

# EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO HIDRAULICO

BOLETIN NO. 147

Marzo de 1989



## EN ESTA EDICION:

**La estopada de teflón - Advertencia**  
**Manual de Seguridad sobre aplicadores de pesticidas**  
**Una buena combinación**  
**Informe provisional sintetizado sobre revestimientos**  
**de canal utilizados por el Bureau of Reclamation**  
**Esté alerta a los síntomas de la exposición a**  
**insecticidas**  
**Los pesticidas**  
**Enfoque en el Proyecto Brantley, Nuevo México**

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR  
Bureau of Reclamation

El Boletín de Explotación y Mantenimiento Hidráulico es una publicación trimestral presentada a los operadores de sistemas de abastecimiento de agua. Su objetivo principal es de servir de órgano para el intercambio de información para provecho del personal del Bureau of Reclamation y de los grupos de usuarios de agua en lo referente a la explotación y mantenimiento de las instalaciones hidráulicas.

A pesar de que se hacen todos los esfuerzos posibles para asegurar la exactitud y veracidad de la información presentada, el Bureau of Reclamation no garantiza ni se hace responsable por el uso, o mal uso, de la información contenida en este Boletín.

\* \* \* \* \*

Facilities Engineering Branch  
Engineering Division  
Denver Office, Code D-5210  
P.O. Box 25007, Denver CO 80225, U.S.A.  
Teléfono: (303) 236-8087 (FTS 776-8087)



Foto en la portada:

Vista aérea de la presa Brantley y su embalse, mostrando la sección principal de la presa.

Toda información contenida en este Boletín referente a productos comerciales no se puede usar con propósitos promocionales o publicitarios, y no se debe considerar como el respaldo del Bureau of Reclamation de ningún producto o compañía.

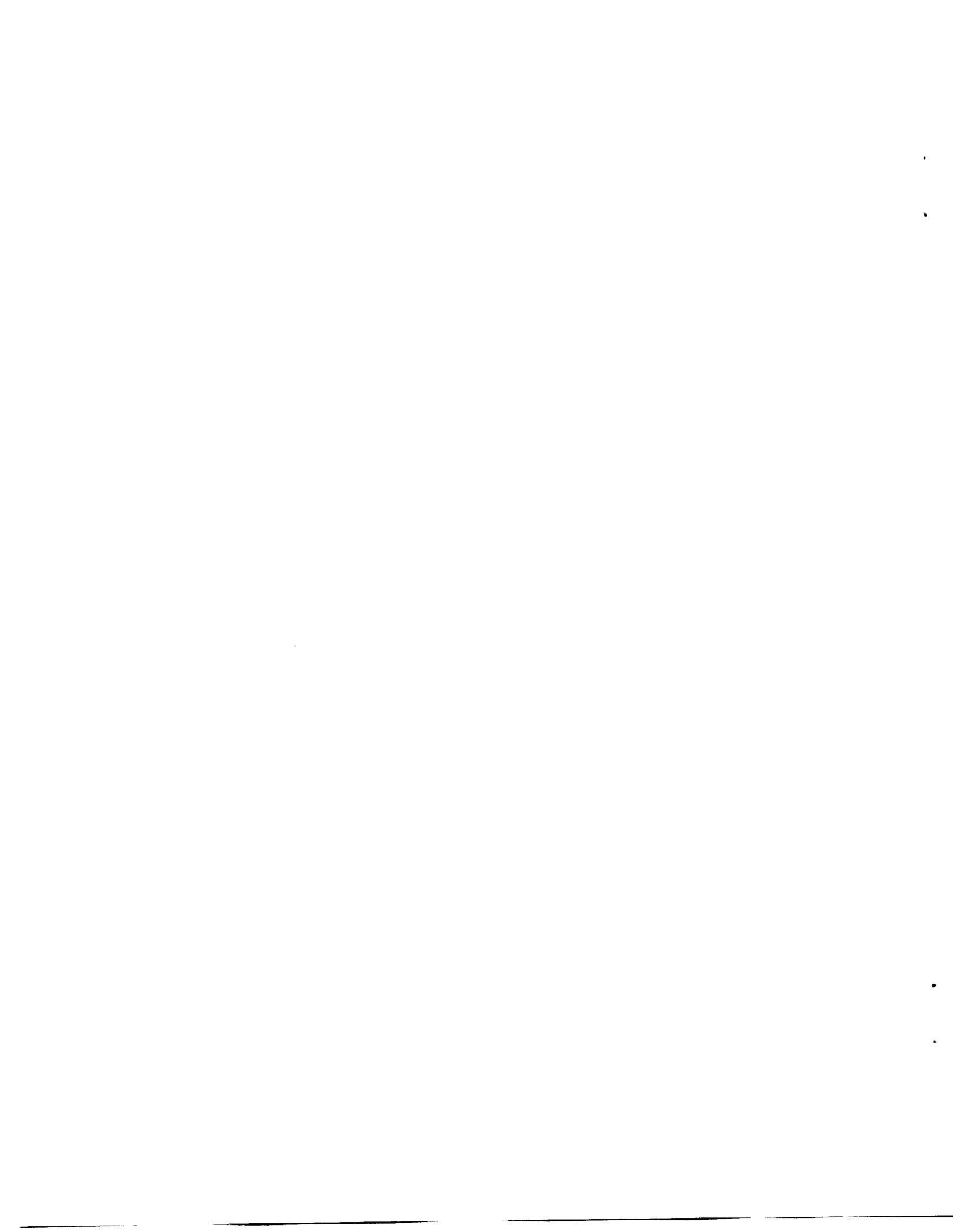
# CONTENIDO

## BOLETIN DE EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO HIDRAULICO

NO. 147

Marzo de 1989

	<u>Página</u>
La estopada de teflón - Advertencia . . . . .	1
Manual de Seguridad sobre aplicadores de pesticidas . . . . .	2
Una buena combinación. . . . .	3
Informe provisional sintetizado sobre revestimientos de canal utilizados por el Bureau of Reclamation . . . . .	6
Esté alerta a los síntomas de la exposición a pesticidas. . . . .	20
Los pesticidas. . . . .	23
Enfoque en el Proyecto Brantley, Nuevo México . . . . .	25



## **LA ESTOPADA DE TEFLON - ADVERTENCIA<sup>1</sup>**

**No utilice estopada que contiene asbesto o TFE para envolver las juntas de expansión en tuberías de descarga de acero.**

La estopada de fibra de asbesto, utilizada tradicionalmente en el pasado, se ha vuelto más difícil de conseguir. Se utilizan ahora otros tipos de fibras, impregnadas de TFE (teflón).

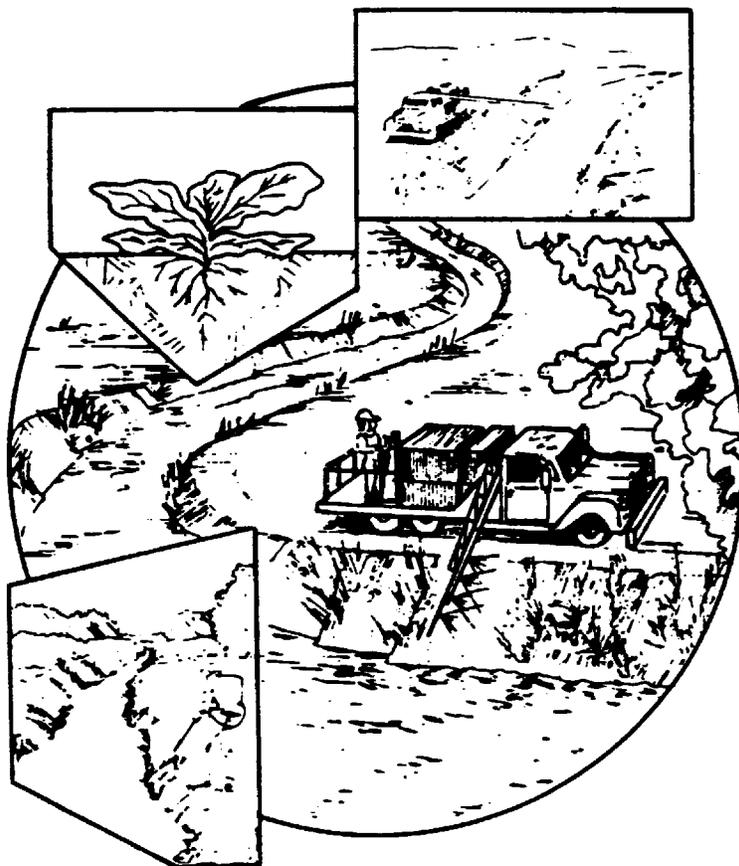
Cuando se calienta el material TFE a más de 260°C se sueltan vapores potencialmente peligrosos.

En el campo, se acostumbra a veces calentar las juntas de dilatación para despejar los collarines pegados u oxidados.

Si se ha utilizado este tipo de estopada, se debe fijar un cartel de advertencia, con mención también en el manual de operación de la instalación.

Toda oficina del Bureau of Reclamation que desee obtener recomendaciones para seleccionar o hallar la debida estopada para las juntas de dilatación, puede ponerse en contacto con la Sección Mecánica (Mechanical Branch) de la Oficina de Denver.

# PESTICIDE APPLICATORS SAFETY MANUAL for Irrigation Systems



U. S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR



BUREAU OF RECLAMATION



## ACABADO DE IMPRIMIR

### Manual de Seguridad sobre Aplicadores de Pesticidas para Sistemas de Regadío

Esta publicación sirve de guía para organizar una aplicación segura de pesticidas.

El Manual es un libro de bolsillo de 15 x 23 cm y puede obtenerse al costo de US\$5.75 el ejemplar. Este precio incluye el porte y los costos de manejo. Sírvase enviar su cheque o bono postal (no mande efectivo ni sellos) pagadero al Bureau of Reclamation, attention D-7923A, PO Box 25007, Denver, Colorado 80225-0007, U.S.A.

## UNA BUENA COMBINACION<sup>1</sup>

Los cantos de acera y el polietileno se combinan para formar un revestimiento original para canales.

Esta combinación de forros de material plástico de polietileno negro con cantos o bloques de acera de hormigón fue ingeniada en el Centro de Investigaciones de Lethbridge en Canadá, por el Dr. Theron Sommerfeldt de Canada Agriculture y Larry Spiess de la Sección de Riego, Alberta Agriculture, quienes instalaron, en la primavera de 1982, un revestimiento de prueba, escogido entre cuatro tipos diferentes, en un pequeño canal lateral de una granja del Centro. Se buscaba entonces, como ahora, el material más económico para revestir los canales. La edición de otoño de 1982 del Water Hauler's Bulletin presentó un reportaje sobre esta combinación muy original.

Para este tipo de revestimiento, se acondiciona y se nivela el canal para obtener una superficie plana; se aplica un herbicida para prevenir el crecimiento de malas hierbas; se coloca el forro de material plástico, enchavetándolo en la parte superior de la pendiente del talud; y finalmente, se disponen directamente encima del revestimiento los bloques de hormigón no armado de 60 x 60 x 50 cm de tamaño.

El Dr. Sommerfeldt afirma que estos bloques se han conservado muy bien. El material plástico parece estar en las mismas condiciones que cuando fue instalado, habiéndose confirmado esto por recientes ensayos de laboratorio realizados por el fabricante, la Canadian Industries Limited. Algunos hierbas han crecido entre las juntas. Sus raíces se extienden por debajo de los bloques, entre éstos y el forro de plástico, pero sin haber causado ningún daño. Los bloques rígidos y el forro flexible no fueron afectados por los levantamientos del suelo debido a las heladas ni por los problemas normalmente asociados con los movimientos del suelo.

La instalación es más sencilla que para los revestimientos rígidos, tales como el hormigón. No requiere ningún relleno de tierra. Para los canales ordinarios de alimentación de agua a las granjas, una pendiente de 1-1/2:1 sería probablemente suficiente; sin embargo, en las secciones más grandes que necesitan la colocación de más de un bloque a lo largo de la pendiente, una pendiente de 2:1 sería más estable. La superficie del canal debe ser uniforme y plana para lograr un encaje relativamente bueno entre los bloques contiguos.

---

<sup>1</sup>Reproducción autorizada por el Redactor del Water Hauler's Bulletin, edición de verano/88. Alberta Agriculture, Agriculture Centre, Lethbridge, Alberta T1J4C7. Canada



Los bloques de acera, por no estar pegados en sus extremos, no han sufrido ningún agrietamiento ni desalineación por el hielo

"El canal está situado en una pendiente empinada de 1 por ciento. Debido a la alta velocidad de la corriente de agua y a la turbulencia, es difícil obtener alturas exactas para determinar los coeficientes de rugosidad," dice el Dr. Sommerfeldt. Sus medidas sitúan el coeficiente de rugosidad en 0,016.

El costo de los materiales convertido en precios actuales para el denominado "Revestimiento Sommerfeldt/Spiess" asciende a unos US\$8 el metro cuadrado. En la pequeña sección del canal utilizada para este experimento, la necesidad de mano de obra para la construcción fue considerable, pero para un proyecto más grande, se podría reducir una gran parte del trabajo manual con la utilización de máquinas.

**El Dr. Sommerfeldt opina que el sistema de bloques es único en su género porque los bloques pueden removerse en caso de daños a la membrana de plástico. Se puede instalar una nueva sección del forro y es fácil volver a colocar los bloques sin necesidad de maquinaria especializada.**

**El Dr. Sommerfeldt afirma que esta combinación de dos tipos diferentes de materiales de revestimiento podría ser muy útil aquí en la parte sur de la provincia de Alberta. Los materiales son económicos y suficientemente durables para soportar los rigores de nuestro clima a veces tan duro. Ambos señores esperan ver su sistema de revestimiento original instalado en un canal lateral más grande, necesitando múltiples bloques contiguos sobre las pendientes.**

**Para mayores detalles, sírvase comunicarse con el Dr. Theron Sommerfeldt, Soil Science Section, Canada Agriculture, teléfono (403)327-4561, o con Larry Spiess, P.Eng., Research, Planning and Monitoring Section, Irrigation Branch, Alberta Agriculture, Canada, teléfono: (403)381-5152.**

# INFORME PROVISIONAL SINTETIZADO SOBRE REVESTIMIENTOS DE CANAL UTILIZADOS POR EL BUREAU OF RECLAMATION<sup>1</sup>

por

Thomas R. Haider y Thomas E. Mitchell<sup>2</sup>

## Introducción

Datos sobre las prácticas del Bureau of Reclamation con respecto a los revestimientos para canales aparecen en una variedad de publicaciones y comunicaciones. Entre éstas, figura la publicación titulada "Linings for Irrigation Canals [1]<sup>3</sup> (Revestimientos para Canales de Riego)" (edición agotada). Al mismo tiempo que la mayor parte de la información contenida en esta publicación suele ser todavía aplicable, cabe actualizar ciertos aspectos de la tecnología. El presente documento es un informe provisional sobre las prácticas del Bureau of Reclamation con relación a la selección y diseño de revestimientos para canales mientras se actualice la publicación antes mencionada. Señala varios aspectos que los planificadores y diseñadores necesitan considerar antes de hacer una determinación. Una gran parte de la información presentada en este informe puede usarse también para determinar el tipo de revestimiento necesario para la restauración de canales.

Además de la publicación arriba mencionada, se pueden encontrar datos relacionados con los revestimientos de canales en las normas Design Standards No. 3 [2], Performance of Plastic Canal Linings (Eficacia de los forros de plástico para canales) [3], Performance of Granular Soil Covers on Canals (Eficacia de cubiertas de suelo granular en canales)[4], y Bureau of Reclamation Practices for Design and Construction of Concrete Lined Canals (Prácticas del Bureau of Reclamation para el diseño y la construcción de canales revestidos) [5].

## Historia

A continuación se presenta una breve historia de los revestimientos de canales y los estudios correspondientes que culminaron en la publicación "Linings for Irrigation Canals". Asimismo, incluye una compilación estadística de los diferentes tipos de revestimientos en términos de porcentaje de la totalidad de los canales del Bureau of Reclamation.

<sup>1</sup>Sintetizado para este Boletín (sin los dibujos de secciones típicas y cuadros). El documento completo se puede obtener al comunicarse con uno de los autores.

<sup>2</sup>Thomas R. Haider y Thomas E. Mitchell, Principal Designers, Water Conveyance Branch, Civil Engineering Division, Bureau of Reclamation, D-3120, PO Box 250007

<sup>3</sup>Los números en corchete indican las Referencias al final de este informe.

a. Programa para revestimientos de canales de menor costo.- La publicación "Linings for Irrigation Canals" es el resultado directo del programa del Bureau para reducir los costos de revestimientos para canales. Este programa fue iniciado en junio de 1946 y, después 16 años de comparaciones de varios revestimientos de canales, se publicó "Linings for Irrigation Canals".

En el transcurso de aquellos 16 años, se habían instalado en los canales del Bureau of Reclamation 4136 kilómetros de revestimientos de poco costo y 676 kilómetros de revestimientos de hormigón armado. Los revestimientos más baratos comprendían los de hormigón no armado, gunita, suelo-cemento, hormigón asfáltico, membranas asfálticas expuestas, membranas de plástico y caucho sintético expuestas, bloques de hormigón prefabricados, membranas asfálticas prefabricadas enterradas, membranas de plástico y caucho sintético enterradas, membranas de bentonita, revestimientos gruesos de tierra compactada, revestimientos delgados de tierra compactada, y cobijas de tierra suelta (no compactada). Un resumen de estos revestimientos se puede ver en la tabla 1.

b. Estadísticas sobre tipos de revestimientos.- La última compilación estadística publicada [6], fechada 30 de septiembre de 1986, indica que desde principios del siglo, aproximadamente 10.620 kilómetros de canales del Bureau han sido completados o están bajo construcción. El documento "Linings for Irrigation Canals" comparaba los tipos de revestimientos para 4818 kilómetros de canales construidos entre 1946 y 1962 (véase la tabla 1). Según las estadísticas publicadas en 1986, se estima que se construyeron aproximadamente 2253 kilómetros de canales entre 1962 y 1986.

La tabla 2 muestra, en porcentaje, una estimación de los tipos de revestimientos usados en canales construidos durante estos dos períodos y también para todos los canales del Bureau of Reclamation construidos desde la inauguración de dicha agencia a principios del siglo.

#### Selección del Tipo de Revestimiento

Los revestimientos más comunes en la actualidad son los de hormigón armado, tierra gruesa compactada, y geomembranas de CPV (cloruro de polivinilo) enterradas. El Bureau acostumbra revestir los canales abiertos para conservar agua y obtener otros beneficios. Existen muchos factores que influyen sobre la selección del tipo de revestimiento y no es posible recomendar algún tipo particular que satisfaga todas las condiciones. Una plena evaluación económica debería hacerse, incluyendo una evaluación de los valores agrarios e hidráulicos, así como estimaciones de los costos de construcción, de operación y de

Tabla 1. Cantidad de revestimientos instalados en canales  
construidos por el Bureau of Reclamation (1946-1962)

Tipo de revestimiento	Metros cuadrados	Kilómetros
<b><u>Revestimiento Expuesto</u></b>		
Hormigón asfáltico (mezcla en caliente y frío)	230.764	67,59
Macádam asfáltico	9.197	1,29
Membranas superficiales de asfalto (pre-fabricadas y construidas in situ)	67.724	16,57
Otros revestimientos asfálticos expuestos (morteros, bloques y lajas)	6.689	1,13
Hormigón de cemento Portland (no armado)	19.807.209	1.734,02
Hormigón de cemento Portland (armado)	8.141.942	675,74
Gunita (inyección neumática de mortero)	1.604.476	269,72
Suelo-cemento	30.936	5,95
Otros revestimientos expuestos (bloques de hormigón, plásticos y membranas superficiales de caucho, etc.)	6.689	10,94
<b><u>Forros de Membranas Enterradas</u></b>		
Asfalto (aplicado en caliente)	4.881.988	536,06
Asfalto (prefabricado)	20.066	3,37
Bentonita	250.830	31,54
Plástico	18.394	1,93
<b><u>Revestimientos de Tierra</u></b>		
Gruesos de tierra compactada	10.160.287	911,19
Delgados de tierra compactada	1.576.048	119,57
Mantos de tierra suelta	2.681.372	281,46
Mezcla de bentonita-suelo	90.299	9,82
Impermeabilizantes de suelos (químicos, petroquímicos y sedimentos)	447.313	66,30
<b><u>Diversos</u></b>		
Incluye el recubrimiento de revestimientos existentes, su impermeabilización con lechada y el moldeado in situ de tuberías de hormigón en lugar de un revestimiento	120.398	73,71
<b>Totales</b>	<b>50.152.621</b>	<b>4817,90</b>

**Tabla 2.- Porcentajes de tipos de revestimientos  
sobre canales construidos por el Bureau**

<b>Tipo de revestimiento</b>	<b>Lista publicada en 1963 (4828 kms)</b>	<b>1963 a 1986 (2253 kms)</b>	<b>Total de canales del Bureau (10.621 kms)</b>
<b>Hormigón (armado, no armado, gunita, etc.)</b>	<b>56%</b>	<b>60%</b>	<b>58%</b>
<b>Membrana enterrada:</b>			
<b>Asfalto en caliente</b>	<b>11%</b>	<b>-</b>	<b>5%</b>
<b>Plástico</b>	<b>0,00004%</b>	<b>7%</b>	<b>2%</b>
<b>Otras</b>	<b>0,007%</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Tierra compactada</b>	<b>19%</b>	<b>33%</b>	<b>27%</b>
<b>Otros</b>	<b>14%</b>	<b>-</b>	<b>8%</b>

mantenimiento para las distintas opciones de revestimientos consideradas. Además del factor económico, se deben considerar otros aspectos tales como sitio, condiciones climáticas, consideraciones de construcción, ambiente, explotación y mantenimiento, y los conocimientos obtenidos a partir de los sistemas existentes, antes de hacer una selección definitiva. Los criterios generales del Bureau para cada tipo de revestimiento se discuten en las secciones a continuación.

#### Revestimiento de Hormigón

El revestimiento de hormigón ha sido utilizado con éxito en muchos de los proyectos del Bureau construidos desde principios del siglo. Los revestimientos de hormigón poseen ciertas características hidráulicas y estructurales que tienden a ser muy útiles en muchos sitios. Las velocidades más altas del flujo, inherentes en los revestimientos de hormigón, pueden prevenir los depósitos de cieno y el crecimiento de ciertos tipos de malas hierbas. Además, el revestimiento de hormigón tiene mejores características hidráulicas y permite el uso de pendientes más empinadas, usualmente de 1-1/2:1, lo que resulta en un prisma de canal reducido, necesitándose menos espacio para la construcción, y consecuentemente menos terreno. El hormigón es un material de construcción muy común y es el revestimiento más económicamente disponible en algunos lugares. En general, los contratistas conocen los métodos de construcción y el equipo necesario para revestir con hormigón. Con tal de que esté debidamente diseñado, construido y mantenido, el revestimiento de hormigón proporciona una tasa de filtración comparable a la del revestimiento de tierra compactada, presenta una barrera

dura e impenetrable contra los animales excavadores, y reduce en forma considerable el crecimiento de malas hierbas en el prisma del canal. Finalmente, desde el punto de vista de seguridad, los paneles armados de hormigón con juntas impermeabilizadas pueden proporcionar la requerida capacidad estructural y control de filtraciones en áreas críticas donde una falla de la margen del canal podría resultar en pérdida de vidas y/o daños a estructuras en las granjas o poblaciones, al ferrocarril, carreteras, etc., y este factor por sí sólo puede excluir la utilización de otros tipos de revestimiento.

Muchos métodos diferentes han sido utilizados para proporcionar un sistema de juntas de construcción económico e impermeable en los revestimientos de hormigón. Las orientaciones actuales del Bureau son de colocar tiras de CPV durante la instalación del revestimiento o de colocar impermeabilizantes elastoméricos en ranuras preformadas después del curado del revestimiento. Si los canales con este tipo de impermeabilizante permanecen sin agua por mucho tiempo antes de empezar su operación después de la construcción, el material puede deteriorarse debido a la exposición al sol.

Las velocidades más altas y las pendientes más empinadas típicas de las secciones revestidas de hormigón presentan un mayor peligro a las personas o animales que penetran en el canal cuando fluye la corriente. Se deben instalar escaleras de seguridad para permitir el escape de personas, y también vías de escape para animales en las áreas de mucha concentración de venado. Las cercas requeridas para impedir el paso a la gente, ganado y/o venado pueden ser cercas de 1,22 metro de altura, con alambre de púas de cuatro alambres contra el ganado o cercas de 2,44 metros contra el venado.

El Manual del Hormigón, publicación del Bureau [7], contiene más discusiones sobre las ranuras, así como sobre el acabado y curado de los revestimientos de hormigón.

Es bueno considerar la variedad de problemas de cimientos que posiblemente habría que corregir para asegurar la eficacia del revestimiento. Cabe señalar que a pesar de que los problemas de cimientos se discuten bajo la rúbrica "revestimientos de hormigón", muchos de estos mismos problemas pueden surgir al utilizar revestimientos de tierra o membranas plásticas. A continuación se presentan algunas ocurrencias más comunes que podrían requerir consideración:

a. Los basamentos que consisten de materiales de tierra expansiva pueden perjudicar los revestimientos de hormigón; por lo tanto, una preparación especial de los cimientos, tal como la sobre-excavación y el reemplazo con materiales adecuados o tratamientos con cal del material expansivo, puede ser necesaria durante la construcción.

- b. Los materiales de poca densidad que nunca han sido mojados pueden desplomarse con la saturación, como lo indica el Manual de Suelos del Bureau [8]. Se deben tratar estas áreas por remoción y recompactación o premojado. El Bureau ha tenido cierta experiencia con materiales de loess de baja densidad utilizando un método de inyección de cieno para consolidar el material suelto. La estabilización del suelo con inyecciones de cieno, discutida en un documento del ASCE [9], puede utilizarse después de la construcción conforme se presenten problemas en áreas identificadas antes o durante la construcción.
- c. Se debe tener cuidado especialmente cuando se construye un canal sobre material lodoso puesto que una formación de cristales de hielo, suficiente para dañar un revestimiento delgado de hormigón no armado, puede ocurrir aun sin la presencia de una superficie de agua libre. Un contenido de 2 por ciento de humedad en el lodo por encima del grado óptimo puede, al congelarse, perjudicar los revestimientos de hormigón no armado.
- d. Las grietas en el revestimiento deben repararse lo más pronto posible para evitar que penetre agua hasta los materiales problemáticos en los cimientos. El artículo de referencia sobre la impermeabilización de juntas de construcción y grietas aleatorias [10] podría ser útil.
- e. Los revestimientos delgados de hormigón deben tener una cimentación lisa y uniforme. Pequeñas aristas continuas de unos 12 milímetros de alto en los cimientos pueden causar una grieta en un revestimiento de hormigón no armado.
- f. La presión hidrostática en el suelo detrás del revestimiento de hormigón puede ocasionar un levantamiento del revestimiento y grietas. Los encharcamientos indebidos o la escorrentía de las lluvias, o grietas en el revestimiento que permiten al agua penetrar por detrás del revestimiento para crear una localización alta de agua subterránea, o una manta freática natural, causarán perjuicios si el nivel del agua en el canal baja más rápidamente de lo que se reduce la presión detrás del revestimiento. Si el potencial de presión por detrás parece ser inevitable, el daño debido a esta presión puede mitigarse al limitar las fluctuaciones operacionales y/o al instalar un sistema de drenaje subterráneo adecuado. Los sistemas de drenaje subterráneo que se vacían por gravedad a sitios naturalmente bajos a lo largo del canal, o a una bomba colectora si no existen sitios naturales, representan un modo de proteger el revestimiento cuando existe una presión hidrostática trasera o agua subterránea. Un sistema de desagüe por válvula de retención y barbacanas también puede ser eficaz para reducir los problemas de presión trasera localizada. Las válvulas deben estar alineadas en la dirección de la corriente para minimizar los efectos adversos de desechos y sedimentos sobre la operación de

la chapaleta. Se recomienda también instalar las válvulas con barbacanas solamente en la solera del canal puesto que las válvulas de retención tienden a torcerse cuando están abiertas y a veces no se cierran correctamente si están instaladas en la pendiente lateral del canal.

La exposición a condiciones climáticas variables puede presentar problemas para los revestimientos de hormigón. En lugares donde las heladas alcanzan bastante profundidad por debajo de la superficie del suelo, los cimientos susceptibles a la acción del hielo deben investigarse. Se debe especificar el uso de hormigón aireado si existe la posibilidad de problemas de hielo-deshielo. Otras posibilidades de problemas de exposición podrían incluir fuertes lluvias durante la construcción que pueden afectar el acabado, prolongadas temperaturas por debajo del punto de congelación que impiden las operaciones de pavimentación puesto que no es posible proteger el hormigón, y altas temperaturas junto con una baja humedad que aumentan las tendencias de agrietamiento por encogimiento.

#### Revestimiento de Tierra Compactada

Los revestimientos gruesos de tierra compactada consistiendo de grava y arena con aglomerantes de arcilla o mezclas de grava-arena-arcilla de granulometría pobre, colocadas en un espesor mínimo de 60 centímetros a ras del prisma del canal, son excelentes puesto que proporcionan un buen control de las filtraciones y protección contra la erosión. Si se pueden obtener materiales adecuados localmente, este tipo de revestimiento debe considerarse porque la tierra compactada produce un revestimiento aceptable que suele ser competitivo al nivel económico. Los revestimientos de tierra compactada pueden aguantar temperaturas más frías con menos perjuicios que los revestimientos de hormigón puesto que poseen una mayor capacidad para tolerar los bufamientos causados por las heladas, aunque una reducción en el peso unitario ocurre debido a la acción del hielo. No se necesita ningún equipo o tecnología especial para la construcción de canales revestidos con tierra compactada, lo que resulta en apuestas competitivas. La tierra compactada también puede tolerar mayores fluctuaciones del nivel del agua con menos perjuicios que el revestimiento de hormigón. Por lo general, no requiere tanta preparación para los cimientos como el revestimiento de hormigón y tolera ciertos materiales expansivos cerca del prisma. El problema de los materiales de baja densidad debería estudiarse en una manera similar a la del revestimiento de hormigón. Puesto que las pendientes laterales son más planas y las velocidades más lentas, las secciones revestidas con tierra compactada no son tan peligrosas para las personas y animales que penetren en el canal.

Las consideraciones de diseño para el buen comportamiento de los

revestimientos de tierra compactada son diferentes de los que se refieren al hormigón. Primero, deben diseñarse para una velocidad de flujo más lenta para evitar la erosión. Si el revestimiento escogido tiende a ser erodable, puede requerir un refuerzo de grava sobre las pendientes laterales o una banda de grava en la zona de explotación. La limpieza del prisma del canal debe hacerse con cuidado para evitar la remoción de materiales de revestimiento o estorbar el refuerzo o la banda de grava, y se dificulta más el control de las especies vegetales acuáticas en el prisma del canal, así como de las hierbas sobre las márgenes adyacentes. Finalmente, existe la posibilidad de una repentina falla ocasionada por animales excavadores puesto que el revestimiento de tierra no presenta una barrera contra estos animales.

### Revestimiento de Plástico Enterrado

El material plástico CPV enterrado está cobrando mayor aceptación como material de revestimiento. Se han venido realizando pruebas sobre varias membranas enterradas desde los años de 1950; sin embargo, la utilización de este tipo de revestimiento no ganó popularidad sino hasta mediados de los años de 1970 cuando las técnicas de fabricación permitieron obtener mantas de un plástico más pesado a precios más competitivos. Un control de calidad mejorado también ha ayudado para su aceptación.

De muchos modos el revestimiento de plástico recubierto de tierra y/o arena y grava es parecido a los canales revestidos de tierra compactada. El prisma acabado es similar al prisma revestido de tierra compactada con excepción de que las pendientes pueden ser más planas. La limpieza del canal y el control de las plantas acuáticas también presentan un problema similar al de los canales revestidos con espesas capas de tierra compactada. Si se considera el crecimiento de hierbas como una posibilidad, se puede aplicar un esterilizante aprobado al suelo, pero teniendo cuidado de no aplicar esterilizante fuera de la parte revestida si se proyecta plantar césped a lo largo del canal.

Varias características hacen del revestimiento de CPV una opción deseable. Los forros de CPV enterrados pueden instalarse en periodos más fríos y se prestan particularmente bien para la restauración de canales de tierra existentes y representan un tipo de revestimiento que menos sufre por la expansión del hielo o de materiales expansivos en la proximidad del prisma del canal. El forro de CPV enterrado también puede tolerar fluctuaciones del nivel del agua mayores que cualquier otro tipo de revestimiento con tal que el material de cubierta encima del plástico haya sido preparado específicamente para acomodar estas fluctuaciones. Donde existe este tipo de condiciones, convendría pensar en la utilización de un revestimiento de plástico enterrado.

Teóricamente, un revestimiento de CPV debidamente instalado y mantenido ha de proporcionar una impermeabilidad total; sin embargo, ciertos factores relacionados con la manufactura, fabricación, instalación y mantenimiento de la membrana pueden influir sobre la capacidad a largo plazo del plástico para conservar una tasa de filtración a cero. Aunque se carece todavía de muchos datos sobre el control de las filtraciones a largo plazo, se puede notar que el control de filtraciones por el CPV ha de sobrepasar el control proporcionado por un revestimiento de tierra compactada de buena calidad.

La superficie del suelo debe ser relativamente plana y sin rocas con puntas agudas, raíces u otros objetos que pueden perforar la membrana. El dragado del suelo de base con una cadena de tipo máquina o un viejo carril de tractor puede producir una base aceptable. Se puede colocar una cubierta de 8 a 10 centímetros de arena o suelo de textura fina sobre la base antes de instalar la membrana.

El diseño del material es importante para el éxito del revestimiento de plástico enterrado. La granulometría del material de cubierta deberá caer dentro de límites aceptables y debería ser angular para asegurar estabilidad sobre las pendientes del canal. Para asegurar un revestimiento de plástico enterrado viable, se necesita tener una fuente de arena y grava en un sitio cercano para economía de transporte. Aunque una plena cubierta de arena y grava sea preferible, una capa de tierra con otra de arena y grava puede también utilizarse si las consideraciones económicas no permiten el uso de arena y grava para el espesor total de la cubierta. El uso de arena y grava como material de cubierta tiene la ventaja de ser un proceso de construcción de un solo paso y presenta un producto acabado más estable para las pendientes. El uso de grava natural con los debidos límites de granulometría, obtenida de un sitio cerca del canal puede reducir de manera apreciable el costo de este tipo de revestimiento. Debe haber también suficiente espesor de cubierta para proteger la membrana contra las pisadas del ganado o venado atravesando el canal vacío. Para la estabilidad del material de cubierta, se recomienda que las pendientes laterales sean de 2-2/2:1, o más planas. Las pendientes de 2:1 pueden ser estables bajo ciertas condiciones, pero pueden requerir frecuente mantenimiento para su restablecimiento y para proteger cualquier parte del revestimiento que esté expuesta.

#### Criterios de Operación

Como una pauta general para iniciar la explotación del canal, los límites dados más abajo para las fluctuaciones del nivel del agua son considerados como tolerables para los 60 centímetros superiores de la superficie normal del agua. Sin embargo, por la incertidumbre debida a las condiciones variables de operación, se

deben considerar estos límites con cuidado. Los operadores de canales deben vigilar para asegurar que la forma de explotar el canal no tenga efectos adversos sobre la operación de las salidas o cause perjuicios al revestimiento o a las márgenes del canal.

Los límites de ascenso del nivel del agua han sido fijados para evitar cambios indeseables en las descargas de salida.

Los límites de descenso del nivel del agua han sido fijados para evitar cambios indeseables en las descargas de salida, para proteger el revestimiento de hormigón contra daños causados por presiones hidrostáticas externas y para evitar que las secciones revestidas de tierra se despredan.

**Ascenso del nivel del agua.-** El ascenso en el nivel del agua en el canal no deberá exceder 15 centímetros en una hora. El ascenso de 15 centímetros puede ocurrir en menos de una hora, pero el movimiento vertical total de la superficie del agua no deberá sobrepasar los 15 centímetros en un período de una hora. La experiencia ha demostrado que el llenado no deberá exceder 45 centímetros en cualquier período de 24 horas.

**Descenso del nivel del agua.-** El descenso del nivel, sin importar su velocidad, no deberá sobrepasar 15 centímetros en un período de una hora, 30 centímetros en dos horas y 45 centímetros en 24 horas.

### Revestimientos Experimentales

El Bureau of Reclamation sigue investigando alternativas a los tipos tradicionales de revestimientos y sus métodos de colocación. A continuación se presenta un resumen de recientes realizaciones y otras previstas para una fecha próxima:

a. **Revestimiento de fondo únicamente.-** Recomendado en algunos casos especiales, cuando la permeabilidad del suelo es principalmente vertical con muy poco, o ningún, movimiento horizontal. En estas condiciones, un revestimiento que cubra solamente el fondo puede ser útil. Si no se requiere un revestimiento completamente impermeable y se pueden tolerar filtraciones en las pendientes laterales, los revestimientos de fondo presentan un modo económico para reducir las filtraciones, posibilitado por el ancho más amplio en relación a la profundidad del agua en las secciones de tierra. Existen en ciertas regiones de los estados de Nebraska y Kansas suelos de loess con indicios de filtraciones verticales. La Oficina de Planificación de Nebraska-Kansas en Grand Island, Nebraska, ha realizado estudios en tres sitios, instalando CPV de 10-mil únicamente en la solera del canal. Los resultados de estos estudios, incluidos en el informe sobre Forros de Membranas Especiales para los Canales de Farwell [11] y el Informe Sintetizado de Estudios del Comité de Sistemas de Conducciones Abiertas y Cerradas (OCCS) [12], se presentan a continuación.

Sitio del canal	Q m <sup>3</sup> /s	*b m	Pérdidas por filtración <u>cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>/día</u>		Porcentaje de reducción
			Sin revest.	Con revest.	
Canal Principal					
Farwell	82,07	5,48	17,06	8,224	52
Canal Franklin	65,09	4,27	30,76	13,70	55
Canal Upper					
Meeker	80,37	4,88	34,42	15,23	50

\*b Indica la anchura del fondo del canal

b. Colado del revestimiento de hormigón sobre membrana de plástico bajo agua.- Una sección experimental del Canal Coachella en el sur de California ha sido propuesta para el colado subacuático de hormigón encima de una membrana plástica. Se deberán desarrollar equipos que sirvan para preparar la superficie de base, colocar la membrana de plástico y colar el hormigón directamente encima de dicha membrana. De ser exitoso, este procedimiento proporcionaría un método económico para revestir los canales existentes cuya operación no puede interrumpirse.

c. Gunita sobre membrana geocompuesta.- Se viene estudiando la aplicación neumática de secciones de mortero sobre una membrana geocompuesta. Se fusiona un geotextil a una membrana plástica. El mortero se aplica luego al geotextil. Juntos, el mortero y el geotextil proporcionan un sistema impermeable monolítico. El mortero suministra la protección de cubierta (resistencia contra las perforaciones y rayos ultravioletas) para las membranas plásticas. Este método sería útil en áreas donde se carece de fuentes adecuadas de material granular de cubierta para los revestimientos de membranas convencionales enterradas.

d. Revestimientos de membrana flexible expuestos (pendientes laterales solamente).- Se inició recientemente un estudio para evaluar la posibilidad de utilizar revestimientos de membrana flexible expuestos como una alternativa al uso de hormigón, tierra compactada y forros de plástico enterrados en los canales de riego del Bureau. Los revestimientos propuestos incluían PECSR (polietileno clorosulfonado reforzado), PECR (polietileno clorinado reforzado) y PEAD (polietileno de alta densidad).

Las ventajas potenciales de la utilización de revestimientos expuestos, particularmente en comparación con los forros de plástico enterrados, incluyen:

(1) Las pendientes de canales pueden aumentarse a 1,5:1, o a 1:1

en casos especiales, ahorrándose excavaciones y derechos de paso.

(2) La eliminación de la necesidad de cubiertas protectoras de tierra sobre las pendientes laterales de los canales.

(3) Minimización de daños no detectados en las membranas.

(4) El reemplazo del revestimiento, de ser necesario, es más fácil.

Las desventajas y áreas de problemas potenciales siempre existen con cualquier sistema nuevo y deben estudiarse a fondo. Los revestimientos de membrana expuestos podrían estar sujetos a las siguientes condiciones adversas:

(1) Daños y problemas asociados con la fuerza del viento y del agua.

(2) Problemas relacionados a daños por vandalismo y animales.

(3) Alguna degradación ultravioleta de la superficie con el tiempo.

(4) Daños y problemas asociados con la abrasión.

En mayo de 1983, una sección de prueba de 244 metros de largo de PEAD 30-mil fue instalada en el Canal de extensión Whiterock cerca de Republic, Kansas. El canal no está revestido y había sostenido unos desprendimientos de las márgenes debido al suelo arenisco. La sección experimental fue inspeccionada en septiembre de 1987 y sigue funcionando en forma satisfactoria no obstante haberse notado algunas pequeñas perforaciones en el forro causadas por las pisadas de venado.

e. Nuevos materiales de forros de plástico.- Con el incrementado uso de forros de membranas flexibles utilizados en las fosas de escombros y para contener los desechos peligrosos, algunos materiales nuevos se han desarrollado que podrían tener aplicación en trabajos de revestimientos de membranas enterradas en los canales. Los materiales incluyen el PEMBD (polietileno de muy baja densidad) y un compuesto de polietileno/geotextil.

En abril de 1987, una sección experimental de 152 metros de PEMBD 30-mil fue instalada en el Proyecto Belle Fourche cerca de Newell, South Dakota, la cual será evaluada como una posible alternativa al CPV. Se vienen realizando estudios de laboratorio sobre el material compuesto de polietileno/geotextil.

### Conclusion

Los tres tipo mayores de revestimientos discutidos aquí proporcionan un control aceptable y económico para las filtraciones, dependiendo de los factores a considerar cuando se

hace el análisis de un tipo de revestimiento. Los factores que deben incluirse, sin necesariamente limitarse a éstos, son:

**Costos**

**Requerimientos del proyecto**

**Variaciones de temperatura**

**Límites hidráulicos**

**Limitaciones de derechos de paso**

**Grado de impermeabilidad requerido**

**Consideraciones de cimientos**

**Aguas subterráneas y drenaje**

**Disponibilidad de materiales (para cubiertas de tierra para revestimientos de CPV)**

**Consideraciones de explotación y mantenimiento**

**Consideraciones ambientales**

**Consideraciones de entidades locales**

Al considerar estos factores, junto con otros pertinentes al proyecto, el mejor revestimiento para el caso debería ser evidente.

## Referencias

1. Linings for Irrigation Canals (Revestimientos para Canales), Bureau of Reclamation, 1963 (edición agotada)
2. Design Standard No. 3 - Canals and Related Structures, (Normas de construcción No. 3 - Canales y estructuras anejas) Bureau of Reclamation, 1967
3. Performance of Plastic Canal Linings (Eficacia de los forros de plástico para canales). Report No. REC-ERC-84-1, Bureau of Reclamation, 1984
4. Performance of Granular Soil Covers on Canals, (Eficacia de las cubiertas de suelos granulares sobre canales), Report No. REC-ERC-81-7, Bureau of Reclamation, 1981
5. Bureau of Reclamation Practices for Design and Construction of Concrete Lined Canals (Prácticas del Bureau of Reclamation para el diseño y la construcción de canales revestidos de hormigón), ASCE conference paper, 1975
6. Statistical Compilation of Engineering Features on Bureau of Reclamation Projects, (Compilación estadística de aspectos de ingeniería en proyectos del Bureau of Reclamation), Bureau of Reclamation, September 30, 1986
7. Concrete Manual (Manual del hormigón), Eighth Edition, Bureau of Reclamation, 1981
8. Earth Manual (Manual de suelos), Second Edition, Bureau of Reclamation, 1974
9. The Stabilization of Soil by the Silt Injection Method for Preventing Settlement of Hydraulic Structures and Leakage from Canals, (La estabilización del suelo por el método de inyecciones de cieno para evitar el asentamiento de estructuras hidráulicas y las filtraciones a partir de los canales), documento preparado por George E. Johnson, Chief Engineer of the Central Nebraska Public Power and Irrigation District, Hastings, Nebraska, 1951
10. Sealing Contraction Joints and Random Cracks in Concrete-lined Canals (Impermeabilización de juntas de contracción y grietas aleatorias en canales revestidos de hormigón), Water Operation and Maintenance Bulletin No. 142, Bureau of Reclamation, 1987
11. Special Membrane Canal Lining, Farwell Main and Lower Main Canals, (Forro de membrana especial para canales), Informe de estudios preparado por la Oficina de los Proyectos Nebraska-Kansas del Bureau of Reclamation, en colaboración con el Loup Basin Reclamation District, 1982
12. Summary Report - Studies and Ponding Tests - OCCS Research (Síntesis de informe - Estudios y Pruebas de Encharcamiento - Investigaciones del OCCS) preparado por el Encargado del Proyecto, Nebraska-Kansas Projects Office, Septiembre 6 de 1986

## **ESTE ALERTA A LOS SINTOMAS DE EXPOSICION A PESTICIDAS<sup>1</sup>**

**por Becky Ohlde, Redactora**

**Los organofosfatos y carbamates,  
que incluyen insecticidas contra gusanos  
figuran entre los pesticidas más tóxicos**

**Los insecticidas contra gusanos que atacan las raíces del maíz son los que más se utilizan en el estado de Nebraska en Estados Unidos.**

**Pero si no se utilizan con las debidas precauciones, también pueden ser los más mortales.**

**"Los insecticidas contra los gusanos del maíz son más tóxicos que los demás insecticidas porque deben matar una peste animal que no tiene sistema nervioso," según explica Larry Schulze, especialista en pesticidas en la universidad de Nebraska.**

**Schulze agrega que los insecticidas que más se utilizan en Nebraska incluyen Counter, diazinon, Dyfonate, Lorsban, Dursban, Moscap, Thimet y Furadan. Estos insecticidas, con la excepción del Furadan, son clasificados como organofosfatos. El Furadan es un carbamate.**

**"Los organofosfatos y carbamates figuran entre las cinco clases superiores de pesticidas que presentan un gran peligro a la salud," explica Schulze. "La mayoría de los casos de envenenamiento incluyen ya sea organofosfatos o carbamates.**

**Se puede notar en el cuadro de familias químicas de insecticidas en la página siguiente, que ambos los organofosfatos y los carbamates afectan a los humanos porque inhiben el acetilcolinesterase - un enzima necesario para el buen funcionamiento del sistema nervioso.**

**Schulze dice que los efectos de estas substancias, particularmente los organofosfatos, son rápidos. Los síntomas empiezan a aparecer poco tiempo después de la exposición y, en casos de fuerte envenenamiento, hasta durante la misma exposición. Con exposiciones más ligeras, los síntomas pueden manifestarse en cualquier momento hasta 12 horas después, pero usualmente dentro de 4 horas de la exposición.**

**"Al sospechar un envenenamiento, el diagnosis también debe ser rápido," agrega Schulze.**

**Se deben reconocer las tres señas en las etiquetas de pesticidas, o**

---

<sup>1</sup>Reproducción autorizada por el Redactor del Nebraska Farmer, edición del 2 de abril de 1988

FAMILIA QUIMICA	ACCION EN EL ORGANISMO	EXPOSICION INTERNA	EXPOSICION EXTERNA	EXPOSICION CRONICA	EJEMPLOS DE MARCAS
Organo-fosfatos	Inhibe el acetilcolin-esterasa (un enzima) en los tejidos	Dolor de cabeza, mareo, debilidad, temblor, náusea, retortijones, diarrea, sudor	Poca erupción cutánea - fácil absorción por la piel	Pérdida de apetito, debilidad, pérdida de peso y malestar general	Amaze (isofenphos) Dylonate (fonofos) Thimet (phorate) Lorsban (chlorpyrifos) Counter (terbufos)
Carbamates	Cambios reversibles en el enzima acetilcolin-esterasa de los tejidos	Dolor de cabeza, mareo, debilidad, temblor, náusea, retortijones, diarrea, sudor	Poca erupción cutánea - fácil absorción por la piel	Pérdida de apetito, debilidad, pérdida de peso y malestar general	Sevin (carbaryl) Furadan (carbofuran)
Piretrinas y piretroides	Muy baja toxicidad para el organismo humano	Ligera reacción tóxica	Ninguna	Ninguna	Ambush Pounce (permethrin) Pydrin (benzenesacetate)

**INSECTICIDAS TOXICOS.** Este cuadro presenta una lista de señales y síntomas de la exposición interna, externa y crónica (repetitiva) a tres de las familias químicas más usadas para producir insecticidas. Hemos incluido también algunas marcas comerciales como ejemplos de cada familia química. Su mención no implica que presenten un riesgo mayor o menor que otros productos que también podrían haberse empleado como ejemplos

sea las palabras: Peligro - Veneno (incluyendo el símbolo de la muerte: una calavera y canillas cruzadas); Advertencia; y Cuidado.

Estos avisos se relacionan al nivel de toxicidad de cada pesticida en particular y también a la cantidad de cada uno que podría perjudicar a un ser humano. Por ejemplo, un insecticida, tal como el Counter, lleva en su etiqueta las palabras Peligro - Veneno, indicando una alta toxicidad. La dosis mortal tomada oralmente de Counter para un hombre de 72 kilogramos de peso varía de unas cuantas gotas hasta una cucharadita, dice Schulze. La dosis es menor para un niño o joven que pese menos de 72 kilogramos.

Los síntomas de envenenamiento por organofosfato o carbamate son parecidos a los de la gripe, llamándose a veces "gripe de primavera".

"Existe una mayor probabilidad de exposición a pesticidas durante la primavera, cuando los agricultores plantan sus cultivos y aplican insecticidas--sobre todo los insecticidas contra los gusanos del maíz", explica Schulze. "La posibilidad de una exposición al pesticida existe si el granjero tiene contacto con el ingrediente activo sin equipo protector."

Debido a que los insecticidas actúan en diferentes maneras, no existe ningún tratamiento común de primeros auxilios para el

envenenamiento por insectidas. Schulze sugiere que las personas que usan insectidas con frecuencia deberían de conocer y seguir estas cinco recomendaciones:

- Reconocer las señales y los síntomas de envenenamiento por los insectidas que usan frecuentemente o a los que pueden estar expuestas.
- De sospechar un envenenamiento por insectidas, se debe pedir sin tardar asistencia médica en un hospital local o con un médico o un centro de control de envenenamiento cercano.
- En casos de envenenamiento, se debe identificar el insectida al cual la víctima ha sido expuesta. Se debe dar toda la información posible a las autoridades médicas.
- Se debe tener una copia de la etiqueta del pesticida para presentarla al personal médico. La etiqueta siempre debe indicar la marca del insectida, el antídoto, y el número de teléfono de emergencia del fabricante.
- Se deben conocer las medidas de emergencia que se pueden administrar hasta que llegue ayuda o que la víctima pueda llevarse a un hospital. La etiqueta del producto debe indicar los correspondientes procedimientos de primeros auxilios y tratamiento médicos.

**Números de emergencia:**

Chemical Transportation Emergency Center (CHEMTREC)  
1-800-424-9300

- Residentes de Nebraska:

Mid-Plains Poison Control Center  
(Children's Memorial Hospital, Omaha, Nebraska)  
1-800-642-9999

**Números para casos no de emergencia:**

National Pesticide Telecommunications Network  
1-800-858-7378

Chemical Manufacturers Association  
1-800-262-8200 (Lunes a viernes, 7 a.m. - 8 p.m.)

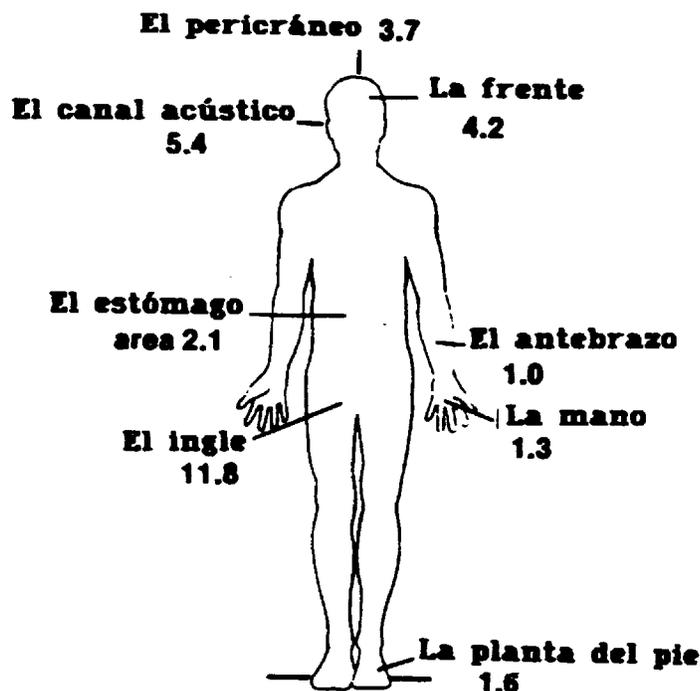
## LOS PESTICIDAS<sup>1</sup>

La exposición o contaminación puede ocurrir en cualquier momento cuando se mezcla, se aplica o se maneja un pesticida. Una vía de entrada del pesticida al cuerpo es por la piel.

La gravedad de la exposición dérmica depende de la toxicidad dérmica de la sustancia, la rapidez de absorción a través de la piel, la superficie contaminada y el tiempo que la sustancia ha estado en contacto con la piel, dice Rollie Schnieder, especialista en prácticas de seguridad de la Universidad de Nebraska.

Según Schnieder, existen ocho puntos en el cuerpo donde se absorben fácilmente los pesticidas en el sistema.

Los pesticidas pueden penetrar en el cuerpo por estos ocho puntos:



Índice de absorción.- Este diseño ilustra los ocho puntos en el cuerpo humano en que puede ocurrir absorción. Las tasas en una escala de 1 a 12 están basadas en una comparación utilizando el antebrazo (1) de base.

<sup>1</sup> Reproducción autorizada por el Redactor del Nebraska Farmer, edición del 2 de abril de 1988.

"Las tasas de absorción por la piel son diferentes para las distintas partes del cuerpo", explica Schnieder. "Por ejemplo, la absorción es 11 veces más rápida en la parte inferior del ingle que en el antebrazo. La absorción por la piel en la parte escrotal es suficientemente rápida para aproximar el efecto de una inyección directa del pesticida en la vía sanguínea. A esta razón, la absorción del pesticida por la piel en la vía sanguínea es más peligrosa que si se hubiera tragado."

Se puede observar que la mayoría de los puntos en el cuerpo en que existe mayor posibilidad de absorción, son también puntos de sudor.

"Existe una relación entre el punto del cuerpo en el que se absorbe el pesticida y la importancia del flujo de sangre en ese punto o con elevados niveles de sudor que pueden absorber los pesticidas," dice Larry Schulze, especialista en programas de formación para el uso de pesticidas en la Universidad de Nebraska.

Schnieder dice que la exposición dérmica puede ocurrir por salpicaduras, mezclas, derrames, partículas flotantes, ropa contaminada o al caminar por un campo en que se acaba de aplicar un pesticida.

"Un ejemplo de ropa contaminada son las gorras con tiras de tela en el forro para el sudor," agrega Schulze. "Si uno lleva una gorra de este tipo cuando está manejando pesticidas, la tira de tela puede absorber el pesticida. Aun tomando un baño de regadera o de tina todos los días, si sigue uno poniéndose la misma gorra, sin haberla lavado, se sufre una nueva exposición cada vez."

Schnieder explica que los cojines de tractores son otra fuente de repetida exposición y se deben lavar las fundas de estos cojines con frecuencia.

Schnieder y Schulze señalan que la exposición dérmica puede evitarse con la debida protección, tal como gafas de seguridad y respiraderos filtrados, y ropa protectora.

# ENFOQUE EN LA PRESA BRANTLEY<sup>1</sup>

## Nuevo Mexico

### Historial

En 1540, los primeros exploradores en la región que posteriormente llegara a ser el estado de Nuevo Mexico, eran españoles dirigidos por Francisco Coronado. Encontraron allí indios de la tribu Pueblo, quienes utilizaban sistemas primitivos pero eficaces para regar sus cultivos.

Estos primeros esfuerzos para desarrollar los recursos hidráulicos, o sea el riego, se venían practicando por siglos antes de la llegada de Coronado, por lo que el estado de Nuevo Mexico figura como la más antigua región regada de los Estados Unidos.

Multitudes de exploradores, soldados y colonizadores siguieron a los españoles en la región. Cambios políticos acompañaban al desarrollo. De una posesión española, la región llegó a ser una provincia de México; luego un territorio de los Estados Unidos; y finalmente, un estado en 1912.

Nuevo México disfruta de abundante sol, belleza, y muchos recursos naturales. Pero debido a su clima árido o semi-árido, la disponibilidad de agua es de suma importancia.

El valle del río Pecos en el sudeste del estado no es excepción. En esta parte, el Reclamation Service (ahora el Bureau of Reclamation) venía restaurando las facilidades de riego del Proyecto Carlsbad aun antes de que Nuevo México se volviera un estado.

Las presas Avalon y McMillan figuraban entre las viejas estructuras reacondicionadas, empezando en 1904. Sesenta años después, un estudio de evaluación indicaba la posibilidad de que una fuerte avenida sobrepasaría la capacidad existente del vertedero en la presa McMillan, causando un desbordamiento y, consecuentemente, la rotura de ambas presas.

El Proyecto Brantley fue autorizado bajo el Título II de la Ley Pública 92-514 que fue aprobada el 20 de octubre de 1972. El Título II dice en parte: "El Secretario del Interior está autorizado a construir, explotar y mantener el Proyecto Brantley<sup>\*\*\*</sup> para fines de riego, control de avenidas, pesca y fauna, y deportes, y para la eliminación de los peligros de rotura de las presas McMillan y Avalon<sup>\*\*\*</sup>".

Cambios posteriores en el diseño resultaron en costos de construcción más elevados que la estimación, por lo que el Congreso aprobó otra Ley Pública 96-375 para elevar el límite de los costos.

Las primeras obras mayores en el Proyecto Brantley empezaron en septiembre de 1983 con la resituación de una parte de la carretera U.S. Highway No. 285.

### Descripción General

El Proyecto Brantley está situado en el condado Eddy en el sudeste de Nuevo México sobre el río Pecos, a unos 24 kilómetros río arriba de la ciudad de Carlsbad. El río Pecos nace en las montañas Sangre de Cristo y es un mayor tributario del Río Grande.

La presa Brantley está situada a unos 8 kilómetros río abajo de la presa McMillan y a unos 16 kilómetros río arriba de la presa Avalon. En su extensión total, el proyecto abarca aproximadamente 26 kilómetros del río.

### Propósito del Proyecto

El Proyecto Brantley tiene por objetivo principal la seguridad de las presas. La falla de una o de ambas de estas estructuras resultaría en pérdidas potenciales de vida y daños por la inundación de la ciudad de Carlsbad, del Distrito de Riego de Carlsbad y de las tierras agrícolas regadas.

La presa Brantley reemplaza a la presa McMillan que ya no se considera segura; proporciona capacidad para contener las aguas de avenidas que no caben en las actuales presas McMillan y Avalon; proporciona protección a la presa Avalon controlando las avenidas río arriba; proporciona almacenamiento de conservación de reemplazo para el lago McMillan en el cual la capacidad de almacenamiento ha sido muy reducida por la sedimentación; proporciona almacenamiento suplementario para las aguas de riego que alimentan al Distrito de Riego de Carlsbad; y proporciona mejoramientos para la pesca, la caza y los deportes náuticos.

### Aspectos del Proyecto

La presa es una estructura de tierra compactada con una sección central de gravedad construida con hormigón. La coronación se sitúa a una elevación de 1008,4 metros, con una altura de aproximadamente 33 metros. La sección de hormigón del centro tiene una altura máxima de unos 34 metros y una longitud de 222 metros.

Los terraplenes, cada uno con una anchura de cresta de 7 metros, se extienden a cada lado de la sección de hormigón. La longitud total de la presa es de aproximadamente 6 kilómetros. El volumen total de relleno de rocas y tierra requerido para la presa se estima en unos 6,50 millones de metros cúbicos.

Un vertedero de demasías a través de las secciones de hormigón está controlado por seis compuertas radiales de 15 x 7,6 metros. Las compuertas tienen una capacidad de descarga máxima de 99,000 m<sup>3</sup>/s. Encaminando una avenida nominal a través del embalse resulta en una superficie máxima del agua en la cota 1007. La capacidad total controlada del embalse será de 43.000.000 metros cúbicos, con un área de superficie de unas 4900 hectáreas en la cota 997.

Las obras de descarga de la presa Brantley han sido diseñadas para descargar 396 m<sup>3</sup>/s de agua en la cota 992 a través de dos compuertas de 1,22 x 1,22 metros. La llenada inicial empezó en septiembre de 1988.

### Deportes, Pesca y Fauna

Se proyecta el desarrollo de dos áreas de recreo alrededor del embalse Brantley con un total de 1000 hectáreas. Las facilidades incluirán 100 sitios para campamentos, 150 sitios para días de campo, 3 rampas para lanchas, 6 sitios de botadura, 2 playas para natación, 4,8 kilómetros de sendas y 7,4 kilómetros de rutas de acceso. Al completarse la construcción de las facilidades de recreo, la Comisión de Parques y Recreo de Nuevo México se encargará de su explotación y mantenimiento.

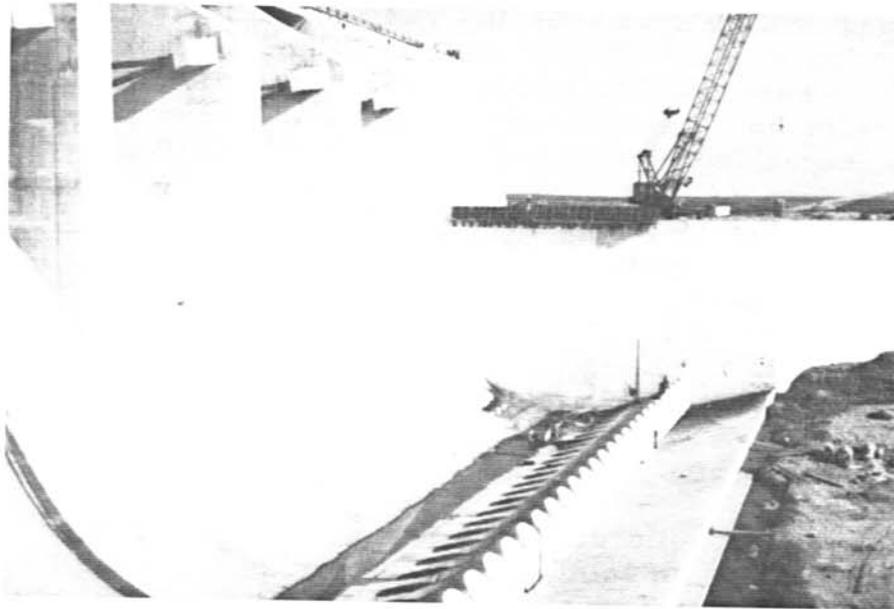
Un área con una superficie de aproximadamente 890 hectáreas será adquirida para el desarrollo de una reserva para las aves acuáticas. Ciertas partes dispondrán de pequeños estanques para beneficio de estas aves; otras zonas serán dedicadas a cultivos para alimentarlas y la superficie restante servirá de franja de protección. El Departamento de Fauna y Peces de Nuevo México administrará esta área.

### Recursos Culturales

La presa McMillan, que ya no se considera segura, será derrumbada. Puesto que la presa McMillan forma parte del proyecto original Carlsbad Reclamation Project y figura en el Registro Nacional de Monumentos Históricos, se ha firmado un acuerdo con el Consejo Asesor de Presección Histórica para documentar completamente los aspectos de ingeniería y arquitectura y su historial para mitigar el impacto de la destrucción de la presa.

### Informaciones

La Oficina de los Proyectos Pecos River/Brantley del Bureau of Reclamation en Carlsbad, Nuevo Mexico es responsable de las actividades asociadas con el diseño y la construcción de este proyecto. Dicha oficina también supervisa el trabajo sobre el río Pecos, la operación y el mantenimiento de la Presa Sumner y el programa de rehabilitación para el Distrito de Riego de Carlsbad.



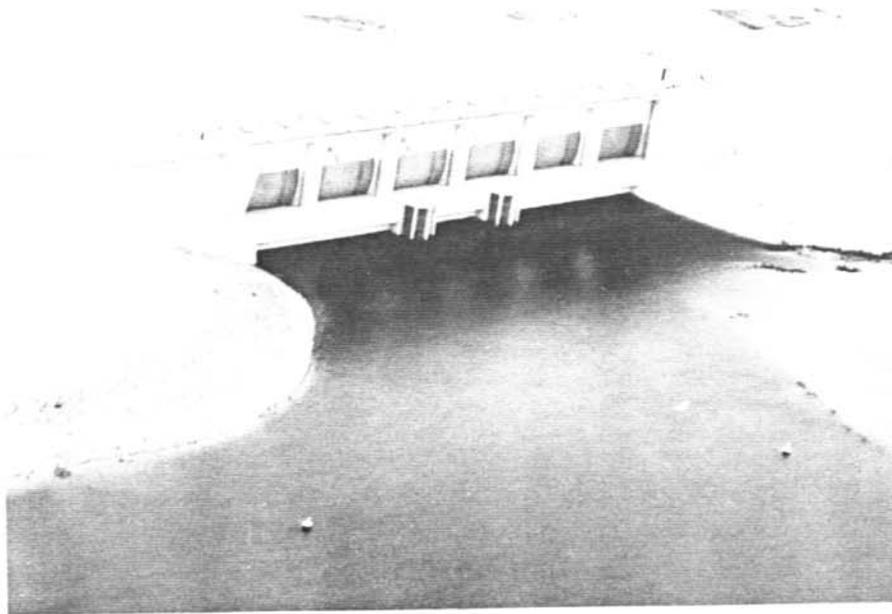
**Figura 1.- Presa Brantley - Vertedero y cuenco amortiguador. 4/10/87**



**Figura 2.- Presa Brantley - Presa y embalse con el antiguo canal del río Pecos en la primera plana. 22/9/88**



**Figura 3.- Presa Brantley y el embalse, con el complejo de explotación y mantenimiento a la izquierda en la primera plana. 22/9/88**



**Figura 4.- Presa Brantley - Vista aérea del embalse y de la estructura de hormigón. Nótese las dos boyas de seguridad entre las cuales se atará un cordón de flotación de seguridad. 20/9/88**



**Figura 5.- Presa Brantley - Vista aérea de la estructura de hormigón, el cuenco amortiguador, los estribos de izquierda y derecha y el embalse. 7/9/88**



**Figura 6.- Presa Brantley - Vista aérea de la presa y el embalse. El lago McMillan se ve al fondo. Nótese la curva de los estribos de tierra. 29/9/88**

## La Misión del Bureau of Reclamation

El Bureau of Reclamation, dependencia del Departamento del Interior de los Estados Unidos, es responsable del desarrollo y conservación de los recursos hidráulicos del país en el Oeste de los Estados Unidos.

El propósito original del Bureau, o sea "disponer el desarrollo de las tierras áridas y semi-áridas del Oeste", hoy en día cubre una amplia gama de funciones interrelacionadas. Estas incluyen suministrar fuentes de aguas municipales e industriales; generación de energía hidroeléctrica; agua de regadío para el uso agrícola; mejoramiento de la calidad del agua; control de avenidas; navegación fluvial, regulación y control de ríos; enriquecimiento de la fauna y peces; actividades deportivas al aire libre; y la investigación en diseños hidráulicos, construcción, materiales, control de la atmósfera y energía eólica y solar.

Los programas del Bureau son frecuentemente el resultado de una estrecha cooperación con el Congreso de los Estados Unidos, otras agencias federales, los gobiernos estatales y locales, instituciones académicas, organizaciones de usuarios de agua y otros grupos interesados.

El Bureau of Reclamation ofrece un folleto gratuito titulado "Publications for sale" (publicaciones en venta), el cual describe algunos de los impresos actualmente disponibles, su costo y como pedirlos. Sírvase dirigirse al Bureau of Reclamation, Attn. D-7923A, P O Box 25007, Denver Federal Center, Denver, Colorado 80225-007, U.S.A.