiento superficial con el siguiente diseño: en primer lugar, el asfaltado del terreno entre las infraestructuras existentes o a construir, para facilitar el tránsito rodado, a la que se dotó de un sistema de drenaje.

Se utilizaron cubiertas plásticas en las zonas sin drenaje, con pendientes hacia unos puntos definidos, siguiendo un criterio de control y evitando la percolación del agua de lluvia en el vertedero y sus aledaños.

Extensión del vertedero.

Aunque las estructuras de la planta depuradora fueron proyectadas en este caso para que fueran poco profundas (incluyen balsas de decantación, espesado de fangos, etc, que en general son obras de excavación profunda), se precisó excavar parte de los residuos enterrados y trasladarlos a otras instalaciones. Por este motivo, se planificó una impermeabilización de la base de la sección del vertedero que no se había utilizado, que consistía en 50 m de material triturado de 0/45 mm. y compactado, encima de la cual se colocaron tres capas, de 25 cm cada una, de material mineral sellante, una capa geotextil y luego una capa de grava drenante 8/16 mm de 30 cm que llevaba incorporado el drenaje de lixiviados.

El lixiviado se recogía en 4 tuberías que se extienden radialmente hacia el perímetro, cada una de las cuales finaliza en una arqueta de inspección fuera del vertedero. De estas arquetas, el lixiviado es transferido a un depósito central, del que se bombea de modo intermitente a una planta de tratamiento.

Operación del vertedero, seguridad del personal.

Se elaboraron unas normas de seguridad para la excavación y transporte de los residuos extraídos del vertedero, así como para las obras de cimentación de la planta de tratamiento.

Se elaborarán unos mecanismos operacionales, así como unas normas de seguridad detalladas para realizar los trabajos de excavación y transporte de los residuos extraídos del vertedero.

La realización de controles y mediciones rutinarias, así como la presencia de supervisores, aseguró un correcto cumplimiento de las regulaciones.

Estado del Proyecto.

A principios de 1994 se habían instalado todas las capas de aislamiento. Además, los sistemas de drenaje de la escorrentía, recolección de lixiviados y extracción del biogás eran ya operacionales. Al mismo tiempo, las obras civiles de la estación depuradora de aguas residuales ya estaban acabadas y se estaban instalando los equipos. Las áreas no ocupadas del terreno se habían cubierto de tierra cultivable y revegetadas con césped.