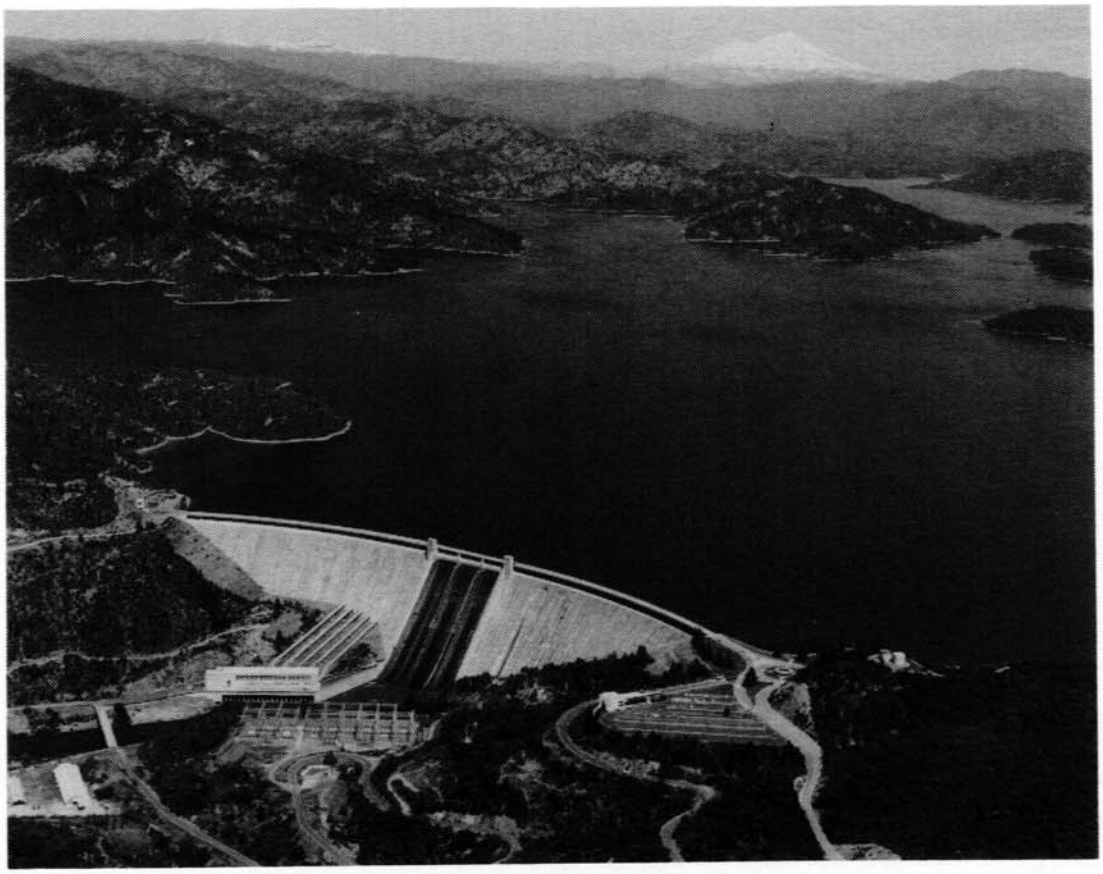
EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO HIDRAULICO

BOLETIN NO. 149

Septiembre de 1989



EN ESTA EDICION:

Allá en la Granja
Protección Geosintética para Presas
Un Tapón de Tubería Diferente para uso Invernal
Se Instala Nuevo Revestimiento en un Canal
Problemas en Cimentaciones causan falla del Terraplén de un Embalse
Socavación atribuida a Filtraciones
Adelanto importante en la Aplicación de Herbicidas en el Suelo
Enfoque en la Presa Shasta

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:

La presa Shasta y su embalse - Central Valley Project, California

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.

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR - BUREAU OF RECLAMATION

CONTENIDO

BOLETIN DE EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO HIDRAULICO

NO. 149

Septiembre de 1989

	Página
Allá en la granja	1
Protección geosintética para presas	7
Un tapón de tubería diferente para uso invernal	14
Se instala nuevo revestimiento en un canal -- bajo agua	16
Problemas en cimentaciones causan falla del terraplén de un embalse	21
Socavación atribuida a filtraciones	25
Adelanto importante en la aplicación de herbicidas en el suelo	27
Enfoque en la presa Shasta	30

ALLA EN LA GRANJA[1]

por

Stephen Putnam, W. Thomas Gallier y Carl Houck[2]

Un "enfoque total" en el tratamiento de lodos de purificación, desde control del nitrógeno a inyección subterránea ayuda a cultivar maíz en Colorado

A primera vista, Fort Collins parece estar utilizando el lodo resultante de la purificación de sus aguas servidas como siempre lo ha hecho, aplicandolo a tierras de cultivo como un fertilizante para maíz y trigo. Esta población de 86.000 habitantes ahora es dueña de una granja de 130 hectáreas y nunca se ha considerado la incineración o botar el lodo no tratado en un basural.

Lo que no es aparente a primera vista son los esfuerzos de los ingenieros y personal de las empresas públicas para mantener todo tan simple en la superficie. Fort Collins, al igual que muchas otras poblaciones de su tamaño, ha mejorado el tratamiento de sus aguas servidas durante los últimos doce años. Una de las consecuencias ha sido una mayor producción de lodo.

Dada la producción actual de lodo de la ciudad, hasta 1.140 m^3 al día, no se puede confiar en su almacenamiento durante períodos de mal tiempo o de baja demanda agrícola. Se necesita de una variedad de tratamientos y aplicaciones de lodo.

La granja de 130 hectáreas, donde en la actualidad se cultiva solo maíz, está ubicada a 1,6 km de la planta de tratamiento. La granja es el centro de un número de operaciones de tratamiento de lodo. Parte del lodo llega en camiones de plataforma en la forma de "panes". Este lodo se esparce sobre el suelo. Otra forma de lodo llega en estado líquido, bombeado a través de una tubería hasta la granja. Este lodo se inyecta en el suelo. La granja también cuenta con instalaciones para la producción de abono compuesto, donde el lodo se convierte en un producto para la venta.

---

[1]Impreso con autorización de Civil Engineering, una publicación mensual de la ASCE (Asociación Americana de Ingenieros Civiles), número de Marzo de 1989.

[2]Stephen Putnam es un asesor técnico en la división de aguas servidas de Fort Collins, Colorado, EE.UU. y W. Thomas Gallier es el gerente de la misma división en Fort Collins. Carl Houck es un jefe de proyectos de Black & Veatch Engineers-Architects, Aurora, Colorado, EE.UU.

La flexibilidad de los procedimientos de aplicación, lo que es muy importante cuando de consideran las siempre cambiantes condiciones climáticas y de la superficie del suelo, es complementada por la flexibilidad del tratamiento de lodo en la planta principal. Allí, los niveles de nitrógeno y de sólidos se controlan mediante espesamiento, desaguado y digestión.

El aumento en el volumen de lodo también ha forzado a Fort Collins a abastecer a los granjeros privados. Hasta un 50 por ciento del lodo de la ciudad puede usarse en tierras privadas. En su mayoría, estas granjas son de secano y se utilizan para el cultivo de trigo, lo que se hace mucho en el norte de Colorado dado sus condiciones áridas. Lodo en forma de "panes" se aplica sobre el suelo. Todos los años se cultiva una franja por medio.

El éxito de Fort Collins en su programa de utilización de lodo en granjas se debe a su programa de pre-tratamiento. Las políticas de este programa, como lo dice la publicidad, son "claramente limpias y seguras". Su propósito es de beneficiar a la población y a los agricultores. La clave es la cuidadosa interpretación de las regulaciones federales, estatales y locales.

Flexibilidad en la Planta

La flexibilidad en el tratamiento de lodo comienza en la planta de tratamiento principal. Fort Collins cuenta con otra planta más antigua, pero el lodo producido por ésta se descarga en una alcantarilla interceptora de 6 km de largo que lleva el lodo a la planta principal, donde se une al afluente.

Poco más de un año atrás, los flujos de entrada de la planta de tratamiento principal aumentaron en forma significante cuando una nueva cervecería comenzó sus operaciones. A su capacidad máxima, las aguas servidas adicionales son equivalentes al uso por 70.000 personas. En la actualidad el pretratamiento se efectúa en la cervecería antes de que el efluente se una al sistema de aguas servidas municipal.

El tratamiento de lodo se centra alrededor de dos procesos diferentes para pre-espesar el lodo activado con desechos. Bajo condiciones normales, el lodo secundario es tratado mediante espesamiento por flotación de aire disuelto. Tratamiento de respaldo es ofrecido por una combinación de centrífuga y criba rotatoria de espesamiento de pequeña escala. La concentración máxima de sólidos en el lodo que se puede bombear a la granja es de 4 por ciento.

El lodo primario de los clarificadores y el lodo secundario pre-espesado se llevan a los digeridores anaeróbicos para continuar su tratamiento. Los lodos pueden ser digeridos en

forma separada o conjunta en uno de los tres digeridores. La digestión separada puede ayudar a combatir el problema de espumado y ayuda a combatir el problema de baja concentración de sólidos asociado con la digestión de lodos secundarios. La concentración de sólidos a la salida del proceso de digestión en la actualidad es de 5,4-9 TM secas por día. Después de la digestión, el lodo resultante se bombea a la granja, a la concentración de sólidos resultante de la digestión, se espesa o se desagua.

La habilidad de controlar las formas de nitrógeno en la planta de tratamiento, les permite a los operadores producir una variedad de fertilizantes. El contenido de nitrógeno se puede controlar ajustando el grado de espesamiento o desaguado. La ciudad ha descubierto que espesar lodo digerido anaeróbicamente a concentraciones de aproximadamente 4 por ciento de sólidos retira 26 por ciento del nitrógeno disponible. El desaguado del lodo a aproximadamente 18 por ciento de sólidos retira hasta un máximo de 83 por ciento del nitrógeno.

El nitrógeno extraído durante el espesamiento o desaguado se devuelve a la corriente de tratamiento de la cervecería, la cual es deficiente en nitrógeno. El metano que se produce en los digeridores, se utiliza como combustible para calentar los digeridores y los edificios. A medida que el tamaño de la planta aumenta, otros usos del metano se hacen posible.

Transporte y Abono Compuesto

El costo de la tubería que une la planta con la granja fue compensado por el costo de transportar el lodo líquido en camiones tanque. Los "panes" de lodo desaguado se transportan en camiones de plataforma de 18 ruedas o en camiones de volteo. La habilidad de transportar los "panes" permite ubicar el equipo de desaguado en la planta principal, al mismo tiempo que permite tomar ventaja del espacio, aislamiento e instalaciones de almacenamiento de abono compuesto en la granja.

Durante el buen tiempo, camiones grandes transportan los "panes" o abono compuesto en un mínimo de viajes. Durante la temporada de nieve y hielo, camiones más pequeños hacen más viajes pero con más seguridad. Camiones más pequeños también distribuyen lodo a los sitios remotos.

Los requisitos patogénicos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) son satisfechos por dos procesos de tratamiento del lodo. La digestión anaeróbica satisface los requisitos actuales para un "proceso para reducir en forma significante los patógenos" (PSRP). Estos lodos PSRP son más adecuados para usos agrícolas, donde las personas no entran en contacto directo con el lodo.

El segundo proceso de tratamiento es la producción de abono compuesto efectuado en la granja, seguido por almacenamiento por un año. Este proceso le permite al lodo satisfacer el "proceso para reducir aún más los patógenos (PFRP). Los lodos PFRP son más adecuados para usos directos por el público, tales como fertilizantes envasados en bolsas y usos en áreas urbanas.

La habilidad de producir ambos tipos de lodos (PSRP y PFRP) permite a los operadore reaccionar a las demandas de los usuarios y a los cambios en regulaciones. Si la granja necesita más materia orgánica, la tiene disponible en el sistema de producción de abono compuesto aireado en camellones recubiertos en la granja. Esta instalación también permite el almacenamiento de lodo en ocasiones cuando el tiempo o la disponibilidad de los terrenos interfiere con la aplicación del lodo. Además, el sistema de producción de abono compuesto puede funcionar a temperaturas elevadas para satisfacer los requisitos de la EPA sin requerir almacenamiento.

El abono compuesto ya acabado se marca para uso urbano/suburbano, y los objetivos iniciales son la construcción de jardines nuevos y el mantenimiento de espacios abiertos. Estos mercados están creciendo y siguen acercándose a la granja productora de abono compuesto. Si la demanda baja, el abono compuesto se puede almacenar fácilmente o se puede usar como una enmienda a los terrenos agrícolas.

Astillas de madera se utilizan como el agente abultador para el proceso de producción de abono compuesto aireado. La enmienda de materia orgánica se consigue agregando lodo previamente procesado y aserrín comercial.

En la actualidad se están efectuando experimentos para determinar si una parte de los productos de la granja, o sea los tallos de maíz, pueden utilizarse como enmiendas orgánicas y agentes abultadores. A manera de prueba, se han plantado álamos, los cuales se podrían cosechar anualmente para producir astillas de madera. También se puede obtener madera del basural del condado. El objetivo de todos estos esfuerzos es el obtener un sistema ecológico municipal balanceado.

<u>Como Seleccionar la Aplicación</u>

El proceso de aplicación del lodo específico afecta la manera en que el lodo actúa como fertilizante. La selección entre esparcir los "panes", aplicación líquida superficial o inyección de líquido se basa en las condiciones climáticas, tiempo oportuno en la estación de crecimiento y el cultivo de que se trata.

Por ejemplo, la aplicación líquida permite fertilizar rápidamente los campos bajo ciertas condiciones de cultivo. En ocasiones puede que se desee más materia orgánica y menos nitrógeno en el suelo. (Más materia orgánica favorece una mejor estructura del suelo y una mejor retención de humedad). La aplicación de lodo líquido espesado es el primer paso en esta dirección, debido a la extracción del nitrógeno central. Para una mayor aplicación de materia orgánica, con una aplicación de nitrógeno mínima, se puede aplicar lodo en "panes" o abono compuesto en la superficie.

Las técnicas de aplicación también se selccionan basandose en las necesidades de nitrógeno. Las diferentes técnicas de aplicación liberan cantidades de nitrógeno distintas. Por ejemplo, la aplicación en la superficie permite la volatización del amoníaco, y por lo tanto no es una buena fuente de nitrógeno para los cultivos. En ocasiones se prefiere la inyección subterránea, debido a que en el caso de Fort Collins, puede sumistrar 113 kilos de nitrógeno por tonelada seca.

La tasa de mineralización del nitrógeno orgánico varía y está relacionada directamente con la tasa de aplicación de líquidos, especialmente en un clima seco como el del norte de Colorado. La información impresa disponible muestra tasas de mineralización que varían entre 20 y 35 por ciento en el primer año después de la aplicación. Una observación general es que la tasa de mineralización más baja es más aplicable a tasas de aplicación de líquidos bajas, y la tasa de mineralización más alta es más aplicable a tasas de aplicación de líquidos altas. Las pruebas de nitrógeno en el suelo suministran la respuesta final con respecto a la cantidad de nitrógeno disponible para el crecimiento del cultivo.

Si los olores presentan un problema en el sitio, se recomienda la incorporación subterránea de todas las formas de lodo. Debido sobre todo a la preocupación con respecto a derrames, la aplicación de líquidos en la superficie se usa raramente en la granja.

<u>Fuera de la Granja</u>

La aplicación superficial de los "panes" se practica en las granjas de trigo privadas para minimizar el olor y los derrames. Este tipo de aplicación también reduce la erosión provocada por el arado. Estas granjas están regidas por las regulaciones estatales tocante al lodo. La aplicación se controla a tasas agronómicas, y el cultivo principal es trigo de secano.

El trigo necesita de cantidades de nitrógeno relativamente pequeñas y el suelo es mejorado por la materia orgánica que no

se encuentra en los fertilizantes comerciales. Además, el trigo se cosecha mediante una rotación de cultivo en barbecho veraniego, lo que deja tierra disponible para el trigo una gran parte del año. Una capa de lodo en "panes" delgada se seca rápidamente, produciendo muy poco olor y derrame.

La ciudad a obtenido varios de estos sitios aprobados por el estado, los cuales están ubicados en distintas direcciones alejadas de la granja. La disponibilidad de varios sitios reduce las interrupciones debido a condiciones climáticas, ya que las tormentas localizadas que afectan a un sitio, frecuentemente no afectan a otros. Los "panes" de lodo se transportan en camiones de la planta de tratamiento a las granjas privadas.

Control y Resplado

Después de la aplicación en la granja, se examinan el suelo y el agua subterránea. La granja funciona bajo un "certificado de designación" como un sitio de uso beneficioso del lodo. En la actualidad se están aplicando lodo en "panes" y abono compuesto sin ninguna dificultad, pero la aplicación en la forma líquida se viene limitando cada vez más.

Como resultado de una acuerdo cooperativo entre la ciudad de Fort Collins y el Condado de Larimer, se dispone de un respaldo de corto tiempo para la aplicación al suelo y para el sistema de producción de abono compuesto. Recientemente, la ciudad decidió aceptar residuos, los que hasta ahora eran enviados a un sistema de tratamiento de laguna en el basural del condado, el cual tiene muchos problemas.

Cada tonelada seca de residuos permite devolver al basural una tonelada de lodo desaguado que satisface los reglamentos estatales y federales. Toneladas de residuos secos tratados también se pueden almacenar por periodos cortos.

Botar el lodo en el basural no representa la mejor solución; la alternativa descrita en este artículo brinda una importante oportunidad para ofrecer beneficios ambientales en una manera flexible.

PROTECCION GEOSINTETICA PARA PRESAS[1]

por Dan Morse

Durante los primeros 25 años de servicio de la presa de Paradela, una obra de 110 metros de alto en Portugal, se marcaba un promedio de pérdidas por filtración de 500 litros de agua por segundo. Se habia aplicado impermeabilización de cobre y de compuestos de caucho, pero éstos fallaban repetidamente.

En 1981, el embalse fue vaciado y los equipos de construcción aplicaron 7,28 hectáreas de geotextiles impregnados con asfalto al paramento de aguas arriba, con una pendiente de 37°. Desde entonces, la presa ha venido perdiendo unos 15 litros/segundo -- muy aceptables -- o sea una mejora de 97 por ciento.

Ese buen resultado figura entre los muchos éxitos marcados en Europa, donde actualmente los paramentos de más de 30 presas grandes están recubiertos con geotextiles y geomembranas. En muchos casos, los geosintéticos representan la única barrera al agua en toda la obra.

Para presas situadas en áreas remotas--donde el transporte de equipos pesados de compactación es virtualmente imposible--se escogen los geosintéticos en lugar del asfalto-hormigon. Según Jean-Pierre Giroud de la firma GeoServices, Inc., una empresa especializada en geosintéticos en Boynton Beach, Florida, los geosintéticos, debido sobre todo al corto tiempo requerido para su instalación, representan muchas veces la opción la menos costosa.

El progreso cobrado en los Estados Unidos ha sido más lento. Aunque los geosintéticos son utilizados normalmente para los basurales y almacenamientos superficiales, se usan raramente en las presas.

"Tengo dudas tocante a los geosintéticos cuando sirven como la única barrera aguas arriba," dice Charles Gardner, jefe de la sección de calidad de suelos para el estado de Carolina del Norte. "Lo que pasa es que no tenemos suficiente confianza en la eficacia y la durabilidad de los geosintéticos."

Otros interesados, como Giroud y Robert Koerner, director del Instituto de Investigaciones sobre Geosintéticos en la Universidad

---

[1]Reproducido con permiso de Civil Engineering, una publicación mensual de la ASCE (American Society of Civil Engineers), 345 East 47th Street, New York, N.Y. 10017 U.S.A., edición de enero de 1989.

[2]Daniel Morse es un subredactor de la publicación Civil Engineering.

de Drexel, señalan los éxitos obtenidos en Europa.

Giroud, quien había trabajado en Francia hasta 1978, afirma: "Además del buen comportamiento de las nuevas presas en Europa, existen presas más antiguas que todavía funcionan muy bien. En 1970, en la presa de Valcros en el sur de Francia, se instalaron geotextiles en el dren de pie y también como una base para el encachado de piedra aguas arriba. Muchas personas han ido al sitio y sacado muestras de los geotextiles. La presa ha sido el tópico de muchos escritos y el deterioro ha sido muy poco."

Reparaciones en Europa

La presa de Paradela en Portugal, construida en una zona que carece de suelos impermeables, es una estructura de escollera con paramento de hormigón. La presa dispone de una planta hidroeléctrica de 90-MW.

En 1980, cuando se evaluaban distintos métodos para impermeabilizar el paramento, los ingenieros calcularon que el geotextil impregnado con asfalto sería menos costoso que una capa de hormigón-asfalto. En lugar de requerir equipos de rodado pesado--difíciles de manejar sobre la pendiente de 37°--se dispuso una cubierta de geosintéticos por medio de una pequeña máquina de "baño y pegamento". Conforme se iba izando la máquina sobre el paramento con cables, se desenrrollaba el geotextil, se bañaba el mismo en una mezcla líquida de latex de neopreno y emulsión bituminosa, y se colocaba sobre el paramento.

La pegajosidad del líquido permitía al revestimiento adherirse directamente al hormigón sin necesidad de utilizar cola. Además, cada banda sucesiva del revestimiento se pegaba al solape de 10 centímetros de la banda anterior, sin necesidad de juntas, y eventualmente el nuevo revestimiento se endureció.

Los ingenieros de la Hidroeléctrica do Cavado, una empresa proyectista local, decidieron que el geotextil impregnado no necesitaba una capa protectora.

Pietro de Porcellinis, un gerente de producción de la empresa Rodio-Cimentaciones Especiales, los surtidores de la membrana rodimperm, opina que por su facilidad de reparación, el rodimperm representará una solución permanente. Según dice el señor de Porcellinis, el latex de neopreno hace que se vuelva pegajosa la parte sumergida de la membrana. Las reparaciones se pueden llevar a cabo bajo agua al colocar una nueva membrana encima de la membrana pegajosa.

Con el fin de vigilar el asentamiento de los lajas de hormigón por debajo de la cubierta, se pintó una enorme parrilla geodésica

sobre la membrana. Además, se pintó la totalidad de los 25 metros superiores de la membrana para protegerlos contra el ozono y los rayos ultravioletas del sol.

Giroud admira mucho a los que trabajaron en ese paramento de 37°. "Es un ángulo muy impresionante cuando se encuentra uno parado a la mitad del paramento de la presa, dice él. "No se puede caminar sobre las pendientes, únicamente por medio de escaleras."

Para reducir el tiempo de construcción, en lugar de escaleras se utilizó otro modo para subir y bajar las pendientes -- la máquina de formar juntas fue empleada como una especie de góndola de construcción, en la que se subían y bajaban hasta cinco trabajadores a la vez.

A un costo de 800.000 U.S. dólares, la restauración quedó completada en tres meses. Esto incluye el relleno preparatorio de grietas y quebraduras, sobre todo alrededor de la torre de toma de agua.

En Italia, los paramentos verticales se reparan con geomembranas y geotextiles. Entre los paramentos más altos figura el de la presa del lago Nero, de 40 metros de altura, situada cerca de Bergamo. La construcción de la presa duró de 1924 a 1929.

En 1981, una geomembrana de 1.9 mm de espesor de PVC fue transportada por camión hasta el lago Nero. Los ingenieros temían que la geomembrana fuera dañada por el oleaje, los destrozos flotantes y el mismo paramento, por cuanto se había reforzado la membrana en la fábrica. Un geotextil de 340 gr/m^2 no tejido fue acoplado con calor a la geomembrana.

Se desenrrolló la geomembrana reforzada hasta abajo en el paramento de la presa en sábanas de 2 metros de ancho. Cada banda tenía un solape de 10 centímetros por encima de la anterior. Los trabajadores, quienes se bajaban por medio de andamios parecidos a los que se usan para los lavadores de ventanas en los edificios muy altos, soldaron las bandas juntas, empernando después la geomembrana a tiras metálicas sobre las juntas y al paramento de la presa.

Durante los descensos de agua en el embalse, cuando ya no existe presión contra la geomembrana, las tiras metálicas siguen sosteniendo la pesada geomembrana contra el paramento de la presa, dice Giroud. Es debido a estos períodos de bajos niveles de agua que son tan cruciales los procedimientos de instalación. "El material debe estar lo más tieso posible," declara Giroud. "Si el viento lo hace ondular, puede dañarse."

Nuevas presas en Europa

Entre 1968 y 1983, se construyeron siete presas nuevas en Francia utilizando geosintéticos como el único elemento impermeabilizante sobre los paramentos de aguas arriba. Las presas varían en altura de 12 a 28 metros, con rellenos ya sea de tierra o rocas.

Los ingenieros encargados del diseño de la presa de Codole de 28 metros de alto, cerca de Córsica, tenían la intención de usar hormigon asfáltico como el elemento de impermeabilización. Pero después de evaluar los costos de instalación, quedó evidente que los geosintéticos serían más económicos.

El paramento en la presa de Codole fue construido en cuatro capas separadas. La primera capa, una camada poco costosa y permeable de hormigón asfáltico, sirve para proteger los geosintéticos contra el relleno de piedras. El hormigón asfáltico también presenta una superficie plana para los geosintéticos. Para la segunda capa, una geomembrana de PVC de 1,9 mm reforzada por un geotextil de 407 gr/m^2, se pegaron juntas en la fábrica de geosintéticos. La siguiente capa, un geotextil independiente de 407 $gr/m/^2$ tiene dos funciones: protección exterior para la geomembrana y un medio de drenaje para el agua que pasa a través de la cuarta capa, una pantalla de 1,83 metros de hormigón armado. Calificado como "muy buena protección" por Giroud, el hormigón fue colocado para proteger la geomembrana contra palos, árboles y otros escombros.

Los geosintéticos fueron instalados en una pendiente de 30^o y fueron entregados al sitio en tiras largas, sin necesidad de juntas en el paramento de la presa. Las juntas laterales se formaron utilizando aire caliente. Completado desde hace ya 5 años, el paramento de la presa de Codole ha sido "muy seguro", dice Giroud, quien fue consultor de diseño para dicha presa. Dicho señor también había trabajado anteriormente en la presa de Ospedale de 26 metros de alto, construida con relleno de roca en 1978, también situada cerca de Córsica.

Dice Giroud, "En la presa Ospedale, no era posible traer hasta la presa equipos pesados para el rodado de hormigón asfáltico. El acceso era muy limitado. Para la construcción del paramento de geosintéticos, no se necesitó más que los rollos de geosintéticos y las herramientas normales de ingeniería. Todo cabía muy bien en un camión de tamaño regular."

Además de una capa permeable de hormigón asfáltico, el paramento de Ospedale dispone de cuatro componentes: un geotextil que proteje al revestimiento contra el hormigón asfáltico, un geotextil impregnado de asfalto que provee imper-

meabilización, otro geotextil que proteje la impermeabilización y permite drenaje, y una pantalla de 8 centímetros de bloques de hormigón trabados que protegen a los geosintéticos contra la acción del oleaje y otros peligros del agua.

Debido a que el geotextil había sido impregnado en la fábrica, no hubo necesidad del procedimiento de baño y pegamento en el sitio.

Durante los primeros 3 años, el nuevo paramento de la presa Ospedale dió muy buenos resultados. En el invierno de 1982, sin embargo, una tempestad muy violenta desalojó algunos de los bloques. En algunos lugares, el geotextil de drenaje exterior también sufrió daños. Pero el geotextil impregnado no sostuvo ningún daño, dice Giroud.

Estos bloques ya se han reparado, pero Giroud cree que se podrían dañar más bloques de ocurrir otra tempestad parecida. Para las presas del futuro, él no aconseja el concepto de bloques trabados como protección, a no ser que el tamaño de los bloques sea mucho mayor que los bloques de 25 x 20 centímetros utilizados en la presa Ospedale.

Espectativas en los Estados Unidos

"En algún momento, posiblemente para fines del presente siglo, los Estados Unidos se mobiliazarán y comenzarán a reparar sus presas. Podría ser a razón de una presa al mes," dice Giroud, comparando este esfuerzo con el actual manejo de desechos. "Muchas personas le dirán que unas 100.000 presas en los EE.UU. necesitarán reparaciones dentro de poco tiempo."

Es muy probable que el primer mercado de geosintéticos para uso en las grandes presas de los EE.UU. será para las presas que necesitan reparaciones, y no para nuevas presas a construirse. Según el Concilio Nacional sobre Mejoras en las Obras Públicas, más de una tercera parte de las presas en este país ya habrán marcado 50 años de servicio para el año 2000.

Basado en los casos observados en Europa, las presas de roca con paramentos de hormigón presentan las mejores posibilidades para reparaciones con geosintéticos. Giroud señala los peligros específicos que presentan estas presas: "Pequeñas grietas en el paramento producen un chorro de agua de muy alta presión que penetra hasta el núcleo permeable de la presa. Esto puede producir fisuras importantes y debilitar toda la estructura."

Giroud no sabe precisamente que número de presas en los Estados Unidos podrían repararse con geosintéticos, pero afirma que "seguramente existen aquí muchas presas de acceso muy difícil. Necesitamos una técnica que nos permita llegar facilmente al sitio de la presa."

En el transcurso de los últimos 11 años, Giroud anticipa que las reparaciones a las presas empezarán a recibir la atención dada actualmente a la eliminación de desperdicios. "Varias presas han sufrido roturas recientemente en los EE.UU., pero no han sido de suficiente importancia para atraer la atención del público o del Congreso como suele ser el caso con la contaminación de las aguas subterráneas."

"Y toda atención política que se dé a la protección de las presas incluirá también a los diseñadores. Actualmente, la mayor parte del talento en el diseño de los geosintéticos en los EE.UU. se concentra en la eliminación de desechos."

Un diseñador ocupado en la eliminación de desperdicios y asimismo en la protección de los paramentos de presas es Ed Smith, vicepresidente de la empresa Morrison-Knudsen Engineers, Inc. de San Francisco, California.

Dice Smith, "En lo referente a los diseños para la reparación de presas, no damos mucho consideración a los geosintéticos porque sabemos que las agencias estatales encargadas de la seguridad de las presas no nos proporcionarán este tipo de material. Muy pocos estados quieren ser los primeros en autorizar una tecnología nueva. Y los dueños de presas privadas tienden a seguir las pautas establecidas por las agencias estatales."

Alan Pearson, jefe de la sección de seguridad de presas para la División de Recursos Hidraúlicos del estado de Colorado manifiesta otro punto de vista:

"Mantenemos un juicio imparcial tocante a la metodología", dice Pearson. "El diseñador consultor tiene la responsabilidad de idear propuestas de costo eficiente usando geosintéticos. Por ahora, permitimos el uso de geosintéticos como una camada para el encachado de rocas en aplicaciones no críticas."

Durante los últimos 12 años, a medida que la nación ha venido interesándose más en los problemas de los desechos municipales y su eliminación, los reglamentos y las pautas de la agencia para la protección ambiental (EPA) tocante al uso de los sintéticos, hacen caso omiso de la aprobación estatal. Si las presas fueran a considerarse de repente como emergencias, ¿ qué no se podría esperar este tipo de reglamento con respecto a las presas?

"Lo dudo, dice el Sr. Koerner de la empresa Drexel. "La EPA tiene más autoridad para establecer reglamentos que los organismos que supervisan las presas, o sea el Bureau of Reclamation y el U.S. Corps of Engineers."

Una presa a la vez

Por ahora, cuando menos, toda aplicación de geosintéticos en las presas de EE.UU. se hará deliberadamente, presa por presa. Mark Glenn, presidente de Gwin, Dobson & Foreman engineers, Altoona, Pennsylvania, utilizó recientemente geosintéticos como elemento impermeabilizante en una presa de tierra de 17 metros de alto en Altoona.

Una geomembrana de 50 mm, intercalada entre dos geotextiles, fue colocada sobre el paramento de 27º. Se colocaron los geosintéticos sobre una capa de 23 centímetros de arena, con una cubierta de 20 cm de piedra machacada y una capa de encachado de rocas.

El diseño ideado por Glenn fue aprobado por el estado de Pennsylvania, debido a que las autoridades estatales consideran la aplicación de geosintéticos como una extensión natural de los recientes diseños para lagunas y basurales. Se calculó que la aplicación de geosintéticos al paramento representaba una economía de 250,000 U.S. dólares sobre el costo de un revestimiento de hormigón asfáltico.

"Los geosintéticos utilizados en las presas y para la reparación de presas deben considerarse como una solución específica para cada sitio," dice Glenn. "Si la pendiente hubiera sido más empinada, no hubiera sostenido las cubiertas exteriores."

Esto nos lleva otra vez a Giroud, quien está preocupado por la posibilidad de que el diseño básico de ingeniería pueda ser ignorado en la precipitación para recubrir las presas con geosintéticos.

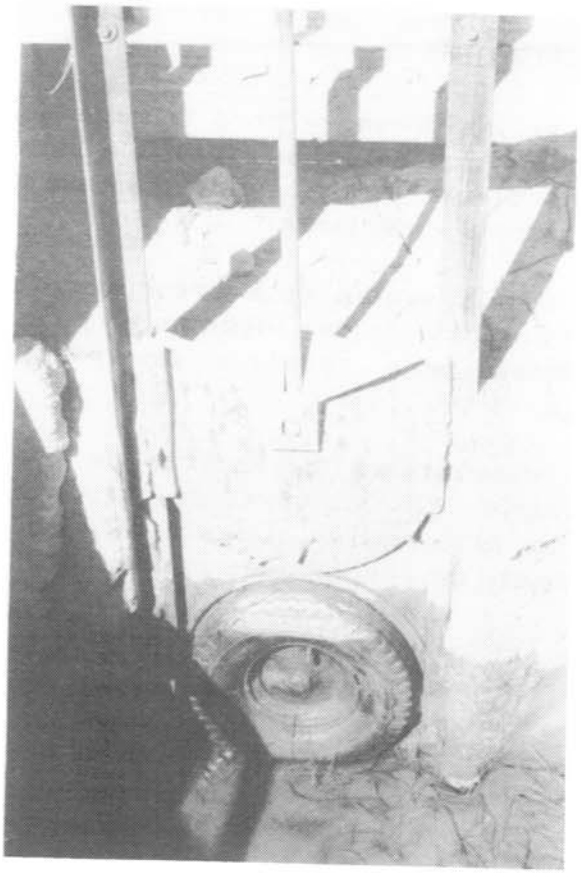
Dice Giroud, "No se puede diseñar un paramento de hormigón asfaltico y luego susbtituirle un sistema de revestimiento geosintético. Se trata de un material totalmente diferente, con una serie enteramente diferente de propiedades mecánicas."

UN TAPON DE TUBERIA DIFERENTE PARA USO INVERNAL[1]

Las llantas y los aros usados todavía pueden servir

Conforme va cambiando de color el follaje y se acerca el invierno, el personal en los distritos de riego ya no piensa en entregar agua, sino en como sacarla de las tuberías. El invernizado de una cañería es probablemente uno de los procedimientos más importantes en este cambio temporal anual. Si no se hace bien este trabajo, los daños y costos pueden ser horrendos en la siguiente primavera.

En la mayoría de la situaciones, "el invernizado del sistema de tuberías" es un procedimiento sencillo y práctico. Se abren sencillamente todas las válvulas a lo largo de la cañería de regadío y luego se abre, ya sea una salida por gravedad, o bien se bombea toda la tubería hasta que quede seca la misma. Una vez que quede el sistema vaciado, una verificación final se hace para



Una llanta inflada, con los hoyos de las tuercas soldados, tapa completamente la tubería durante el invierno

[1]Reproducido con permiso del redactor de The Water Hauler's Bulletin, Alberta Agriculture, Agriculture Centre, Lethbridge, Alberta, Canada TlJ4C7, edición del otoño de 1988

asegurar que la compuerta de entrada esté bien cerrada para prevenir que los animales roedeores se instalen en la tubería.

En los casos problemáticos, la tubería se encuentra sumergida en agua atrapada contra ella o acumulada por las escorrentías de lluvias. Por falta de suficiente carga, sucede muchas veces que las compuertas deslizantes gotean y el zanjero apenas llega a vaciar la tubería cuando el agua la penetra otra vez por goteo. En estos casos, se deben aplicar técnicas especiales de vaciado. La mejor solución es de sellar totalmente la entrada al tubo.

El Distrito de Riego del río St. Mary (SMRID) ha venido experimentando desde hace años con varios métodos de sellado de tuberías, tratando de encontrar una solución a este problema.

Costales de arena pueden ser eficaces, pero ensucian mucho y no sellan completamente. En 1986, el SMRID aplicó espuma de poliuretano sobre una compuerta de entrada de tubería para impermeabilizarla contra el goteo durante el invierno. La espuma logró sellar totalmente la entrada de la tubería, pero una pequeña cantidad de espuma penetró en el sistema durante la puesta en marcha en la primavera, ocasionando graves problemas con la operación de las válvulas y de las boquillas de aspersión. Había que buscar una mejor solución.

En el otoño de 1987, el superintendente de construcción del distrito, Russ Olson, inventó un tapón inflable. Este tapón consiste de una simple llanta de vehículo con su aro, habiéndose tapado con soldadura el orificio central y los hoyos de las tuercas. La instalación es muy sencilla: al elevar la compuerta deslizante a su plena posición abierta, se le encaja la llanta desinflada con su aro, luego se infla la llanta. Olson afirma que "el tapón sirvió perfectamente bien y es un sello positivo del 100 por ciento." Para removerlo en la primavera, se desinfla simplemente la llanta y se saca junto con el aro. El costo de comprar usados una llanta y su aro y luego de soldar los orificios asciende a unos $75 dólares. Es un costo muy bajo cuando se compara con la alternativa de tener a uno o dos empleados volviendo varias veces durante el otoño e invierno para vaciar la tubería por medio de bombeo.

Para Russ Olson y el SMRID, se ha comprobado que el viejo proverbio, "si no le sale bien la primera vez, siga ensayando", ha verdaderamente producido un sello invernal efectivo de poco costo.

Para mayores informes, sírvase comunicarse con Russ Olson, Superintendent of Construction, St. Mary River Irrigation District, PO Box 278, Lethbridge, Alberta, Canada T1J 3Y7; teléfono (403)328-6712.

SE INSTALA UN NUEVO REVESTIMIENTO EN UN CANAL -- BAJO AGUA[1]

Lo difícil, a 2,7 metros de profundidad, será de prevenir el lavado del hormigón fresco

El Bureau of Reclamation ha venido experimentando con métodos para volver a revestir canales de riego, antiguos y con fugas, sin tener que drenarlos. De ser exitoso este revestimiento subaquático, es posible que se vuelvan a revestir 106 kilómetros en dos canales a un costo de 170 millones de dólares.

Costoso, sí lo es -- pero los ingenieros del Bureau afirman que este precio es menos de lo que costaría la construcción de nuevos canales de hormigón con el solo propósito de reemplazar a los que tienen filtraciones muy fuertes, como sucedió en 1970 cuando el Bureau abandonó los primeros 79 kilómetros del Canal de Coachella, al sudeste de Palm Springs, California.

Se reviste el canal de Coachella en el sudeste de California para reducir las filtraciones

En los años de 1930 y 1940, cuando el agua era abundante y barata, el Bureau construyó una obra de derivación de agua del río Colorado para hacer florecer el desierto en los valles Imperial y Coachella en California. Al construir canales en el suelo arenisco del desierto y al revestir únicamente unos cuantos tramos con arcilla, el Bureau anticipaba cierta cantidad de fugas de agua.

Se estima ahora que las fugas combinadas de ambos canales representan 111.000.000 a 142.000.000 metros cúbicos al año, o sea, suficiente agua para abastecer a otras 100.000 a 150.000 casas de habitación.

---

[1]Reproducido de ENR, feb. 2 de 1989, derechos reservados, McGraw-Hill, Inc.

Es agua que anhelan las poblaciones sedientas de las costas. Si el experimento es exitoso, las demás secciones con fugas serán revestidas por el Metropolitan Water District de California del Sur, encargado del abastecimiento de la mitad de la población del estado (ENR 31/3/88 p. 32).

El contratista encargado del proyecto piloto ya está preparando el sitio sobre un tramo de 2,4 km del Canal Coachella. "Se han revestido muchos canales, pero tenemos que calcular como hacerlo cuando contienen agua," dice Conway Narby, gerente regional de la empresa Kiewit Pacific Co. de Santa Fe Springs, California, quien, en competición contra una docena de otras apostitas, obtuvo el contrato de 5,2 millones de dólares.

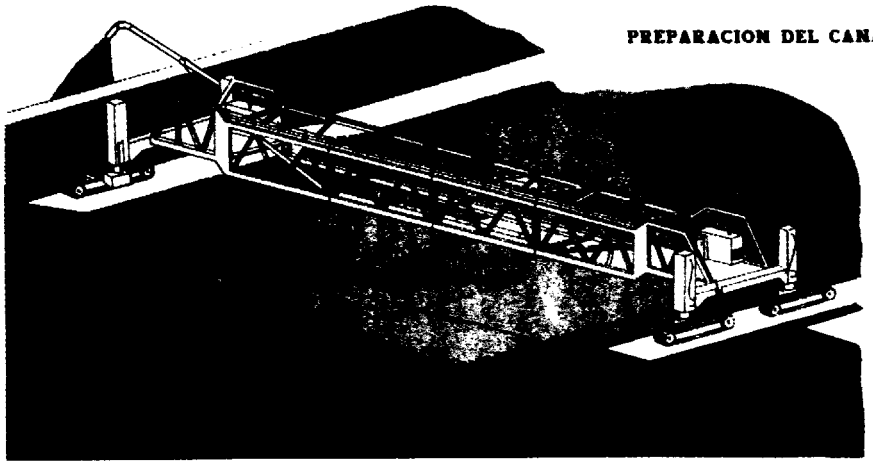
Lo más difícil en este experimento será de prevenir el lavado del hormigón fresco. Al experimentar con mezclas, los scientíficos del Bureau ensayaron varios agente anti-lavado.

En pruebas de laboratorio, se consideró que un material a base de celulosa era el mejor para resistir al lavado del cemento del agregado. Esto intrigó a los buscadores porque la ceniza volante o espuma de silica servía mejor para proporcionar pegajosidad y cohesividad al hormigón fuera del agua, dice James S. Pierce, jefe de la rama de hormigón y estructuras en la división de investigaciones y servicios de laboratorio en Denver.

Tras haber experimentado con otros materiales, los scientíficos del Bureau decidieron usar una cubierta de hormigón encofrado. Hasta ensayaron cera--una emulsión de tipo parafina--que debía adherirse a las paredes y al fondo de un canal de tierra.

En el análisis final, se escogieron las mantas de cloro de polivinilo (PVC) por su impermeabilidad. Pero debido a que el PVC no

PREPARACION DEL CANAL



Con una draga se recortan y nivelan los costados y el fondo del canal para obtener un perfil uniforme

puede tolerar abusos, y los canales deben ser periódicamente mantenidos y las malezas acuáticas cortadas, se necesitaba una cubierta protectora. La arcilla o grava no eran adecuadas.

ENCOFRADO BAJO AGUA. Una cubierta de 7,6 centímetros de espesor de hormigón será colocada para proteger el PVC en la sección de prueba. En 2,7 metros de agua, buceadores y cámeras de video subacuáticas controlarán los 2286 metros del encofrado.

En la primera etapa de la operación, con una draga se recortará y nivelará los costados y el fondo de 15 metros de ancho del canal para formar un perfil uniforme y nivelado.

Luego, en una sola operación integrada, se utilizarán equipos de revestimiento especialmente concebidos para colocar las mantas de plástico, seguido por una capa de geotextil en los costados para facilitar la adhesión del hormigón a la pendiente, y finalmente el hormigón encofrado.

Los equipos de recortado y nivelación reposarán sobre armazones atravesando los 31 metros de ancho del canal. Los equipos se parecen a las configuraciones típicas para el revestimiento, con algunos refinamientos para controlar el comienzo y la interrupción del chorro de hormigón bajo agua. El suministrador del equipo, GOMACO Corp, de Ida Grove, Iowa, no revela muchos detalles por interés propio.

Todo este hormigón alkalino será introducido en un canal que contiene 16 especies de peces. Los biólogos del Bureau controlarán el pH del agua, agregando ácido si es necesario. También hay preocupación por la destrucción de las hierbas acuáticas que crecen en el fondo de tierra del canal, proporcionando alimentación y protección para los peces. Para experimentar, se instalaron arrecifes artificiales -- nada elegante -- solamente una llantas atadas para proveer rincones y grietas con depósitos de cieno facilitando el crecimiento de musgo.

En este desierto abrasante, donde la temperatura veranal asciende frecuentemente a más de 43°C, los canales son la fuente de agua preferida del venado y del carnero. Bajan éstos de los cerros de Chocolate Mountains, y a veces se resbalan y se ahogan tratando de beber en un canal revestido.

Sin pie firme en los costados resbalosos de hormigón cubiertos con musgo, los animales acaban por agotarse o se lesionan al tratar de escaparse. También sucede que en los lugares donde hay rampas o escaleras de escape, los animales silvestres no las reconocen como tales.

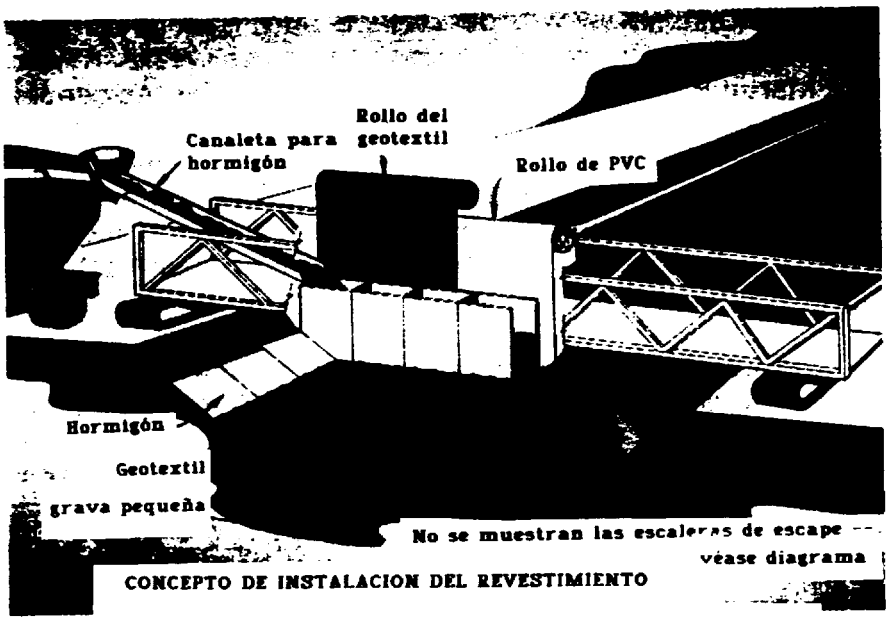
A insistencia de una organización privada local, Desert Wildlife Unlimited, el Bureau probará un nuevo sistema de escape: bordes salientes angostos de 3,8 cm, colocados a intervalos de 46 cm y encofrados en forma continua en los costados del canal.

Estas escaleras tendrán también otro propósito. Cada año, un promedio de seis personas -- más bien forasteros que cruzan ilegalmente la frontera desde México -- se ahogan en el Canal All-American. Con las escaleras se evitará lo que el Bureau describió una vez como el mayor impacto social negativo de los canales revestidos, o sea, el potencial de ahogadas humanas.

La factibilidad del programa de revestimiento, empero, permanece incierta. Las estimaciones de costos reflejan la incertidumbre de una nueva tecnología. El Bureau ha considerado construir, a lo largo de una sección de 45 kilómetros del Canal All-American, nuevas secciones paralelas a las que gotean a un costo estimado de 133,6 millones de dólares. Son 50 millones de dólares más de lo que se estima costaría el conservar las secciones viejas y de revestirlas bajo agua.

La exactitud de estas estimaciones será verificada durante los trabajos sobre el prototipo. "El contratista proyecta acabar la obra de recubrimiento en una o dos semanas en marzo. Eso es muy optimista," dice Martin P. Einert, planificador de proyectos del Bureau en la rama de revestimientos de canales.

Una vez que la técnica del encofrado en canales bajo agua haya sido probada y perfeccionada, se anticipa que este método llegará a cobrar popularidad en el Sudoeste del país y en las regiones



La pavimentadora colocará bajo agua el forro de plástico, el geotextil y la cubierta de hormigón

áridas de otras partes del mundo donde se necesitan abastecimientos en agua durante todo el año. Pero el proyecto de prueba es más que un aparador para un tecnología nueva. Representa evidencia concreta de una nueva misión anunciada por el Bureau hace un poco más de un año.

LA CONSERVACION. "El proyecto del Canal de Coachella es uno de nuestros primeros proyectos de gran escala con respecto a la conservación," dice una señora portavoz del Bureau en Denver. Al completarse la actual serie de grandes proyectos del Bureau--el Proyecto de Central Arizona y el Proyecto de Central Utah--en los años de 1990, la primera tarea del Bureau será la modificación de los instalaciones hidráulicas existentes -- con fondos locales cuando posible.

El Metropolitan Water District se encargará de financiar totalmente el revestimiento de los canales All-American y Coachella, en cambio por el uso del agua conservada por 55 años, dice Jan P. Matusak , un ingeniero de la agencia que participó en las negociaciones realizadas entre la misma y los distritos de recursos hidráulicos Imperial Irrigation District, Coachella Valley Water District y Palo Verde Irrigation District. De acuerdo a la legislación firmada por el Presidente Reagan en noviembre del año pasado, no se utilizarán fondos federales para el revestimiento, exceptuando los 6 millones de dólares para el experimento. El Bureau pagará el 40%, el Imperial Irrigation District 6% y el MWD 54% del costo del prototipo.

Además de sus intenciones de pagar 170 millones de dólares para el revestimiento, el Metropolitan Water District ha firmado en el pasado mes un acuerdo de 35 años para financiar 16 instalaciones de conservación de agua en el Imperial Valley, cuyo valor asciende a un total de 118 millones de dólares. Estas instalaciones incluyen nuevos embalses, obras de control automatizadas y revestimientos adicionalse de canales, para lograr una estimada conservación anual de 1.230.000.000 metros cúbicos de agua.

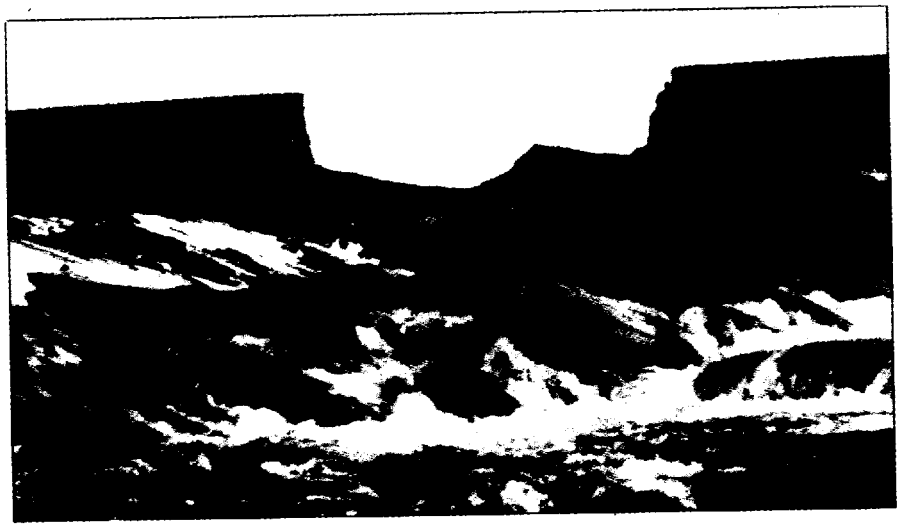
Por David B. Rosenbaum

PROBLEMAS EN CIMENTACIONES CAUSAN FALLA DEL TERRAPLEN DE UN EMBALSE[1]

Se sospecha que debilidades en las cimentaciones fueron la causa de la falla de un gran dique arqueado en el sudoeste del estado de Utah en la última víspera del año nuevo. La ruptura descargó un torrente de 30.838.000 metros cúbicos de agua del embalse de Quail Creek. No hubo muertos ni lesionados. Los residentes, a 24 kilómetros aguas abajo del dique, habían sido notificados del peligro o evacuados.

"Existía una zona debil en el embalse y la naturaleza había encontrado manera de disfrazarla", dice Gerald W. Stoker, ingeniero regional del Departmento de Recursos Naturales de Utah en la población vecina de Cedar City y responsable de la seguridad de la presa. La zona debil se encontraba en las cimentaciones del dique, el cual es de piedra de cal con yeso soluble. El dique había padecido filtraciones requiriendo muchas reparaciones desde que primero se llenó el embalse.

El dique, de 604 metros de largo y con una altura de 21 metros, forma parte de un proyecto con multiples objetivos completado en 1985. También incluye una presa principal de tierra de 64 metros



Este dique de tierra tenía historia de fugas requiriendo constantes aplicaciones de lechada

de alto que se extiende 305 metros a través del río. Los dos terraplenes forman un embalse alejado del río, concebido para contener 49.340.000 metros cúbicos de agua y situado justo arriba de una curva en el río Virgin, cerca de la población de Hurricane.

---

[1]Reproducido de ENR, Enero 12 de 1989, derechos reservados,McGraw-Hill,Inc.

de una curva en el río Virgin, cerca de la población de Hurricane. Se alimenta por medio de una cañería a partir de una pequeña presa de derivación sobre el río Virgin.

La brecha soltó una avenida que precipitó un torrente por el río Virgin con olas de 3 a 12 metros de alto, inundando partes de St. George y varias otras pequeñas poblaciones. El torrente se llevó tres puentes chicos, así como una presa para riego de 98 años. La inundación también desintegró un poco más de medio kilómetro de la carretera Utah Route 9, pasando el agua por un angosto recorte de la carretera adyacente a un puente, a dos kilómetros aguas abajo. La tremenda fuerza arrancó los cables de electricidad en el cruzamiento, incluso una recién acaba conducción de gas de 20 centímetros.

SUFICIENTE ADVERTENCIA. Antes de ocurrir la brecha, el Washington County Water Conservancy District, propietario del proyecto, había trabajado 12 horas para tapar un escurrimiento en el pie del terraplén. Inicialmente, el derrame era de 95 litros/minuto. Los equipos de trabajadores del WCD colocaron montones de grava alrededor de la tubería y construyeron un pequeño ataguía para contener este material.

A fines de la tarde, el WCD notificó al director de operaciones de emergencia, Tony Hafen, que se debía preparar una evacuación de las poblaciones aguas abajo. "Cuando me llamaron, dijeron 'no creemos que sea motivo de gran inquietud, pero el agua parece descolorida, cosa que nunca había sucedido antes,'" recuerda Hafen.

El color del agua indicaba que el suelo del terraplén o del fondo del embalse se iba escapando. Los potentes faros encima del dique no revelaban vortices en la obscuridad del embalse de 9 a 12 metros de profundidad, dice Hafen.

Los trabajadores abandonaron las reparaciones cuando el escurrimiento de las fugas subió a 2270 lit/min a eso de la 23 horas de la noche. Poco tiempo después, la base del dique "explotó hacia afuera" alrededor de la fuga, dice Stoker.

Stoker llegó una hora después de la ruptura, observando que la brecha media unos 37 metros de largo en el terraplén. Para el día siguiente, cerca del terraplén izquierdo, la brecha había casi doblado en tamaño y el embalse seguía vaciándose. Dos o tres horas después de la ruptura del dique, el chorro era de 10 a 15 por ciento superior a la avenida de 100 años del río Virgin, o sea, aproximadamente 1.698 m^3/seg en su punto máximo," dice Stoker. La única conducción de salida del embalse media 122 centímetros de diámetro y un trabajador no alcanzó abrir la válvula más

que parcialmente antes de la falla. Todavía no se había determinado la semana pasada por qué esta válvula no se había abierto a su plena capacidad de 4,25 m^3/seg.

OBSERVADA DE CERCA. Los terraplenes habían sido diseñados por la firma consultora Rollins, Brown & Gunnell de Salt Lake City, bajo la supervión de la empresa Creamer & Noble de St. George. La empresa S.J. Groves & Sons Co. de Minneapolis construyó el terraplén de 7 millones de dólares como parte del proyecto global de 23,5 millones de dólares.

El proyecto incluye la cañería de 15 kilómetros, de 122 a 168 centímetros de diámetro, a partir de un proyecto de derivación aguas arriba sobre el río Virgin. Esa línea también alimenta dos pequeñas unidades hidroeléctricas. Una planta de tratamiento de agua está por acabarse aguas abajo del dique. El embalse también suministraba agua para el riego.

La presa principal y el dique arqueado fueron diseñados esencialmente iguales. Sus núcleos son de arena limosa recubiertos de arcilla con pantallas en zanja que se mantenían limpias pero sin lechada. Otras zonas incluyen arena, grava y tierras sin escoger.

El Quail Creek ha sido clasificado como un embalse de alto riesgo exigiendo inspecciones anuales porque está situado aguas arriba de áreas pobladas. Según Stoker, la última inspección fue realizada por los ingenieros de seguridad de presas de Utah en marzo del año pasado. Pero desde entonces, se han realizado tres inspeciones no oficiales--la más reciente en octubre del año pasado--después de haberse inyectado lechada en fugas individuales en el dique.

SE SOSPECHA LA CIMENTACION. Stoker había seguido de cerca la construcción de la instalación y los intentos para llegar a poner fin a sus constantes fugas en el curso de los últimos cuatro años. El no cree que los métodos de construcción hayan contribuido a la falla. "No veo que sea más que problemas en las cimentaciones," dice él. Estabamos satisfechos con la compactación en todas las zonas permeables y los piezómetros en el dique no mostraban nada fuera de lo ordinario antes de la ruptura."

El ingeniero del estado, Robert Morgan, quien encabeza la oficina DNR de seguridad de presas, dice, "había preocupación" tocante a lentes de yeso revelados en pruebas realizadas antes de la construcción del proyecto. "Tanto nosotros como el propietario y el ingeniero anticipábamos problemas con fugas de agua. El dueño pensaba que se podrían solucionar con vigilencia y control de los escurrimientos. Se mantenía un programa continuo de inyecciones de lechada.

Las autoridades estatales ordenaron al WCD que ya no se llenara el embalse en 1986 por motivo de las fugas, sobre todo en la presa principal. Una mancha mojada había aparecido en la cara aguas abajo, pero Stoker dice que el problema fue resuelto al colocar una cubierta sobre el paramento.

Al mismo tiempo, el WCD hizo vaciar el embalse para excavar una pantalla en zanja a un costo de 1,5 millones de dólares, justo aguas arriba del dique, y luego se recubrieron con arcilla las formaciones permeables expuestas. Otras partes se rellenaron con lechada desde la coronación. "Descubrimos un gran número de intersticios y fracturas," dice Stoker. "Encontramos hoyos que requerían grandes cantidades de lechada." Pero él cree que las fugas, que ascendían a 0,4 m^3/seg, quedaron bien controladas.

Las fugas seguían fluyendo por la arenisca en el terraplén derecho de la presa principal cuando el dique falló. "Salía más agua a través de esas formaciones que las filtraciones del dique," dice Stoker. "Pero nos parecía aceptable la situación."

Ninguna persona de las firmas de ingeniería quiso comentar sobre la falla. Morgan ha reunido un grupo independiente para estudiar la falla.

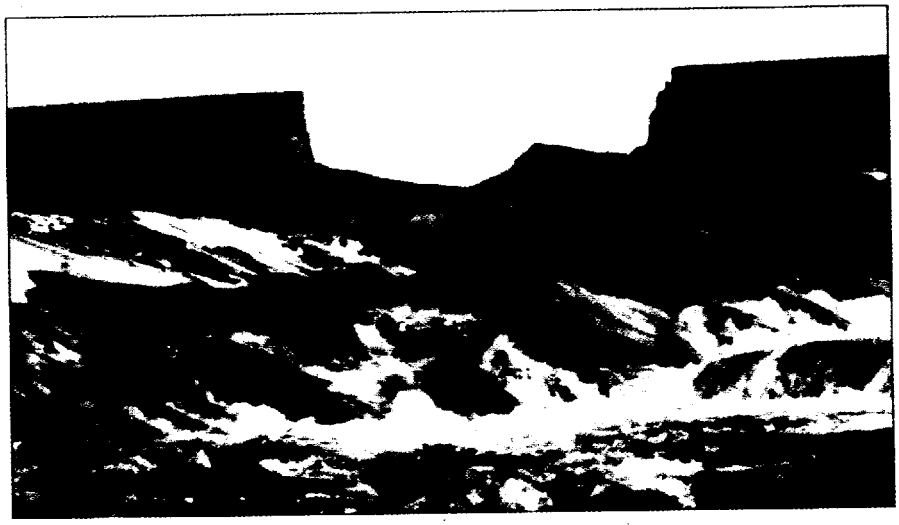
Por David Ellingson en Quail Creek

SOCAVACION ATRIBUIDA A FILTRACIONES[1]

La ruptura del dique de tierra del embalse de Quail Creek en el estado de Utah en esta última vispera del año nuevo ocurrió "porque los materiales del terraplén colocados encima de las cimentaciones, incluso una sobrecarga dejada en el sitio, no estaban protegidos contra la erosión por filtraciones," afirma un informe realizado por un equipo independiente de investigadores.

El informe parece culpar al diseño y exonora al contratista S.J. Groves & Sons Co. de Minneapolis, haciendo notar que "no hay indicaciones de que las filtraciones a través del terraplén del dique (construido por dicha empresa) o la calidad de la construcción hayan contribuido a la falla."

El embalse fue creado por una presa de tierra y por el dique roto sobre el río Quail. Se abastece con agua del río Virgin llevada por un tunel a partir de una pequeña presa de hormigón aguas arriba. El dique, de 604 metros de largo y hasta 21 metros de alto, había padecido fugas desde que se llenó el embalse en 1985.El 31 de diciembre de 1988, se intentó por horas prevenir más sifonamientos y por ello se pudo dar advertencias que evitaron muertes cuando se rompió el dique, descargando 30.837.000 metros cúbicos de agua a medianoche (ENR 12/1 p. 10).



El dique de Quail Creek tuvo fugas desde que se llenó el embalse en 1985

La firma consultora de Rollins, Brown & Gunnell de Salt Lake City había diseñado el terraplén. El director de la empresa, Ralph Rollins, dijo: "No creo que debamos hacer ningún comentario espóntaneo." La empresa prepara una respuesta por escrito.

---

[1]Reproducido de ENR, 16 de marzo/89. Derechos registrados, McGraw-Hill,Inc.

La empresa Creamer & Noble, de la población cercana de St. George, había realizado los trabajos de ingeniería del proyecto de US$23,5 millones del distrito Washington County Water Conservancy. Una portavoz sólo dijo: "No diseñamos el dique."

CONDICIONES DIFICILES. Las condiciones en las cimentaciones del dique "presentaban muchos problemas y merecían una consideración particular en el diseño," dice el informe preparado por un equipo investigador de cinco miembros. "Había fracturas en la forma de tres series de juntas muy grande y casi verticales en las cimentaciones que dejaban pasar un flujo importante de filtraciones; en la etapa del diseño, la exploración de las cimentaciones no fue suficientemente completa para detectar toda la gama de problemas asociados con estas juntas."

Se señala que la suposición de que no habría muchas filtraciones por debajo de la pantalla en zanja poco profunda del dique no era válida, y se dejaron en el sitio rocas permeables muy fracturadas y sobrecarga erodable, aguas arriba y aguas abajo de la zanja, permitiendo fugas a lo largo del contacto con los cimientos.

Se pensaba que talvez el yeso soluble en las cimentaciones de rocas había contribuido a la falla, pero "no fue la causa primaria de la falla," dice el informe. "Sin embargo, con el tiempo, la disolución del yeso aumentó el volumen y la velocidad de las filtraciones cerca del punto de contacto, acelerando la erosión"

NUEVA LECCION. El jefe del grupo investigador es Robert L. James,consultor geotécnico de ingeniería independiente de Lancaster, Texas. Otros miembros son Alan L. O'Neill, geólogo consultor en ingeniería de San Francisco; Richard B. Catanach, de Tierra Engineering Consultants, Inc., Santa Fe, N.M.; J. Lawrence Von Thun, jefe de análisis, sección de terraplenes de presas del Bureau of Reclamation en Denver; y Bruce C. Barrett, ingeniero de proyecto en la oficina del Bureau en el sudoeste de Wyoming.

Según el informe, no se dió mucha importancia a las continuas aplicaciones de lechada que el propietario de Quail Creek utilizaba para tapar las fugas, por no representar aquello una solución a largo término, agregando que hay "evidencia de que la lechada reparadora reducía la eficacia de los canales de drenaje aguas abajo en la cimentación de roca, aumentando la presión hidráulica en el contacto terraplén/cimientos, y acrecentando las condiciones favoreciendo el sifonamiento en el punto de contacto."

El informe presentado por los investigadores al Gobernador de Utah, Norman H. Bangerter y al Departamento de Recursos Naturales del estado hace notar que la mayor parte de las lecciones aprendidas "deberían designarse como reaprendidas y reforzadas."

Por Dave Ellingson en Las Vegas

ADELANTO IMPORTANTE EN LA APLICACION

DE HERBICIDAS EN EL SUELO

por Victor S. Miyahara[1]

Las indicaciones de uso que aparecen en la etiqueta de todo buen herbicida aplicado al suelo explican también como fijar el herbicida en el suelo poco tiempo después de su aplicación, regándose el área hasta el punto de escurrir. Basado en los resultados de unos estudios realizados en 1987 y 1988 sobre métodos de post-tratatamiento en la aplicación de herbicidas al suelo, son de suma importancia estas instrucciones tocante a la seguridad cuando se utiliza este tipo de herbicida para controlar toda clase de vegetación. Al fijar el herbicida en el suelo no sólo se conservará el herbicida en el área tratada, sino que la concentración del mismo en las capas superiores del suelo tratado permanecerán suficientmente altas para controlar toda la vegetación por mucho tiempo. Para fijar el herbicida en el suelo se rocía simplemente con agua el área tratada hasta el punto de escurrimiento. Sin embargo, a veces esta parte del método de aplicación se omite en las especificaciones del contratista y no se hace. Estudios realizados en el curso de los últimos dos años muestran que una vez que esté fijado el herbicida en el suelo-agregado usado en las playas de conmutación del Bureau of Reclamation, el herbicida permanece en el área tratada. Se llevará a cabo un estudio similar en 1989, pero en una escala mucho mayor.

Los resultados de previos estudios realizados con herbicidas aplicados al suelo indican que existen buenos herbicidas que pueden inhibir por varios años el crecimiento de malezas en las playas de conmutación y en las servidumbres de paso a lo largo de los canales de riego (reportado en el Boletín de Explotación y Mantenimiento Hidráulico No. 142, Diciembre de 1987. Dos herbicidas ensayados en este estudio todavía siguen proporcionando excelente control de toda la vegetación con muy poco lavado en los lotes de prueba seis años después de la aplicación. Sin embargo, se han señaldo algunos casos de herbicidas aplicados al suelo que se desplazaron de las áreas tratadas, eliminando toda la vegetación alrededor de las zonas de paso y de las playas de conmutación. Esto es motivo de mucha preocupación por cuanto los tratamientos con herbicidas aplicados al suelo se omiten en algunos de estos lugares, subsistuyéndose aplicaciones más frecuentes con un herbicida menos persistente.

Los estudios llevados a cabo en los últimos 2 años tenían por objeto determinar la razón de los desplazamientos de los

[1]Victor S. Miyahara es un botanista empleado por el Bureau of Reclamation en Denver, Colorado.

herbicidas aplicados al suelo y como prevenirlos. Los que aplican herbicidas deberán tener la aseguranza de que el herbicida se quedará en el área tratada antes de utilizar este tipo de producto químico.

El sitio de prueba para estos estudios se encuentra en un área al oeste del Denver Federal Center.

Cada año, se establecían tres parcelas de 1 m x 1 m, dejándose una banda de un metro de tierra no tratada entre cada parcela. Se sacó aproximadamente 1,5 m^3 de tierra de cada parcela.

Se utilizó un marco de madera como borde para cada parcela en la prueba de 1987. Un suelo de agregados compactados reemplazó al suelo en cada parcela para simular la zona de la playa de conmutación (véase fotografía). La constitución de suelo-agregados utilizado en los estudios se hizo de acuerdo con las especificaciones normales del Bureau of Reclamation. El herbicida utilizado en el estudio contenía 1,86 por ciento de prometon (2-metoxi-4,6-bis isopropilamina triazina). Este herbicida se aplicaba con un bote aspersor de jardín a razón de 25,5 kg/ha de ingrediente activo.

Los procedimientos de post-tratamiento en 1987 y 1988 fueron:

Parcela No. 1 - Ningún post-tratamiento.

Parcela No. 2 - Esta parcela fue regada hasta el punto de escurrimiento justo depués del tratamiento y otra vez 3 horas después del tratamiento.

Parcela No. 3 - Tres horas después del tratamiento, se regó esta parcela hasta que el agua se llevó los agregados tratados.

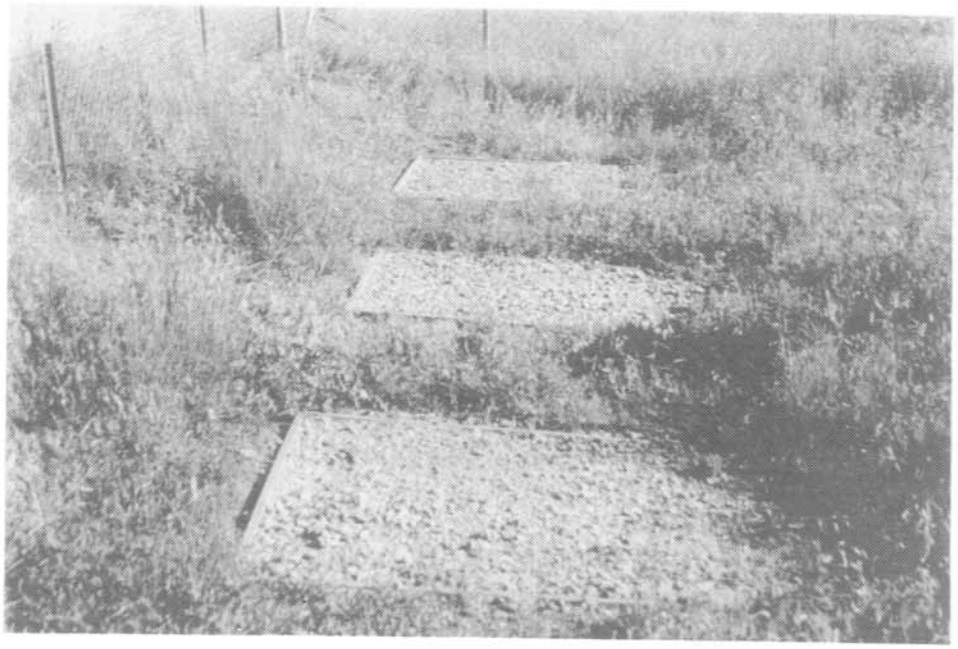
Se observaban las parcelas cada 2 o 3 días en el primer mes, una vez a la semana en el mes siguiente y una vez al mes para el resto de la temporada.

Una semana después de haberse realizado los tratamientos en 1987 y 1988, había indicaciones de movimiento de herbicidas en la parcela No. 3 con daños a toda la vegetación hasta el borde inferior de la parcela. En la actualidad, no se ha notado daños a la vegetación fuera de las áreas tratadas en las parcelas No. 1 y 2. En 1987, cayeron dos aguaceros muy fuertes 2 semanas después del tratamiento. Unos días después de las tempestades, la vegetación empezó a marchitarse en el borde inferior de la parcela No. 1. No había indicaciones de que el herbicida hubiera salido de la parcela No. 2 puesto que seguía creciendo la vegetación alrededor de esta parcela.

Después del escurrimiento inicial, el herbicida aplicado al suelo parecía haberse fijado en el suelo de las parcelas No. 1 y 3 sin más movimiento. Durante la última parte de la temporada, las correhuelas empezaron a crecer alrededor de las parcelas. Sin embargo, dentro de unas semanas, el color de estas plantas cambió a moreno y se secaron en los bordes inferiores de las parcelas No. 1 y 3.

También crecieron correhuelas en 1987 en la parcela No. 3, pero no tardaron en marchitarse y secarse debido probablemente al lavado inicial de herbicida en el escurrimiento poco tiempo después del tratamiento.

Dos años de pruebas han demostrado que si el herbicida aplicado al suelo no queda bien asentado, una parte del herbicida permanece en la superficie, listo para desplazarse con la primera lluvia fuerte o la escorrentía de las nevadas. Esto puede suceder aun si las tempestades ocurren un mes después de la aplicación. Una vez que el herbicida haya sido lavado con el primer escurrimiento, ya no se notará desplazamiento en el área tratada. Frecuentemente una lluvia ligera o nevada fijará el herbicida en el suelo del área tratada. Sin embargo, el encargado nunca debe de confiar en que esto ocurrirá antes de una gran tempestad. Después de la aplicación de un herbicida, el simple proceso de regar rápidamente el área tratada hasta escurrir solucionará la mayor parte de los problemas del desplazamiento de herbicidas.



Vista de las tres parcelas del estudio de 1987

ENFOQUE EN LA PRESA SHASTA

CENTRAL VALLEY PROJECT

California

La presa Shasta

La presa Shasta, situada sobre el río Sacramento a 14 kilómetros al noroeste de Redding, California, sirve para controlar las aguas de avenidas y almacenar los excesos de la escorrentía invernal para el riego de los valles de Sacramento y San Joaquín, y para mantener los caudales para la navegación y la conservación de peces en el río Sacramento. También protege el Delta de Sacramento-San Joaquín contra intrusiones de aguas salinas del océano, abastece agua para usos municipales e industriales y la generación de energía hidroeléctrica. Completada en 1945, la presa es una obra curva de gravedad de hormigón, mide 183 metros de altura, con una longitud de coronación de 1055 metros. El lago Shasta, con una capacidad de 5.615.000.000 metros cúbicos, proporciona abundantes oportunidades para los deportistas, incluso paseos en lancha, pesca, natación, esquí náutico, caza, campamentos y barcos vivienda. Se han desarrollado muchos sitios para casas de verano a lo largo de las orillas, algunos accesibles únicamente por lancha. Existen también varios campos de veraneo que ofrecen sus comodidades a los visitantes al lago Shasta.

La central hidroeléctrica de Shasta

La central de Shasta está situada justo debajo de la presa Shasta. El agua se descarga de la presa a través de grandes conducciones de 4,6 metros, llevandola a las cinco unidades principales de generación y a las dos estaciones de servicio. La capacidad total de estas unidades es de 539.000 kilowatts.

Historia

La agricultural en la cuenca del valle Central se ha desarrollado en tres etapas consecutivas: ranchos de ganado en los primeros tiempos, seguidos por el cultivo en secano de granos pequeños, y finalmente los cultivos especializados e intensificados de la actualidad.

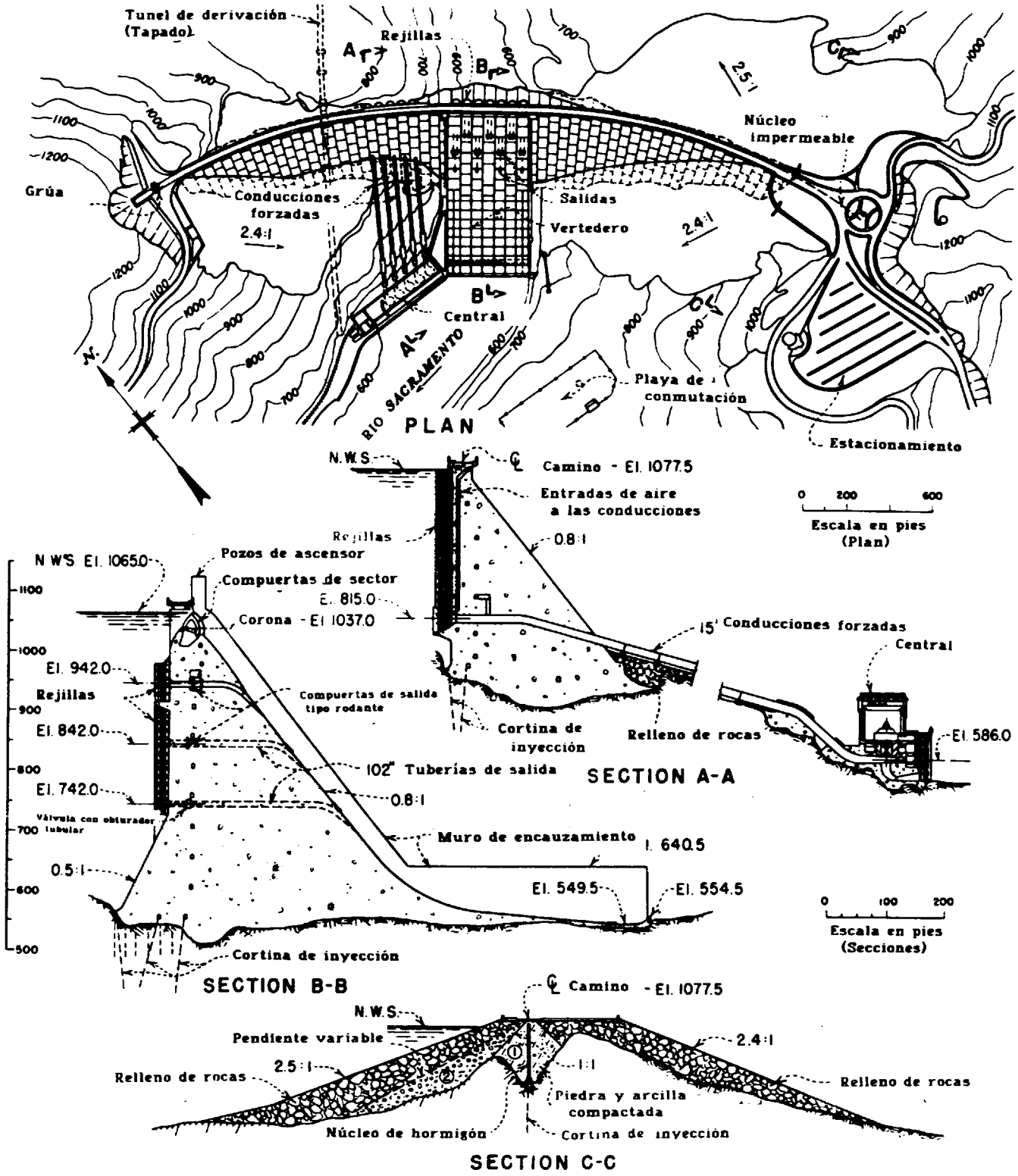
Aunque ya existían poblados en el Valle Central, el verdadero desarrollo del área empezó en 1842, con el descubrimiento del oro que atrajo a tantas personas a las regiones mineras de la Sierra Nevada de California. La consecuente demanda para alimentos y fibras dió ímpetu al importante desarrollo agrícola del valle.

La cría de ganado como una importante actividad se acabó repentinamente a causa de la desastroza sequía de 1863-64 que resultó en la pérdida de casi todo el ganado en California. Este factor, junto con el crecimiento de la población, aumentó el costo de los terrenos, y con el desarrollo del ferrocarril después de 1869 se dió mayor importancia a la producción de granos. El cultivo en secano del trigo y de la cebada siguió aumentando hasta fines del siglo, luego rebajó conforme iban desarrollándose otras regiones de cultivo de granos con la introducción del riego.

La construcción de las primeras unidades del Central Valley Project empezó en octubre de 1937 con el Canal de Contra Costa. En su totalidad, el canal quedó completado en 1948, pero la primera entrega de agua se hizo el 16 de agosto de 1940. Un contrato para la construcción de la presa Shasta, punto central del proyecto, fue adjudicado el 6 de julio de 1938. El trabajo empezó en 1938 y quedó esencialmente completado en 1945. El almacenamiento de agua había empezado en enero de 1944, y la primera entrega de energía eléctrica se hizo en junio de 1944.

El riego. Cada año, entre 3.950.000.000 y 4.934.000.000 metros cúbicos de agua se distribuyen por todo el proyecto para el riego de casi 810.000 hectáreas de tierras fértiles. Estas tierras rinden más de un mil millones de dolares (US$1 billion) en cosechas anuales. Las principales cosechas comprenden: algodón, cebada, arroz, luzerna, heno, uvas, los cítricos y otras frutas, y nueces.

Aguas municipales e industriales. Unos 395.000.000 m^3 del agua producida por el Proyecto se suministran a las comunidades para uso municipal e industrial en un año normal. También abastecen a las industrias del acero, petróleo, hule, papel y productos químicos del area y suplementan las reservas de una empresa privada de agua.



LA PRESA SHASTA, PLAN Y SECCIONES

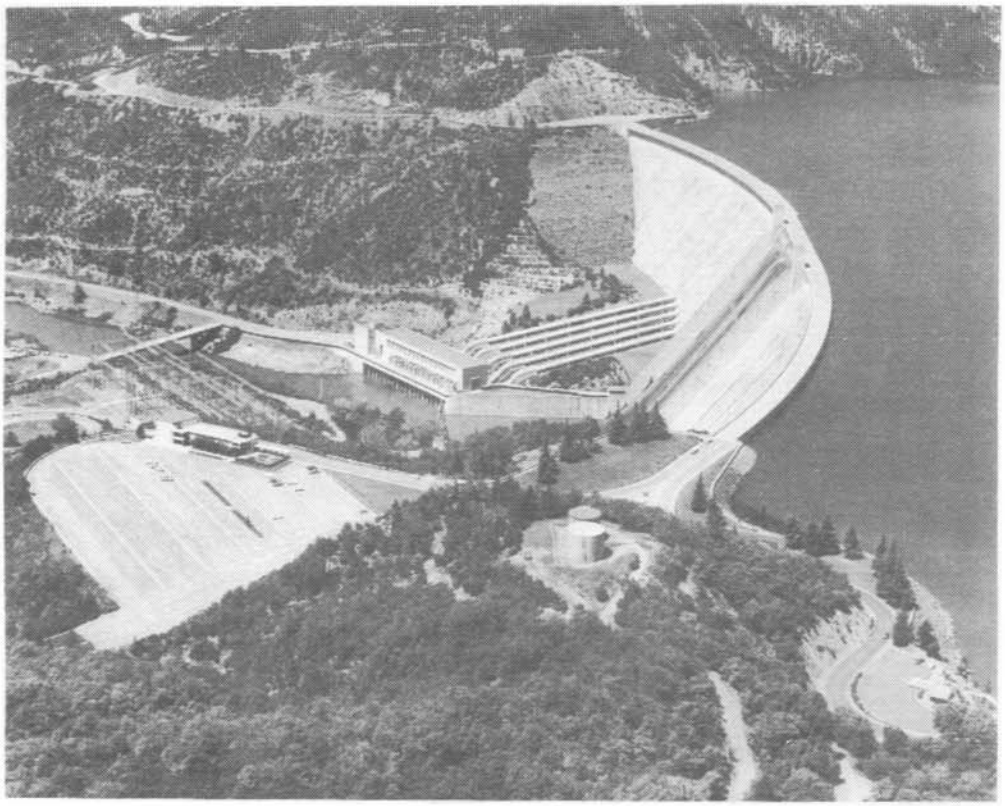


Foto 1.- Vista aérea mostrando el perfil de la presa Shasta sobre el río Sacramento - 7/5/75

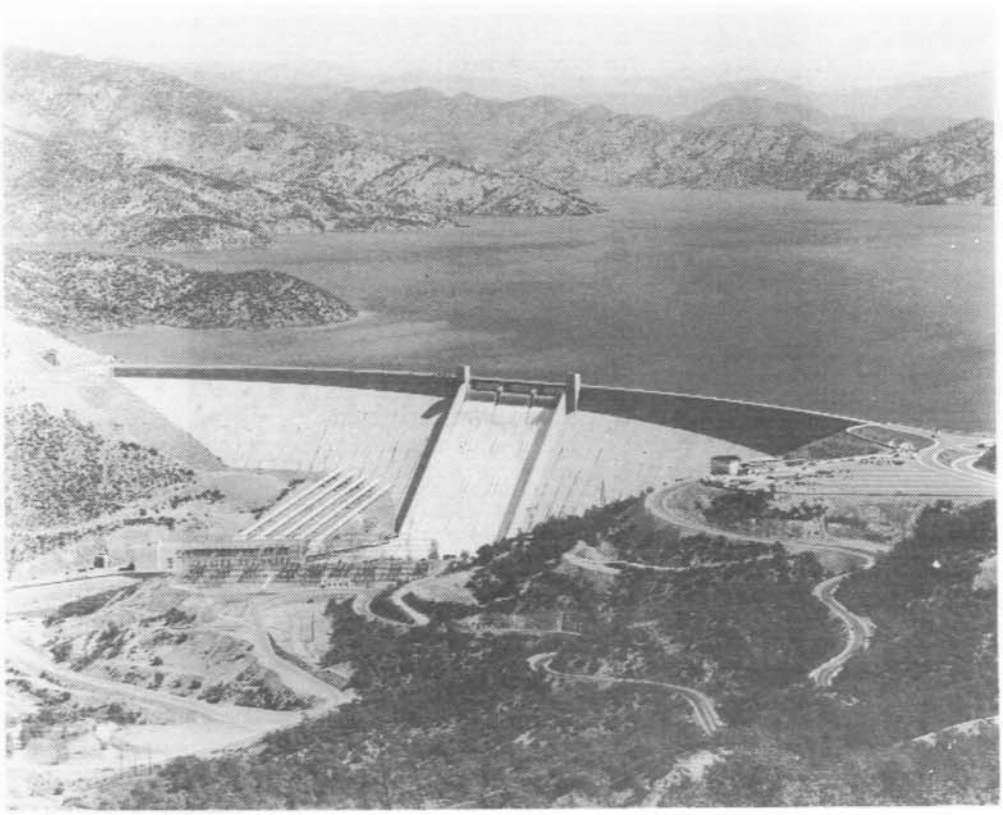


Foto 2. - Vista aérea de la presa Shasta, mostrando las compuertas del vertedero en funcionamiento - 18/7/51

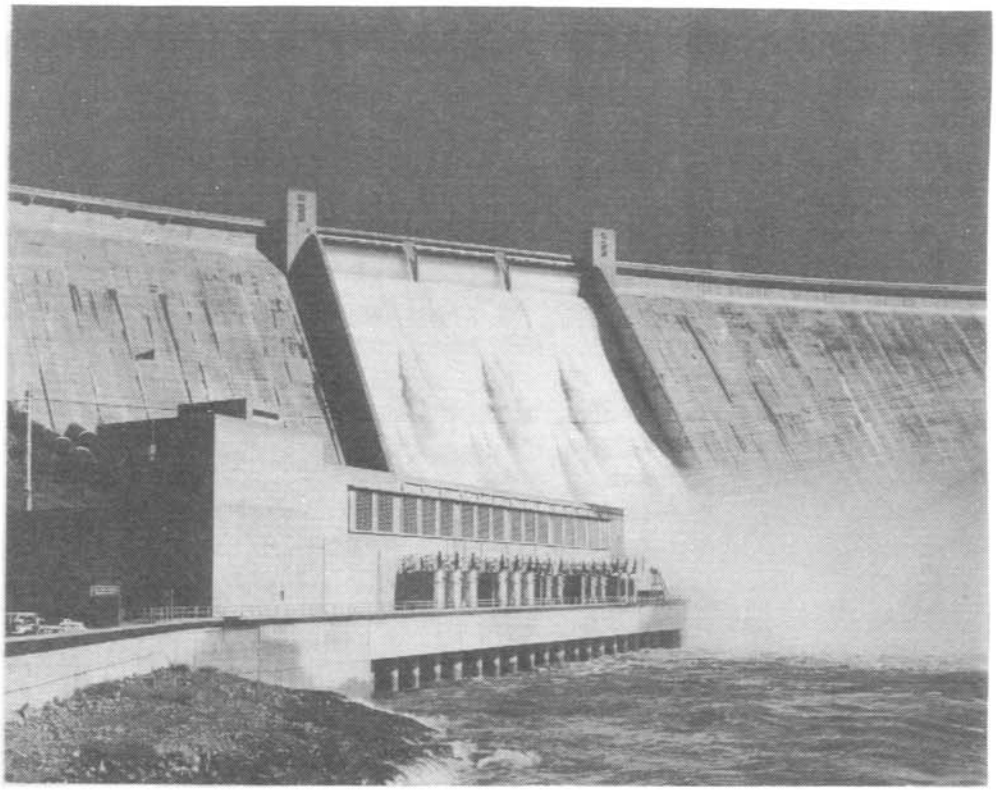


Foto 3.- La central y el vertedero de la presa Shasta - 28/1/70

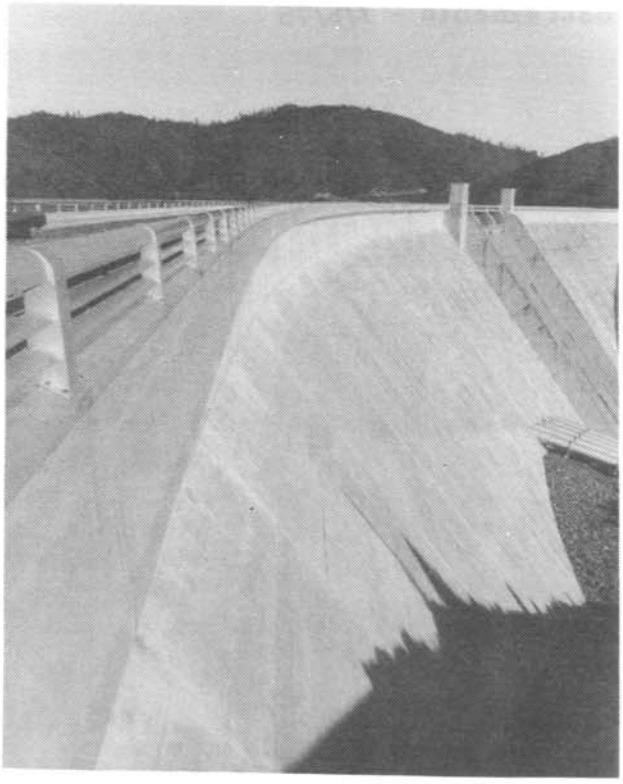


Foto 4.- Vista de cerca del paramento aguas abajo de la presa Shasta - 17/2/70

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 hidraúlicos 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 hidraúlicos, construcción, materiales, control de la atmósafera 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 propósito de este Boletín es el de servir como un medio de intercambio de información sobre la explotación y el mantenimiento. Su éxito depende de la participación de los lectores en obtener y someter ideas nuevas y provechosas de E&M

Ponga de relieve la ingeniosidad de su Distrito o Proyecto con la publicación de un artículo en el boletín. Comuníquese con nosotros pronto!