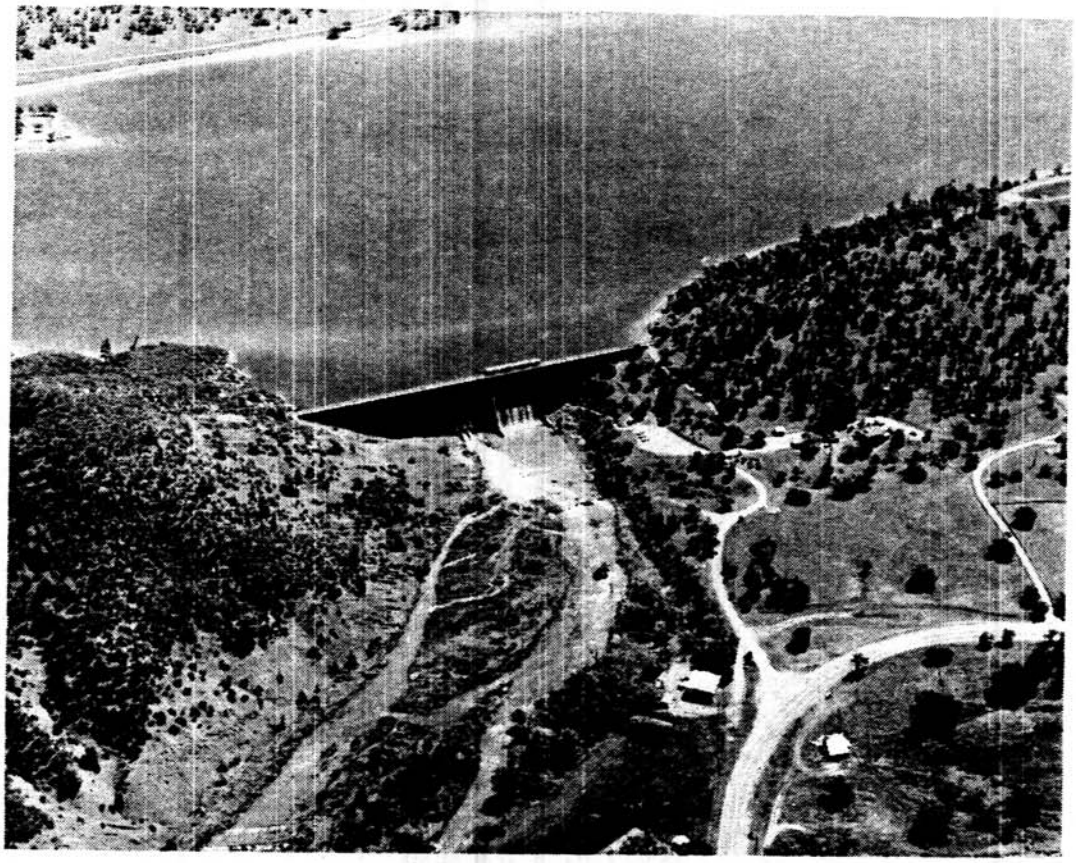
EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO HIDRAULICO

Boletin No. 152

Junio de 1990



EN ESTE NUMERO:

El Bureau of Reclamation Utiliza Geosintéticos
¿Cuando es Suficientemente Segura su Presa?
Se Evalua Nuevo Producto para Control de Hierbas Acuáticas
Temperaturas Glaciales Causan Rotura de Válvulas de Aire
Conozca los Neumáticos de su Camión
Recomendaciones para la Reparación de Presas
El Bureau Usa Compuestos Impermeabilizantes para el Hormigón
Tratamientos Superficiales del Hormigón
Inyecciones de Poliuretano Impiden Filtraciones en un Túnel de Alimentación de Agua
Enfoque en la Presa y Embalse de Stony Gorge

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.

* * * * *

Ferne Studer, Redactora Administrativa
Bill Bouley, Redactor Técnico
Facilities Engineering Branch
Engineering Division
Denver Office, Code D-5210
PO Box 25007, Denver, CO 80225 EE.UU.
Teléfono: (303) 236-8087 (FTS 776-8087)

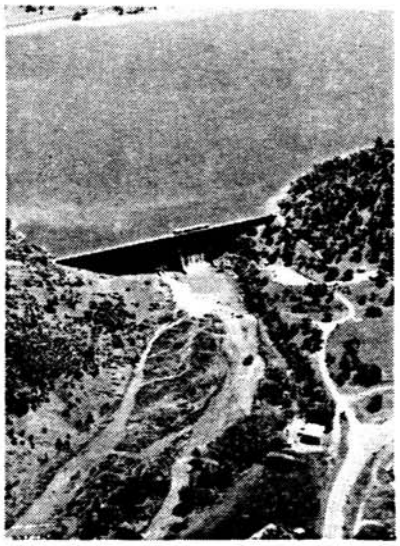


Foto en la portada:

Se enfoqua la presa Stony Gorge, Proyecto de Orland, California. La vista aérea, tomada antes de las modificaciones de seguridad, muestra el embalse a casi su plena capacidad. Foto por J.C. Dahilig. 2/5/79

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. 152

JUNIO DE 1990

Página

El Bureau of Reclamation Utiliza Geosintéticos 1

¿Cuándo es Suficientemente Segura su Presa? 9

Se Evalua Nuevo Producto para Control de Hierbas Acuáticas 16

Temperaturas Glaciales Causan Rotura de Válvulas de Aire 19

Conozca los Neumáticos de su Camión 22

Recomendaciones para la Reparación de Presas 33

El Bureau Usa Compuestos Impermeabilizantes para el Hormigón 41

Tratamientos Superficiales del Hormigón 44

Inyecciones de Poliuretano Impiden Filtraciones en un Túnel de Alimentación de Agua 52

Enfoque en la Presa y Embalse de Stony Gorge. 56

EL BUREAU OF RECLAMATION UTILIZA GEOSINTETICOS[1]

por Robert L. Dewey, P.E.[2]

El Bureau of Reclamation ha utilizado productos sintéticos en varias obras hidráulicas en el curso de los últimos 10 años. Empleó membranas para revestir los embalses de Mt. Elbert Forebay en Colorado y de San Justo en California, e instaló drenes prefabricados (tipo "mecha") en la presa de Jackson Lake en Wyoming para incrementar el drenaje en la cimentación de la presa, densificada por compactación dinámica. También en Jackson Lake, la pendiente aguas abajo del terraplén fue protegida por un talud reforzado con hierbas, y se colocó un geogrid (cuadrícula sintética) a lo largo de la base de la presa para reducir el agrietamiento en caso de seismo. Los diseños de concepción de la presa de Davis Creek en Nebraska comprendían el concepto del geogrid para proporcionar una pendiente de aguas abajo más empinada. La presa Merritt, en Nebraska, dispone de un geotextil para uso como filtro en un colector de filtracions a lo largo del estribo izquierdo de aguas abajo. En la presa Pactola, en Dakota del Sur, se utilizaron un geotextil y una geomembrana para aumentar la altura de la presa y proveer una barrera impermeable contra las más fuertes avenidas. En la presa Cottonwood No. 5, en Colorado, se instaló una geomembrana de prueba como revestimiento para un vertedero de emergencia. Se habían escogido materiales geosintéticos para estos proyectos por considerarse como substitutos técnicamente confiables para los materiales convencionales o porque presentaban beneficios suplementarios que no se podían obtener de otra manera, y porque su costo era considerablemente más bajo. El Bureau of Reclamation ha tenido varios grados de éxito en alcanzar el propósito del diseño para cada proyecto utilizando geosintéticos. Se describen estas experiencias a continuación.

El Embalse de Mt. Elbert Forebay.- En 1980, existía la preocupación de que filtraciones pasando a través de un revestimiento de tierra existente amenazaban la estabilidad de un antiguo alud situado cuesta arriba de una central eléctrica. Unas 117 ha de geomembrana PECR (polietileno clorinado reforzado) de 1,14 mm fueron instaladas para tapar las filtraciones en el embalse. Pruebas periódicas de eficacia del material instalado han revelado una ligera absorción de agua, causando una rebaja de resistencia en las costuras y ocasionando algunos cambios en las propiedades mecánicas del material y de sus costuras. Casi todos los cambios ocurrieron durante los primeros 3 años de servicio y no se consideran como perjudicantes a la integridad general del revestimiento.

---

[1]Reproducido por permiso del Redactor,Geotechnical News, número de junio/89

[2]Ingeniero civil con el Bureau of Reclamation, PO Box 25007, Denver, Colorado 80225 EE.UU.

El Embalse de San Justo.- Las pendientes empinadas del perímetro de este embalse fueron parcialmente revestidas con una geomembrana PEAD-A (polietileno de alta densidad con aleación) para controlar selectivamente las filtraciones a través de las capas de arena permeable y prevenir deslizamientos de tierra al exterior del embalse. El revestimiento está suplementado por una cubierta impermeable mínima de tierra de 0,5 m, así como por una capa de 0,15 m de material estratificado y una capa de 0.3 m de fragmentos de roca.

Durante el mes de febrero de 1986, cayeron lluvias fuera de lo usual en el área del embalse. Durante e inmediatamente después de las lluvias, se produjo un deslizamiento de la tierra que recubría las geomembranas. De las aproximadas 19 hectáreas de revestimiento de membrana instaladas en el sitio, el deslizamiento de la pendiente afectó a unas 4,2 ha de las cuales estaba expuesta aproximadamente 1,3 de hectárea de geomembrana.

Las partes expuestas de la geomembrana fueron reparadas en 1986 y se llenó de agua el embalse. Se han notado algunas filtraciones y cierta inestabilidad al exterior del embalse, pero no se han atribuido a ninguna insuficiencia del revestimiento de membrana.

La Presa de Jackson Lake.- Los cimientos licuables de esta presa fueron densificados por compactación dinámica. Se especificaron drenes del tipo mecha prefabricados para las zonas con materiales de fina granulometría encontradas por debajo de secciones de terraplenes muy altos. Los drenes debían facilitar el drenaje a través de materiales que existen por debajo de la zona de fina granulometría y asimismo mejorar el drenaje a partir de esta última zona. Los drenes fueron instalados a través de la zona de fina granulometría, pero no llegaban hasta los materiales más gruesos. Por medio de una comparación utilizando PPN (prueba de penetración normal), se corrigió el número de golpes entre las dos zonas compactadas de estratigrafía similar, una provista de drenes prefabricados y la otra no, y se pudo obtener una evaluación cuantitativa sobre los efectos de los drenes. La presencia de los drenes aparentemente mejoró la densificación, puesto que en la zona de granulometría fina el número de golpes se dobló de 4 (aumento de 15 a 19) sin los drenes, a 8 golpes (aumentando el número de golpes de 14 a 22) con los drenes. En el material más grueso debajo de la zona fina, no se observó ningún mejoramiento en el número de golpes en zonas sin drenes (siempre 22, ningún cambio) mientras que se observó un mejoramiento de 6 golpes (un aumento de 22 a 28) en zonas con drenes. Por lo tanto, la presencia de los drenes aparentemente mejoró la compactación dinámica de los cimientos de la presa.

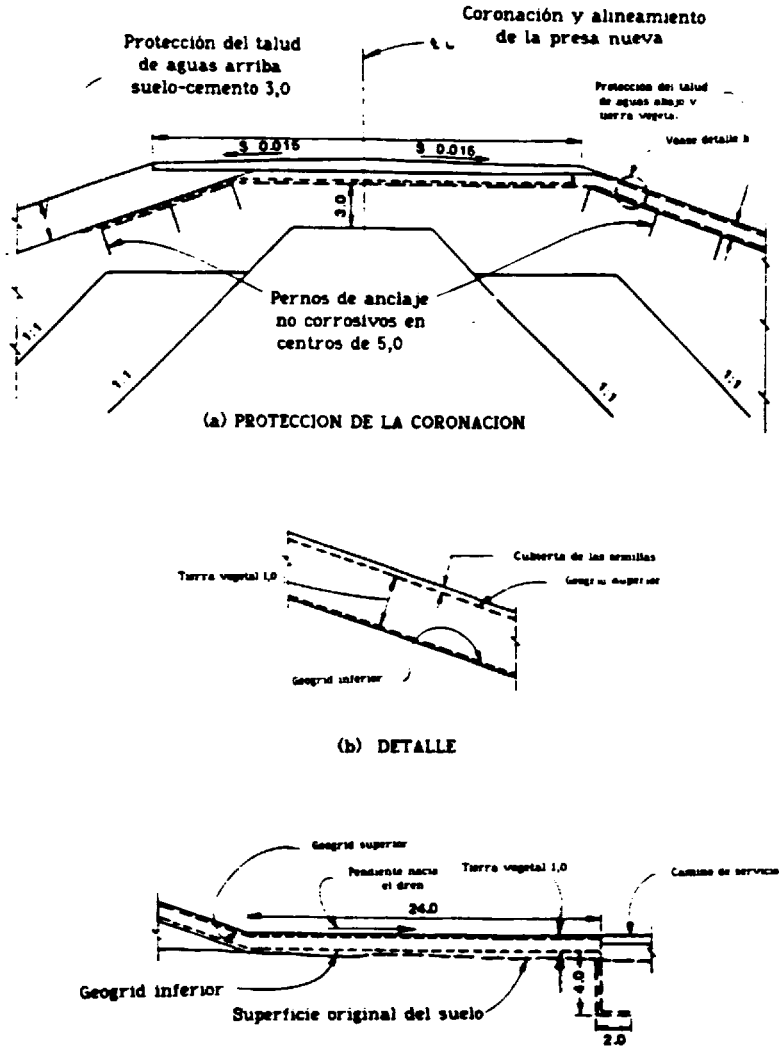


FIGURA 1. PRESA DE JACKSON LAKE
(Dimensiones en unidades de pies)

En base de consideraciones de durabilidad, impacto ambiental, costo global y facilidad de construcción, se seleccionó una pendiente reforzada con hierbas para proveer protección contra la sumersión en la presa de Jackson Lake (véase figura 1). Una capa de 0,3 m de tierra vegetal fue dispuesta en el paramento de aguas abajo de la presa para el crecimiento de hierbas. Como protección contra la sumersion, se colocó un geogrid por encima de la tierra vegetal, bien anclado contra el paramento de la presa (figura la.). Entre las capas adyacentes de geogrid, había un solape de cuando menos 50 mm. Además, un geogrid fue colocado por separado entre el material del terraplén y el suelo superficial como una segunda línea de defensa en

caso de que la capa reforzada de hierbas fuera a fallar y ser llevada por el agua (figura 1b). Este geogrid estaba asegurado al terraplén por medio de clavijas inoxidables con un solape mínimo de 150 mm. El geogrid fue extendido sobre la coronación, bajando sobre el paramento de aguas arriba por debajo de la protección de la pendiente de aguas arriba. Al pie de la presa, el geogrid y el material superficial contra la erosión fueron extendidos por 8 metros, o sea como cuatro veces la profundidad del nivel de aguas abajo más allá del pie del terraplén (figura 1c).

Las mallas geogrid también han sido incorporados en los diseños de modificación de la presa de Jackson Lake para prevenir la posibilidad de agrietamiento de la presa durante un seismo debido a deformaciones dinámicas de las capas relativamente espesas de arcillas y limos por debajo de los cimientos tratados. Se colocaron las mallas en la base para reforzar la presa y reducir el asentamiento diferencial y el agrietamiento. Las tiras de geogrid de 1 metro de ancho fueron dispuestas perpendicularmente al eje de la presa en una tira continua a través de la base de la presa con un solape de 0,1 metro.

La presa de Davis Creek.- Esta presa es una obra nueva del Bureau of Reclamation en vías de construcción en la parte central de Nebraska y se considera que representa uno de los primeros ejemplos en los Estados Unidos de una presa de tierra grande reforzada con las mallas geogrid. Se trata de un terraplén de tierra compactada con una altura por encima del lecho del río de 33,5 metros y un volumen de aproximadamente 2.300.000 m^3 (principalmente materiales de arcilla y limo), y el geogrid será utilizado para empinar de 2,5(H):1(V) a 1:1 los 7,6 metros superiores de la pendiente de aguas abajo. Se había determinado que estas pendientes empinadas reducirían el costo de construcción de la presa en aproximadamente US$1.000.000 debido a los volumenes reducidos del terraplén y factores conexos.

Seis capas de geogrid uniaxial con una longitud de encajado de 4,9 metros servirán de refuerzo para la pendiente de 1:1. Se colocarán capas geogrid biaxil con una longitud de encajado de 2,0 metros en

espaciamientos de 0,3 metros verticales para estabilizar los bordes exteriores de la pendiente y permitir el uso de equipos de arrastre, colocación y compactación hasta el borde de la pendiente (figura 2). La pendiente acabada será recubierta con tierra vegetal, sementada y protegida contra la erosión con esteras, para cultivar una cubierta de hierbas cuyas raíces proveerán una protección a largo plazo.

Debido a este diseño casi sin precedente del Bureau, se tuvo que instalar un sistema de instrumentación muy preciso, consistiendo de

medidores de tensión, de resistencia y de extensión para controlar y evaluar la eficacia del refuerzo de geogrid. Se cree que estos instrumentos proveerán, con el tiempo, datos muy útiles que resultarán en una mejor comprensión del funcionamiento de este tipo de refuerzo.

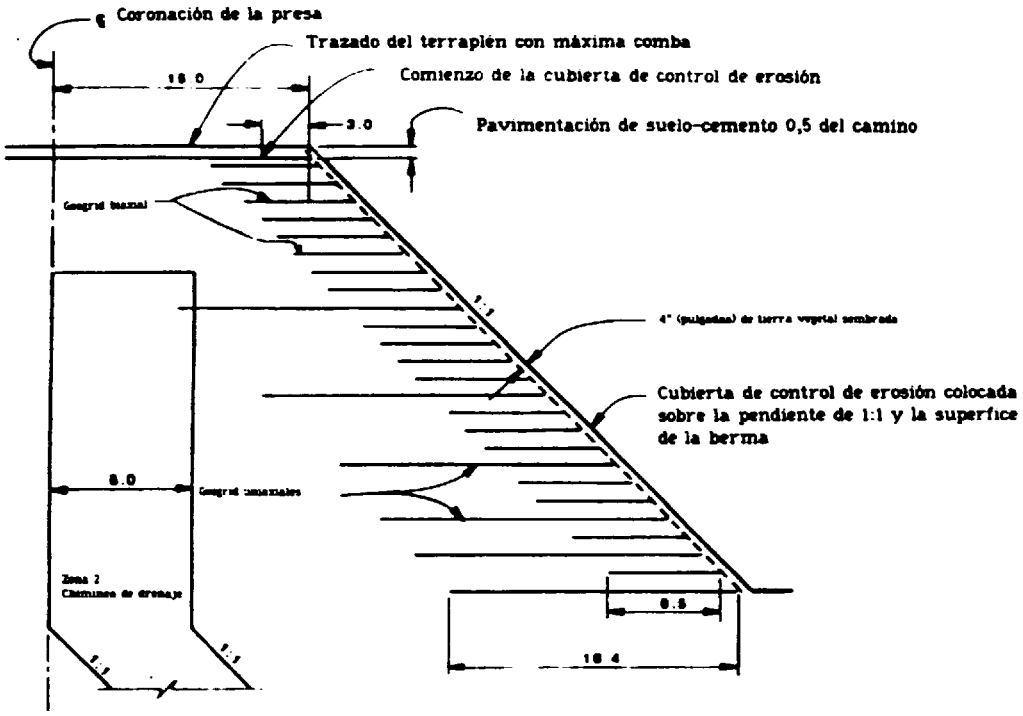


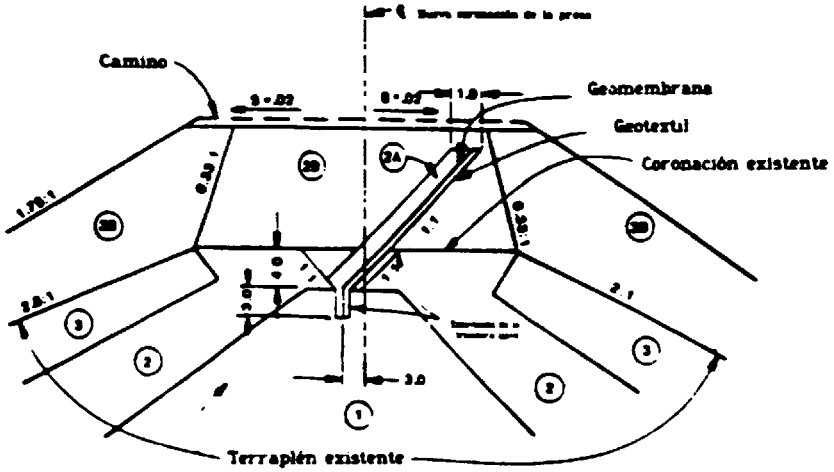
FIGURA 2. REFUERZO POR GEOGRID DE LA PRESA DE DAVIS CREEK
(Dimensiones en unidades de pies)

La presa Merritt.- Los diseños de control de las filtraciones aguas abajo en la presa Merritt incluyen un dren de pie detenido por una berma. Se deberá instalar un geotextil para separar la grava del dren de la arena del estribo y del relleno diverso de la berma de

soporte, pero con permeabilibilidad adecuada para dejar pasar agua del estribo hasta el dren. El dren de grava debe estar completamente envuelto por el geotextil, con un tubo de salida para remover el agua del dren. Para trabajos de mantenimiento, se puede tener acceso al geotextil, a la zona de grava o al tubo de salida por medio de excavaciones a través de la berma sin perjuicio a la integridad del dren o de la presa.

Donde la pendiente del dren de grava sobrepasa de 2(H):1(V), tal como en la pendiente derecha del cuenco amortiguador, la resistencia a la fricción entre el suelo y la tela sintética no es adecuada para prevenir deslizamientos superficiales a lo largo del geotextil. En este caso, se utilizará un filtro granular. Por ser que la fuente la más cercana de material de filtro apropiado queda a 130 km de la presa, el geotextil fue utilizado cuando posible sobre todas las pendientes poco empinadas con un ahorro considerable del costo.

La presa Pactola.- La altura de esta presa tenía que ser elevada para acomodar una revisión de la avenida maxima probable. Con el fin de facilitar el gran volumen de circulación vehicular, reducir el número de meses de construcción y evitar la deformidad del sitio con excavaciones para obtener la tierra necesaria, se seleccionó una geomembrana como barrera impermeable para la nueva elevación del terraplén (figura 3). El uso de una membrana redujo de manera significante el volumen de la zona de filtro de arena graduada, para la cual se anticipaba un acarreo de 96 km. La geomembrana también reemplazó el nucleo de arcilla, eliminando la necesidad de una zona de prestamo en el panorámico bosque de Black Hills National Forest. Para asegurar la estabilidad del terraplen, una zona de 0,3 metros de ancho de arena graduada fue colocada aguas arriba de la membrana para servir de filtro para los áridos finos aguas arriba de la arena. El respaldo de arena y geotextil actuó como un cojin entre los áridos finos y la membrana cuando se compactaba el relleno.



Zona 1 Limo, arcilla, arena y grava finas compactados en tongadas de 6"

Zona 2 Rocas finas compactadas en tongadas de 12", tamaño max = 6

Zona 3 Escollera colocada en tongadas de 3 pies, tamaño máx = 1

Zona 2A Filtro de arena tratada, tongadas de 12"

Zona 2B Rocas finas de la excavación requerida, compactadas por rodillo vibratorio en capas de 12", tamaño máx = 8"

Zona 2B Escollera fina de la excavación, compactada por rodillo vibratorio en capas de aprox 3 pies

FIGURA 3. ALZAMIENTO DE LA CORONACION DE LA PRESA PACTOLA
(Dimensiones en unidades de pies)

El diseño del anclaje para la parte superior de la membrana consistía de una profunda trinchera de 0,3 m por 0,6 m excavada detrás de la cara del relleno de soporte. La membrana fue tendida en la excavación y se rellenó la trinchera. La colocación y la compactación en la pendiente crearon tensiones excesivas en la membrana, las cuales, en un caso, llegaron a rendir la membrana. Esto fue remediado posteriormente con un anclaje suelto de la parte superior de la membrana. Al anclar el pie se tuvo que asegurar la obtención de un sello impermeable entre el estribo de roca y la zona original del núcleo de la presa y de los diques.

Surgieron dificultades anticipada con respecto a las costuras realizadas en el sitio de la obra. El diseño original no permitía costuras horizontales y especificaba un mínimo de costuras verticales Para facilitar la construcción, se permitió posteriormente una costura horizontal. Para eliminar todo pandeo que resultara de la fuerte curva del alineamiento, se necesitaron un corte y costuras especiales. Después del acabamiento, se excavaron varios pozos de prueba para determinar si había ocurrido daño durante la construcción. La membrana observada en los pozos de prueba estaba en buen estado y no mostrada señas de daño.

La presa Cottonwood No. 5.- Se han venido realizando actualmente estudios sobre la posibilidad de usar geomembranas para los vertederos de emergencia. Esta es una solución atractiva, de bajo costo, para satisfacer la necesidad de incrementar la capacidad de los vertederos en las obras existentes. Los estudios incluyen un examen de la presa Cottonwood No. 5, en Colorado, en la que se tuvo que construir un vertedero de emergencia cubierto con tierra. En la prueba de sumersión, el agua se llevó la mayor parte de la tierra tal como se anticipaba, mientras que la membrana aguantó la corriente sin daños a la presa.

Conclusión

Además de los proyectos mencionados más arriba, el Bureau of Reclamation ha utilizado desde hace bastante tiempo geomembranas en canales y otros tipos de instalaciones. hidráulicas El Bureau no teme considerar el uso de materiales geosintéticos dentro de sus obras. Aunque no quiera especificar un material geosintético como el único substituto de un componente interno importante en una presa grande sin debida aseguranza de su eficacia, el Bureau tiene interés en usar los geosintéticos en combinación con diseños convencionales y otros métodos para aumentar la seguridad o realizar ahorros de costo. Los geosintéticos representan una alternativa atractiva en que se pueden ensayar y mantener. A medida que va adquiriendo mayor experiencia y acumulando más

datos sobre pruebas prácticas en el campo, se anticipa que el Bureau especificará un uso más frecuente de materiales geosintéticos.

Referencias

1. Lippert, T.L. y G.G. Hammer, Febrero 1989. The Use of a Geomembrane in Heightening the Pactola Dam (El uso de una geomembrana para elevar la presa Pactola). Water Power & Dam Construction, pp. 15-17.
2. Engemoen, W.O. y P.J. Hensley, Febrero de 1989. "Geogrid Steepened Slope at Davis Creek Dam" (Pendientes apinadas con geogrid en la presa de Davis Creek). Actas: Geosynthetics '89, San Diego, California, Vol. 2, pp. 255-268.

¿CUANDO ES SUFICIENTEMENTE SEGURA SU PRESA?[1]

por Gary D. Bachman y John J. Buchovecky[2]

Los reglamentos de la FERC[3] pueden presentar dificultades para sus concesionarios. Los autores exploran acercamientos que han servido para aminorar el pesado gravamen de los dueños de instalaciones hidráulicas. Asimismo sugieren cambios de política para mejorar el proceso reglamentario.

Un gran número de dueños de presas hidroeléctricas y de contratistas interesados se encuentran actualmente en una situación muy difícil con respecto al gobierno y sus reglamentos - tratando de balancear las exigencias de las normas de seguridad del gobierno y las realidades económicas. Las empresas o los particulares a quienes la FERC ha otorgado permisos para explotar presas se enfrentan a grandes dificultades en este respecto puesto que dicha agencia no acostumbra considerar el impacto de sus requerimientos sobre la factibilidad de proyectos.

La falta de consideración de la FERC en este sentido ha precipitado, en parte, la presente controversia tocante a la debida norma de seguridad a utilizar en la concepción de toda presa nueva y en la evaluación y modificación de presas existentes [1,2][4]. Las prácticas y políticas del FERC requieren de manera casi categórica el uso del concepto de la Avenida Máxima Probable (AMP) en los cálculos de capacidad para los vertederos de toda obra cuya rotura podría resultar en la posibilidad - por más pequeña que fuera - de pérdida de vidas o de propiedad. Los concesionarios cuyas obras no cumplen con el concepto de la AMP pueden verse obligados a efectuar modificaciones muy costosas para cumplir con dicha norma, sin ningún recurso para acertar la justificación de estos costos por algún beneficio. Los problemas del concesionario quedan empeorados por el hecho de que le hace falta una posición legal o política favorable en que basarse para desafiar la autoridad de la FERC.

Sin embargo, varios concesionarios han logrado demostrar a la FERC - por medio de estudios estructurales, meteorológicos y otros - la posibilidad de reducir la norma de la avenida de cálculo para sus vertederos o de valerse de medidas alternativas mitigativas sin dejar de mantener los requeridos niveles de seguridad. Estas medidas

---

[1]Reimprimido con autorización de Hydro Review, número de octubre de 1989,, HCI Publications, Kansas City, Missouri, EE.UU.

[2]Socios en la empresa Van Ness, Feldman, Sutcliffe & Curtis, P.C., 1050 Thomas Jefferson Street, NW, Washington, D.C. 20007; teléfono:(202)298-1800

[3]Federal Energy Regulatory Commission.

[4]Los números en corchete se refieren a las "Notas" al fin de este artículo.

alternativas pueden ser mucho más económicas que las masivas expansions de vertederos u otros proyectos de modificaciones en grande escala. Pero es muy costoso y dilatado presentar tales casos ante la FERC y la misma no lo recomienda.

¿Por qué ocurre este debate ahora?

Para poder comprender las dificultades con que se tropieza al tratar de persuadir a la FERC de desviar de su percebido mandato en lo referente a la seguridad de presas, uno debe conocer la génesis de las actuales regulaciones de seguridad de la FERC. En 1976, la presa de Kelly Barnes Lake en Toccoa Falls, Georgia, se rompió durante una fuerte tormenta y causó 38 muertes. Esta catástrofe, combinada con otras roturas de presas durante los años de 1970 (inclusive la masiva quiebra de la presa Teton) dió el ímpetu para la creación de un grupo encargado de una misión específica. Este grupo consistía de representantes de todas la agencias Federales con jurisdicción sobre las presas; su propósito era el de revisar procedimientos y criterios utilizados en la construcción y explotación de las presas bajo su jurisdicción. A principios de los años de 1980 las recomendaciones formuladas por el grupo fueron posteriormente incorporadas - en varios grados - en las pautas de seguridad de las agencias Federales, incluso las del Bureau of Reclamation, del Corps of Engineers y de la FERC.

Al ejercer su autoridad estatutoria bajo el Acta de Poder Federal, la FERC adoptó reglamentos comprensivos que obligan a los propietarios de presas, entre otras obligaciones, a comunicar todo incidente relacionado a la seguridad o a condiciones que afectan la seguridad de la instalación; a desarrollar y presentar proyectadas medidas de emergencia aprobadas por la FERC para proteger al público en caso de suceder una situación de peligro en la presa y, para las presas que satisfacen un cierto criterio, asegurar inspecciones y evaluaciones periódicas por un consultante independiente.

Protección contra avenidad extremas

Un aspecto de la requerida inspección por un consultante independiente concierne la evaluación de la capacidad del vertedero y del embalse para resistir a flujos extremos sin romperse. Para instalaciones cuya rotura presentaría un peligro potencial para la vida humana o causaría perjuicios significantes a propiedades, la política de la FERC exige que el vertedero o embalse de la presa debe ser diseñado para resistir a una AMP o a una "avenida incremental". Este término designa una crecida en que la rotura de la presa no aumentará incrementalmente el volumen de la avenida aguas abajo. En instalaciones de poco almacenamiento, la avenida incremental

suele ser menos importante que la AMP. En su consideración de la norma de la AMP, la FERC presume el "peor caso" combinando el tiempo y otras condiciones, resultando en una hipótesis de avenida de la más tremenda magnitud. No se hace ningún esfuerzo para calcular, o incorporar en el análisis, la probabilidad de ocurrencia simultánea de todos los eventos necesarios para producir una avenida de tal magnitud. En algunos casos, la AMP representa una ocurrencia tan rara que su probabilidad, aunque calculable con la ayuda de modelos generados por computadora, es sin embargo infinitísima y presenta mucho menos riesgo de lo que el público acostumbra aceptar diariamente en lo referente a puentes, carreteras, túneles y edificios. No obstante eso, algunos propietarios de presas bajo la jurisdicción de la FERC se ven actualmente obligados a realizar modificaciones de sus presas que ascienden a muchos millones de dólares, alistándolas para un evento de AMP.

La interpretación de la FERC de la norma AMP también crea otros problemas relacionados, o sea: (1) Puesto que en su aplicación de la norma AMP, la FERC no evalua la probabilidad de ocurrencia de un tal evento, no representa una verdadera medida del riesgo; (2) Por no existir ninguna evaluación de probabilidad ligada a la AMP, la aplicación de la norma AMP produce requerimientos drásticamente inconsistentes y demasiado penosos, dependiendo de la localización y de las características de los sitios de instalaciones específicas y (3) La insistencia de la FERC en el uso de la AMP como una norma de concepción tiende a excluir la consideración de otras soluciones igualmente eficaces pero menos costosas que el rediseño de las presas.

Los costos suben cuando la teoría tropieza con la práctica

Las críticas expresadas más arriba no existen solamente en teoría. Al contrario, el efecto de la aplicación de la norma AMP por la FERC sobre los concesionarios puede ser real y directo. Por ejemplo, una empresa de servicios públicos en el noroeste del país determinó que la tormenta de 200.000 años resultaría en una avenida máxima de 2180 m^3/seg. en su presa. Esto cabía dentro de la capacidad del vertedro de 2265 m^3/seg. La FERC, empero, rechazó los métodos estadísticos del concesionario y, en su lugar, insistió en que la debida avenida de cálculo era de 3625 m^3/seg. Bajo los reglamentos aplicables, si no se puede comprobar que una presa puede soportar la sumersión por flujos superiores a la capaciad del vertedero, es probable que se tengan que realizar costosas modificaciones a la presa en preparación para una avenida que ocurre una vez en cada 200.000 años. Este ejemplo no es atípico. En otro caso, la frecuencia de ocurrencia de la AMP para una presa en Wisconsin fue calculada para 35 millones de años, y para una presa en Utah la frecuencia de ocurrencia era de 10^{27} años.

Para algunas presas, se ha estimado que el costo de modificar los vertederos conforme a la norma AMP ascendería a millones de dólares. Además, la FERC no ha completado su repaso de AMP en la totalidad de las más de 2200 presas bajo su jurisdicción, por cuanto no se sabe todavía cual será el eventual costo total e impacto de modificar las facilidades hidroeléctricas de la nación en preparación para un evento que posiblemente no ocurra por millones de años.

Realidades políticas

Existe una explicación de la renuencia por parte de la FERC en no considerar los costos asociados con su programa de seguridad. Primero, al contrario de otras agencias federales, la FERC no posee ni explota ninguna presa y, por lo tanto, no se enfrenta a una situación de tener que justificar el costo de modificar una instalación hidráulica. La FERC ejerce su autoridad únicamente a base de mando y control. Segundo, la FERC--como agencia reguladora sujeta a las vicisitudes del Congreso--no puede más que ver desventajas en cualquier compromiso con los concesionarios sobre cuestiones tocante a las normas de seguridad de las presas. Por falta de una directiva del Congreso estableciendo las expectativas del público en lo referente a la seguridad de presas, la FERC ha adoptado la posición la más conservadora sobre la seguridad de presas y ha establecido una norma de "peor caso" basada en las técnicas actuales sin dar mucha importancia a los costos ni a las probabilidades.

Otras agencias son mas flexibles

La FERC, el Bureau of Reclamation y el Corps, todos incorporan en varios grados el concepto de la AMP en sus selecciones de avenidas de proyecto. Sin embargo, las agencias federales que deben considerar más directamente los costos de construcción, explotación y mantenimiento de presas (tales como el Bureau of Reclamation y el Corps) han establecido pautas de seguridad de presas que incluyen procedimientos para poder determinar medidas de seguridad apropiadas basadas en probabilidades o en sitios específicos sin usar la AMP como un solo determinante de la seguridad global de la presa. Los procedimientos desarrollados por el Bureau of Reclamation ilustran este concepto. El libro titulado "Pautas para Análisis de Decisiones" [3] ofrece, en base de riesgos y sitios específicos, una determinación de requerimientos apropiados para la seguridad de presas. El procedimiento descrito por el Bureau incluye un requerimiento para estimar la probabilidad de quiebra de una presa particular en respuesta a eventos (incluso avenidas extremas o seismos) que tienen el potencial de causar la rotura de la presa. Estas Pautas también mencionan sistemas de alarma como una medida de seguridad aceptable.

Otra diferencia fundamental entre las orientaciones de la FERC y las de otras agencias se manifiesta en el método utilizado para determinar la posibilidad de pérdidas de vida. Tanto el Bureau como el Corps hacen una distinción entre la Población en Riesgo (PER) y la Probable Pérdida de Vida. La PER incluye a "todos los individuos quienes, de no tomar medidas de evacuación, estarían expuestos a una avenida de cualquier magnitud" [3,4]. La posible pérdida de vida se determina luego al estimar el tiempo de advertencia proporcionado a la PER, utilizando el tiempo de advertencia y las pérdidas de vida de casos en el pasado. Por ejemplo, las populaciones situadas a bastante distancia aguas abajo podrían aún estar expuestas a una fuerte avenida de romperse una presa; pero es posible que se podría evitar toda pérdida de vida con evacuarlas a tiempo. Puesto que (en este ejemplo) no hay proyección de pérdida de vida, la adecuacia del vertedero de la presa puede evaluarse basado en una avenida de menos magnitud que una AMP. En comparación, el método de la FERC para proyectar pérdidas de vida no hace ninguna distinción entre la Población en Riesgo y las probables pérdidas de vida, dando poca consideración a los dispositivos de alarma y de control, cuyo uso podría eliminar el riesgo de pérdida de vida sin necesidad de rediseñar o modificar la presa.

Existe la oportunidad para creatividad

La política de seguridad de la FERC impone enteramente sobre el concesionario la obligación de comprobar la seguridad de su presa, con muy poca o ninguna posibilidad de interpretación. Esto no significa, empero, que un concesionario no puede presentar un argumento para persuadir a la FERC de ser más flexible en aplicar los reglamentos. De hecho, esto es exactamente lo que algunos concesionarios han logrado. A pesar de su aparente estructura rígida, la FERC ha creado un sistema de regulación de facto, por medio del cual, en algunos casos, ha negociado compromisos con concesionarios quienes, a sus propias expensas, habían demostrado que su situación particular merecía una aplicación especial de las regulaciones de la FERC. La FERC se ha valido de ese procedimiento informal para demostrar al Congreso que la FERC no es rígida e inflexible en su aplicación de las normas de seguridad de presas. La FERC afirma haber adoptado una orientación flexible en cuanto a la seguridad de presas. Aunque dicha agencia esté dispuesta a considerar medidas alternativas de seguridad cuando son presentadas con vigor por el concesionario, no hemos notado que estas alternativas sean del conocimiento público.

Cabe notar que todos los concesionarios que han tenido éxito con esta estrategia han ido más allá de la limitada autoridad de la Oficinas Regionales de la FERC y presentado sus casos ante la Oficina de Washington de la FERC. Como regla general, por ser que los costos de de reunir y presentar documentos en tales casos son bastante fuertes

las modificaciones de seguridad requeridas por la FERC deben ser considerables. Se puede resistir a la aplicación de una norma AMP particular verificando las suposiciones sobre las cuales la AMP está basada, o sea, la validez de las estadísticas del Servicio Nacional Meteorológico sobre la precipitacion máxima probable (PMP). Esta manera de proceder le sirvió a un concesionario del noreste del país.

Una variación de esta táctica sería de averiguar las condiciones que preceden la AMP. Por ser que una AMP presupone un estado de peor caso, algunos concesionarios se han defendido con argumentos de que las suposiciones tocante a condiciones anteriores tales como el manto de nieve, la saturación del suelo y previas lluvias no son aplicables para sus casos. De ser aceptado este argumento, sería posible realizar una importante rectificación de la AMP .

Los concesionarios también han atacado el concepto de la AMP directamente por ser éste demasiado improbable y, por lo tanto, estableciendo una norma excesivamente alta de seguridad. Aunque, de hecho, la FERC no reconoce esta posición, en algunos casos ha acordado aplazar su decisión final pendiente de investigaciones por grupos industriales sobre la lógica científica y el razonamiento de la metodología de la AMP según su aplicación en una región específica.

Los concesionarios pueden valerse de otra alternativa al realizar una evaluación de la probabilidad de riesgo a la presa, por la cual se demostraría la factibilidad y eficacia de modificaciones estructurales alternativas tales como diques fusibles, refuerzo y recubrimiento del terraplén, o sistemas de alarma que permitirían la evacuación de populaciones antes de manifestarse la amenazada rotura. Por lo general, la FERC permitirá y examinará un estudio de este tipo aunque su política oficial no favorece tales alternativas.

Algunas sugerencias para la FERC

A pesar de estar dispuesta la FERC a considerar proposiciones tales como las que se sugieren más arriba, su posición actual de considerar cada caso en una base individual no alcanza poner al conocimiento de la industria estas soluciones, ni tampoco fomenta el tipo de compartición de información que produce un continuo desarrollo y perfeccionamiento de normas técnicas y de metodologías. Por estas razones, la FERC debería de modificar sus reglamentos o pautas para permitir que todos los concesionarios estén conscientes de las alternativas válidas y de promoveer un mayor entendimiento de las cuestiones técnicas y políticas incluidas en sus decisiones.

Un desarrollo reciente en un contexto relacionado brinda esperanzas de que la FERC pueda estar dispuesta a realizar una revision técnica

de sus criterios tocante a la seguridad de presas. La FERC acaba de adoptar una orientación más práctica, económica y razonable en cuanto a ciertas de sus normas de diseño. A fines del año pasado, la FERC rebajó el criterio del factor de la seguridad de presas de gravedad ante la carga de una AMP con tal que se vigile constantemente la condición.[5] Al igual que las normas para la avenida de proyecto de los vertedroes, la controversia sobre los factores de seguridad tocante a la carga de las presas de gravedad deriva de la confiabilidad estadística de las bases y de la metodología utilizada para calcular el factor de la seguridad. Investigaciones realizadas por la industria indican que la confiabilidad estadística de los cálculos del factor de seguridad es mayor de lo que se creía antes.

Asimismo, a medida que se van realizando avances en los métodos de evaluación de la seguridad de las presas de tierra, la FERC debería de reevaluar su uso casi exclusivo del concepto de la AMP como una norma de proyecto para los vertederos. Cuando menos, la FERC debería de adoptar regulaciones que afirman su posición de facto sobre procedimientos alternativos de seguridad. La informalidad y falta de uniformidad en sus actuales orientaciones de caso por caso puede beneficiar a algunos concesionarios, pero a lo largo no sirve más que para obstacularizar las investigaciones en esta importante área de política pública y disminuye la reputación de la FERC como una agencia reguladora justa y de espíritu abierto. No cabe duda de que el programa de la FERC para la verificación de la seguridad de presas es muy importante y debe continuar--y la FERC debe conservar su autoridad para exigir medidas correctivas de emergencia ante una situación de amenaza a la vida humana, propiedades o ambiente--pero las decisiones de exigir un rediseño basado únicamente en la AMP deberían de aplazarse pendiente de la institución de una política razonable y económica de seguridad que sea consistente con las expectativas de seguridad de la sociedad.

Notas

1. Lagassa, G., "What Price Dam Safety?" (¿Cuál es el precio de la seguridad de presas?), Independent Energy, Mayo/Junio de 1989.
2. Faulkner, E., "Estimating Extreme Floods for Spillway Design" (Estimacion de avenidas extremas en diseños de vertederos), Hydro Review, Abril de 1989.
3. Bureau of Reclamation "Guidelines to Decision Analysis" (Pautas para análisis de decisión), ACER TECHNICAL MEMORANDUM NO. 7, 1986.
4. Corps of Engineers "Guidelines for Evaluating Modifications of Existing Dams Related to Hydrologic Deficiencies" (Pautas para evaluar la modificación de presas existentes con relación a deficiencias hidrológicas), IWR Report 86-R-7, 1986.
5. FERC "Engineering Guidelines for the Evaluation of Hydropower Projects" (Pautas de ingenieria para la evaluacion de proyectos de producción hidroeléctrica), Chapter III, Diciembre 2 de 1988.

SE EVALUA NUEVO PRODUCTO PARA CONTROL DE HIERBAS ACUATICAS[1]

Se necesitan más estudios antes de otorgar permisos

En el curso del pasado año, se han dedicado los investigadores a evaluar los efectos de un nuevo herbicida llamado Sonar[2] para el control de hierbas acuáticas, el cual fue aplicado en un canal cerca de Vauxhall en el Canadá. Se trata de un esfuerzo cooperativo de parte de la empresa Elanco Products, de las agencias Alberta Environment y Agriculture Canada y del distrito de riego de Bow River.

Las plantas afectadas se vuelven blancas. Solamente 10 porciento de las espadañas y zacates tenían señas de daño.

---

[1]Reproducción por permiso del Redactor, Water Hauler's Bulletin, número del Otoño/89, Alberta Agriculture Centre, Lethbridge, Alberta T1J4C7, Canadá.
[2]Sonar es la marca de fábrica de la fluridona producida por Elanco Products.

Sonar, que contiene fluridona como un ingrediente activo, acaba de ser aprobado en los Estados Unidos para el control de hierbas acuáticas en lagos, estanques, embalses, zanjas y canales de riego. El uso de Sonar todavía no ha sido aprobado en Canadá, por ser que se necesitan más estudios para determinar la forma de usarlo bajo las condiciones exsitentes en este país.

La fluridona inhibe la capacidad de la planta para nutrirse, dice Bill McGregor, un especialista en investigaciones con la Elanco Products Company. Al faltarle esta capacidad, la planta se muere. Específicamente, la fluridona inhibe la síntesis carotenoide. Los carotenoides (pigmentos amarillos) son una parte importante del sistema fotosintético (nutritivo) de la planta. Estos pigmentos amarillos protegen los pigmentos verdes (clorofila) contra la fotodegradación (descomposición por la luz del sol). Cuando se inhibe la síntesis carotenoide, la clorofila queda expuesta a la fotodegradación que la destruye gradualmente.

Conforme va reduciéndose la clorofila, también disminuye su capacidad para producir carbohidratos por medio de la fotosíntesis. La acción de la fluridona se manifiesta por el blanqueo o el desarrollo de clorosis sobre el capullo o los puntos de crecimiento de la planta, agrega McGregor.

En los Estados Unidos, se aplica Sonar a agua embalsada en canales de riego durante el período de activo crecimiento de las hierbas acuáticas. El agua tratada debe permancer embalsada por un mínimo de 7 días para permitir la absorción del herbicida por las plantas.

Debido a la corta temporada de cultivo en la provincia de Alberta y la continua demanda de agua, no es posible retener agua en los canales por 7 días durante el período de crecimiento activo de las hierbas acuáticas. A consecuencia de esto, los investigadores decidieron aplicar Sonar en el fondo del canal después de su vaciada en el otoño. La idea es que el herbicida--que permanece activo en el suelo durante varios meses--penetrará en el suelo en el curso del invierno y de la primavera y estará presente para ser absorbido por las raíces de las plantas en la siguiente temporada de crecimiento.

El Sonar 5P, en forma de gránulos con 5 por ciento de fluridona, fue aplicado al fondo del canal lateral H1 del Distrito de Riego de Bow River el 25 de octubre de 1988. Una totalidad 3,4 kg de gránulos (0,17 kg de fluridona) fue aplicada en tres puntos del fondo del canal, midiendo cada uno 50m x 5m. Esto corresponde a una tasa de aplicación de 45 kg de Sonar 5P por ha, o sea, 2,25 kg de fluridona por hectárea.

La aplicación de los gránulos se hizo por medio de un esparcidor manual de granos/fertilizantes Whirlybird. El encargado de la aplicación iba caminando a razón de 4,5 km/hora por el centro del canal, esparciendo 50 por ciento de la cantidad requerida del producto Sonar 5P (un total de 1,125 kg por sección), luego repitiendo la secuencia aplicando el 50 por ciento restante. El dispositivo descargaba 0,9 kg de producto por minuto sobre los 5 m de anchura del fondo del canal.

El crecimiento de las hierbas en el canal comprende varios tipos de vegetación sumergida (milenramas y otras plantas acuáticas) así como espadañas y zacates Se volvió a introducir agua en el canal en mayo de 1989 y los efectos del tratamiento con el herbicida fueron evaluados después de empezar el crecimiento activo en junio.

A principios de julio, los efectos del tratamiento por Sonar comenzaron a manifestarse en las espadañas con los síntomas típicos del blanqueo del pigmento verde en un 10 por ciento de las espadañas y zacates en las secciones tratadas del canal. Este bajo porcentaje observado en julio no aumentó en el resto del verano, ni tampoco se notaron efectos sobre el crecimiento de las hierbas sumergidas, debido posiblemente al hecho de que no permanecieron cantidades suficientes del herbicida en el suelo durante el invierno y la primavera.

A pesar del poco éxito marcado por la prueba, se aprendió mucho acerca del uso de Sonar en los canales de riego. Los conocimientos adquiridos servirán para determinar técnicas que mejorarán la efectividad del Sonar para controlar las hierbas acuáticas en dichos canales. Pero aunque se llegara a comprobar la eficacia del Sonar, todavía queda por obtenerse la aprobación del Gobierno para poder utilizar este producto químico en el Canadá, afirma McGregor, agregando que podría ser cuestión de otros 5 o 10 años para completar las investigaciones y obtener el permiso para comercializar el Sonar.

Para mayor información, sírvase comunicarse con Robert Burland, Alberta Environment, Provincial Building, 200 - 5 Avenue South, Lethbridge, Alberta, Canada T1J 4C7; teléfono (403)382-4015.

TEMPERATURAS GLACIALES CAUSAN ROTURAS DE LAS VALVULAS DE AIRE[1]

La Protección es Esencial

Junto con los lindos coloridos del otoño vienen las bajas temperaturas y las consecuentes roturas de válvulas de aire en las salidas de las cañerías de riego. Los responsables del distrito de riego St. Mary River Irrigation District (SMRID) tomaron la decisión de actuar para prevenir este fuerte desembolso anual para el reemplazo de válvulas.

En el otoño de 1988, el SMRID empezó a experimentar con varios métodos para encontrar una solución. Ron Renwick, P. Eng., ingeniero del distrito, pensaba que algún tipo de aislamiento podría resolver el problema. "Tratamos de envolver las válvulas con material aislador, pero esto no parecía servir. Luego intentamos usar 'camisas aisladoras' del tipo utilizado en los campos petroleros, pero tampoco sirvieron," dice Renwick.

Según Myles Kasun, tecnólogo en riego del distrito, los ingenieros luego diseñaron, construyeron y comenzaron a experimentar con un bote de acero aislado revestido con Styrofoam de 50 mm de espesor. Escogieron dos válvulas de aire adyacentes, protegiendo una con el bote de acero aislado y dejándose la otra válvula expuesta a los elementos. Las temperaturas mínimas marcadas fueron:

	Temperatura mímina ºC	
Fecha	Válvula aislada	válvula no aislada
25-10-88	6	2
26-10-88	5	1
27-10-88	-3	-7
28-10-88	-4	-9
29-10-88	-7	-11
30-10-88	-3	-6
31-10-88	5	3
01-11-88	3	0
08-11-88	-3	-3
09-11-88	-4	-8
10-11-88	-5	-7
11-11-88	-2	-2
12-11-88	-1	-2
13-11-88	-3	-6
14-11-88	-4	-7
15-11-88	-11	-15

[1]Reproducido por permiso del Redactor, Water hauler's Bulletin, número del Otoño/89, Alberta Agriculture Centre, Lethbridge, Alberta T1J4C7, Canadá.

El bote aislado proporcionó una protección promedia para 3°C. Se cree que el aislamiento también reduce el tiempo de exposición de la válvula a temperaturas bajas, reduciéndose así el riesgo de congelación. La válvula no aislada sufrió daños con una baja temperatura de -7°C, mientras que la válvula aislada permanecía intacta a los -15°C, dice Kasun.

El tecnólogo, Paul Ewashen, demuestra la facilidad con que se puede remover el bote aislado para inspeccionar la válvula.

La eficacia de los botes de acero aislados quedó comprobada en el otoño pasado cuando ninguna de las válvulas protegidas del SMRID se congeló, salvo 12 que no tenían esa protección. Los envases se dejan instalados durante todo el año, brindando protección contra las heladas de la primavera.

Se realizó un ligero cambio en el diseño con la adición de un pequeño agujero en el fondo del bote para igualar la presión del aire para

facilitar el funcionamiento de la válvula.

A un costo de aproximadamente US$300 cada una, las válvulas de aire no son baratas. Por otro lado, el envase de acero aislado completo cuesta aproximadamente US$120 y cualquier taller de soldadura lo puede fabricar facilmente, obteniéndose el material aislador de la Duncan Aluminun en Lethbridge.

Para mayor información, sírvase comunicarse con Myles Kasun, Irrigation Technologist, St. Mary River Irrigation Districk, PO Box 278, Lethbridge, Alberta TlJ3Y7, Canada; teléfono (403) 328-4401.

CONOZCA LOS NEUMATICOS DE SU CAMION[1]

Las flotas municipales de vehículos incluyen automóviles, equipo pesado, y los que son realmente los caballos de carga de las operaciones diarias, o sea, los camiones. Prácticamente todas las operaciones municipales incluyen un camión de algún tipo, camiones pequeños para el transporte y administración, camiones de volteo para la distribución de materiales y carros de remolque y camiones de basura para la recolección de desechos sólidos, para nombrar unos pocos. Pero ningún camión, sin imprtar lo sofisticado que sea, puede brindar un servicio completo si no cuenta con los neumáticos correctos. Entender en detalle los tipos, construcción, materiales, mantenimiento y recauchado de neumáticos es de mucha importancia para el responsable de una flota municipal.

En la actualidad existen dos tipos básicos de neumáticos de camión: con cámara y sin cámara. Los del tipo con cámara utilizan una cámara, o sea un cuerpo interno separado, para contener el aire comprimido. Los neumáticos sin cámara cuentan con un revestimiento interior integral que contiene el aire, es decir, no existe un cuerpo separado.

Los neumáticos sin cámara tienen un número de ventajas sobre los neumáticos con cámara. La mayoría de estas ventajas se derivan del hecho de que un neumático sin cámara necesita sólo dos componentes, mientras que un neumático con cámara puede necesitar hasta seis. Además, los neumáticos sin cámara pueden funcionar con un aro más grande y un perfil más bajo que los neumáticos con cámara.

Los neumáticos sin cámara son más fáciles de montar, se reducen las posibilidades de fallas debido a componentes que no corresponden, y presentan costos de inventario y mano de obra más bajos. El conjunto de los neumáticos sin cámara tiene un mejor balance, lo que resulta en un desplazamiento más suave y en un menor consumo de combustible. Además, el menor peso (varios kilos por neumático) reduce la tensión en la suspensión, permitiendo una carga mayor de varios cientos de kilos y creando una menor resistencia rodante para ahorrar combustible. Como se elimina la fricción entre el neumático y la cámara y se utiliza una rueda más grande con mayor flujo de aire, los neumáticos sin cámara funcionan más fríos, alargando la vida del neumático y la cubierta y reduciendo el consumo de combustible.

---

[1]Reimpreso con autorización del Redactor, Public Works, número de noviembre de 1989.

Finalmente, los neumáticos sin cámara sufren menos pinchaduras y fallas. El revestimiento de los neumáticos sin cámara se apega a los objetos penetrantes para disminuir la pérdida de aire y evitar además la posibilidad de pérdida de aire alrededor de la válvula.

En la actualidad, los neumáticos para camiones se fabrican en dos tipos de construcciones básicas: en diagonal (bias) y radiales. En la construcción en diagonal, las cuerdas de las capas del cuerpo del neumático se extienden diagonalmente de cerco a cerco, con cada neumático en la dirección diagonal opuesta a la anterior (entre-cruzadas). Estos neumáticos también pueden tener capas delgadas del tipo cinturón, llamadas telas divisorias que se encuentran debajo de la banda de rodadura del neumático. Estas telas divisorias tienen cuerdas orientadas diagonalmente a los cercos. En la construcción radial, cuerdas de las capas del cuerpo radiales se extienden directamente de cerco a cerco perpendiculares al neumático. Esta construcción permite una flexión más fácil en los costados; además, capas tipo cinturón circunvalan el neumático debajo de la banda de roadura. Estos cinturones (de los que pueden haber tres o cuatro) constriñen las capas radiales y proporcionan resistencia y rigidez. Generalmente, la construcción radial afecta lo siguiente:

* Vida de la Banda de Rodadura. La flexión de los costados permite que el neumático se adapte al camino mientras que los cinturones lo mantienen plano, reduciendo así el desgaste.

* Economía de Combustible. Los neumáticos radiales ofrecen menos resistencia rodante.

* Carga. La construcción radial permite cargas más grandes.

* Tiempo Fuera de Uso. Los neumáticos radiales protegen contra pinchaduras, resultando en un menor número de neumátiucos desinflados.

* Funcionamiento y Confort. Costados que se flexionan fácilmente y cinturones resistenes le dan al neumático una tracción que se "agarra" al camino y un desplazamiento más suave.

* Recauchado. Las capas radiales generan menos calor que las capas diagonales y el calor reduce la vida del neumático, por lo que las cubiertas de los neumáticos radiales tienen un potencial de recauchado más grande.

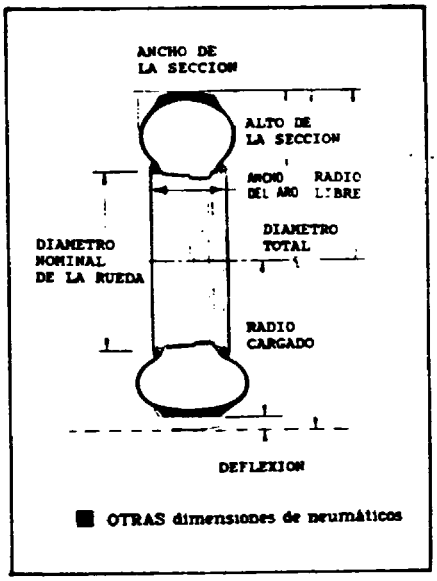
Selección de los Neumáticos

Al seleccionar un neumático, además de considerar el tipo y la construcción, Ud. también debe pensar en el tamaño, resistencia de la

cubierta, costo del ciclo de vida y diseño de la banda de rodadura.

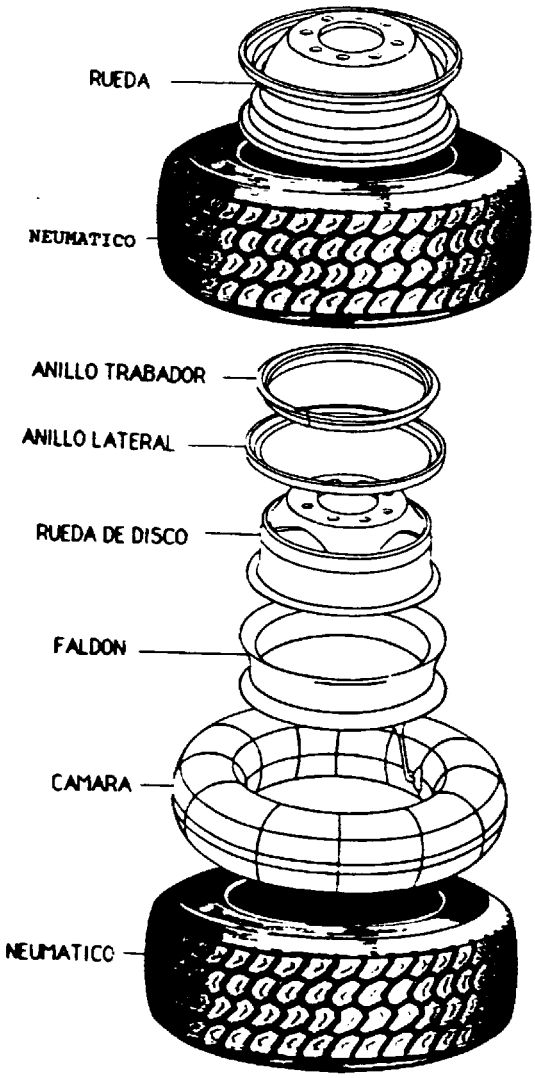
Los tamaños de los neumáticos para camiones se indican mediante un número moldeado en el costado. Normalmente es un número de dos partes que indica el ancho de la sección del neumático en pulgadas, seguido por el diámetro del aro o rueda en pulgadas. Por ejemplo, 11-22.5 significa que la sección del neumático tiene un ancho de 11 pulgadas y el diámetro del aro o rueda es de 22,5 pulgadas. Neumáticos con cámara y sin cámara equivalentes tienen designaciones de tamaño diferentes. Un neumático con cámara 9.00-20 es equivalente a un neumático sin cámara 10-22.5. Esto se debe a que un neumático sin cámara tiene un perfil más bajo y un aro más grande que un neumático con cámara.

Un método práctico para convertir la designación del tamaño de un neumático con cámara a uno sin cámara, es tomar el ancho de la sección y eliminar todos los números después del punto decimal, y luego agregar 1 al ancho de la sección y 2,5 al diámetro del aro.



Las inscripciones de perfil bajo usan una designación de tres partes. El primer número representa la sección transversal en milímetros, el segundo es la relación de alto a ancho del neumático, y el tercer número es el tamaño del aro en pulgadas. Por lo tanto, en la designación de tamaño de perfil bajo 275/80R24.5, 275 representa el ancho de la sección en milímetros, 80 es la razón de alto a ancho, R significa radial, y 24.5 es el diámtero del aro o rueda en pulgadas.

La resistencia de la cubierta se expresa como clasificación de la capa o límites de carga. La clasificación de capas se indica por un número mientras que los límites de carga se indican con una letra. Estas designaciones determinan la capacidad para transportar carga: mientras más alta sea la clasificación de la capa, más grande es la carga que puede transportar el neumático. De hecho, la clasificación de la capa o límites de carga se refiere a la capacidad del neumático para contener volumen y presión de aire. Es el aire el que transporta la carga.



Los neumáticos con cámara tienen muchos más componentes que los sin cámara.

La capacidad de los neumáticos para transportar carga varía con la presión de inflado. La Asociación de Fabricantes de Caucho de los EE.UU. suministra detalladas tablas de inflado y carga para ayudar a

determinar la carga máxima de un neumático a varias presiones de inflado.

La carga por neumático no debe sobrepasar la capacidad del neumático, aro, rueda o cualquier otro componente del vehículo. La capacidad de carga de un vehículo se expresa en Peso Bruto por Eje o Peso Bruto del Vehículo. La capacidad de carga del neumático está estampada en el costado de todos los neumáticos de camión fabricados después de marzo de 1975.

Una manera de prevenir la sobrecarga de los neumáticos es pesar cada eje o neumático cuando el camión está cargado. Si se pesa un eje, la carga o peso del eje se debe dividir por el número de neumáticos para determinar la carga por neumático. Si la capacidad de carga máxima de un neumático es menor que el peso que se midó con la pesa, se deberá usar un neumático de mayor capacidad.

Al seleccionar un neumático de tamaño diferente al original, asegúrese de que los aros son adecaudos para éste y que las dimensions del vehículo lo aceptarán. Su distribuidor de neumáticos local le puede ayudar con otros factores de selección para escoger el neumático correcto, tales como velocidad, distancia, tracción, consumo de combustible y condiciones de camino.

El ciclo de vida total de la cubierta del neumático es importante en la selección de un neumático. La cubierta constituye el 80 por ciento del costo del neumático. Debido a que los neumáticos representan uno de los gastos más importantes de cualquier flota de camiones, es muy importante obtener el máximo de vida antes de desecharlos. Esto significa adquirir un neumático con un buen potencial de recauchado. Además, asegúrese de que su distribuidor tenga la tecnología más moderna para reparar, revisar y recauchar neumáticos.

Bandas de Rodadura Adecuadas

Es importante usar la banda de rodadura ocrrecta ya sea en el neumático original o en el recauchado. Existen varias categorías básicas de diseños de bandas de rodadura; las más aplicables a las aplicaciones de trabajos públicos incluyen bandas para uso fuera del camino, camiones livianos o especiales.

Las bandas de rodadura para uso fuera del camino están construidad para condiciones de tracción difíciles y por lo tanto, tienen tacos de diseños agresivos. Estas son bandas para servicio pesado, construidad con perfiles profundos para proteger contra clavos, vidrios y otros peligros que se pueden encontrar cuando se sale de la carretera. Muchas de estas banda de rodadura son para uso dentro y fuera del

camino y están diseñadas para soportar el uso fuera del camino bajo condiciones muy rigurosas, al mismo tiempo que sirven para uso en la carretera a baja velocidad y por distancias cortas.

Las bandas de rodadura de camiones livianos están construidas para uso en camiones livianos, vehículos con diámetros de aros de llantas de 43 cm o más pequeños. Una gran variedad de diseños de bandas de rodadura ofrece muchas combinaciones de tracción y consumo de combustible.

Las bandas de rodadura especiales pueden variar de bandas de peso liviano a bandas de tacos masivos diseñados para andar en rocas.

Además del diseño y características de la banda de rodadura, se debe considerar la profundidad del diseño. La profundidad óptima varía con la posición y aplicación del neumático. Por ejemplo, un neumático para uso fuera del camino necesita una profundidad mayor que un neumático de carretera debido a los peligros que puede encontrar.

Mantenimiento Preventivo

El factor más importante en el mantenimiento de los neumáticos es la inflación correcta. Más neumáticos se pierden debido a sobreinflado y subinflado que a ninguna otra causa. El medidor de la presión y el medidor de la profundidad de la banda de rodadura son las dos herramientas más importantes de cualquier programa de neumáticos.

Cuando un neumático está sobreinflado se pone más rígido, y mientras más rígido, menor es su capacidad para absorber los impactos del camino y queda más vulnerable a los peligros de éste, lo que puede resultar en cortes, pinchaduras y roturas en el cuerpo. Los neumáticos sobreinflados también se desgastan más rápido. El sobreinflado no puede compensar la sobrecarga de un vehículo. No importa cuanto aire se agregue, la capacidad de carga del neumático no aumentará sobre la carga máxima. La única forma efectiva de resolver el problema de sobrecarga es usar un neumático más grande, no agregar más aire.

Si bien el sobreinflado es serio, el subinflado es peligroso. Esta es la condición más común, ya que ningún neumático o cámara es completamente a prueba de fugas de aire. Tarde o temprano, será necesario agregarle aire. La razón por la cual el subinflado es tan peligroso, es el calor. La deflexión anormal de un neumático subinflado produce fricción entre los componentes que eleva la temperatura. El calor es la causa principal de la falla prematura de

los neumáticos y no se necesita mucho calor para que tenga un impacto negativo en la vida de un neumático. Una vez que se ha determinado la presión correcta para un vehículo, carga y velocidad usando las tablas de carga e inflado de la Asociación de Fabricantes de Caucho de los EE.UU., es necesario revisar la presión en frío cada semana, usando un medidor de presión para neumáticos preciso.

Una de las mejores maneras de comenzar un programa de mantenimiento de la presión de los neumáticos, es dejar que su proveedor de neumáticos efectúe una inspección de su flota. Un estudio detallado de la flota le entregará valiosa información acerca de sus neumáticos y una imagen de las condiciones que deben ser corregidas para mejorar el rendimiento. Información adicional importante se puede conseguir mediante análisis de los neumáticos que han fallado y de pruebas de comparación de neumáticos.

Los neumáticos que se montan en pares se deben hermanar de modo que la diferencia máxima entre los diámetros de los neumáticos no es más de 6 mm, o que la diferencia en circunferencia no es más de 19 mm. La diferencia entre neumáticos hace que el neumático más grande soporte una proporción mayor de la carga, resultando en sobrecarga y posibles daños. El neumático más pequeño no hará contacto con el camino correctamente, desgastándose más rapida e irregularmente. Además, es necesario dejar suficiente espacio entre los dos neumáticos para evitar que los neumáticos rocen entre sí.

Existen muchos factores en el vehículo que tienen un gran impacto sobre la vida de los neumáticos, incluyendo la condición de la suspensión y de los frenos. Pero el factor que tiene el impacto más directo en el desgaste de la banda de rodadura es el alineamiento de los ejes.

El alineamiento correcto de los ejes tiene tres beneficios importantes: menor desgaste de la banda de rodadura, mejor control y manejo del vehículo y menor consumo de combustible. El alineamiento, no sólo se refiere a los diversos ángulos de la geometría del eje de la dirección, si no que también al seguimiento de los demás ejes en el vehículo.

Las regulaciones de alineamiento principales son: convergencia/ divergencia, inclinación vertical, inclinación horizontal, divergencia en las vueltas y seguimiento. La convergencia determina el paralelismo entre los neumáticos del eje de la dirección. Convergencia/divergencia es la diferencia entre las medidas tomadas en la parte delantera y trasera de los neumáticos. Si se tiene convergencia, las partes delanteras de los neumáticos están más cerca que las partes traseras. Divergencia es lo contrario. Las ruedas de los vehículos nuevos tienen una leve convergencia para eliminar la tendencia de las ruedas a

oscilar de lado a lado. Una convergencia excesiva produce un rápido desgaste de los hombros exteriores de los neumáticos. La divergencia produce un rápido desgaste de los hombros interiores.

La inclinación vertical es el ángulo en que las ruedas se desvían de la vertical. La inclinación vertical positiva es una inclinación hacia afuera, la inclinación vertical negativa es una inclinación hacia adentro. Una inclinación vertical excesiva resulta en un rápido desgaste de los hombros.

La inclinación horizontal es la inclinación hacia adelante (positiva) o hacia atrás (negativa) del pivote de la dirección, cuando se observa desde un costado. Una inclinación horizontal insuficiente reduce la estabilidad y puede producir una dirección errática. La inclinación horizontal excesiva aumenta el esfuerzo requerido en la dirección y puede producir bamboleo.

La divergencia en las vueltas es la diferencia entre los arcos que siguen las ruedas de la dirección en una vuelta. Esta diferencia es necesaria para prevenir que el neumático interior sea arrastrado al dar una vuelta. Esto se consigue regulando el brazo de dirección y la varilla de tensión, de modo que líneas imaginarias trazadas desde ambos brazos de la dirección convergen en la línea central del eje trasero. Esta regulación no se puede modificar.

Seguimiento se refiere a que las ruedas trasera deben seguir a las ruedas delanteras en forma paralela al avanzar hacia delante en línea recta. Las ruedas traseras que no siguen en forma paralela harán que el vehículo no se mueva en línea recta, provocando desgaste de los neumáticos, mayor consumo de combustible, desgaste de la suspensión, fatiga del chófer y riesgos a la seguridad.

EL Proceso de Recauchado

La reconstrucción de la banda de rodadura de un neumático consiste de la inspección inicial, raspado, inspección ultrasónica, medición, preparación de la cubierta, reparación y reemplazo de los cinturones según sea necesario, aplicación de la banda de rodadura, curado, e inspección final.

Inspección inicial.- Esta puede que sea la parte la más importante del proceso de recauchado. Más de la mitad de las fallas de neumáticos recauchados se debe a inspecciones iniciales deficientes. La inspección comienza cuando el neumático se coloca en un separador de cercos mecánico y se usa una lámpara para dejar el interior del neumático visible al inspector. A medida que se mueve la cubierta el inspector revisa el interior y exterior usando sus ojos y manos.

Raspado.- Raspado es el proceso mediante el cual se retira la banda de rodadura vieja y se da la forma, el tamaño y la textura correcta a la superficie de la cubierta. La cubierta se monta en una máquina parecida a un torno, se infla y se hace girar al mismo tiempo que poderosas herramientas de raspado retiran el material. La cubierta se raspa tan plana como sea posible, de modo que exista un buen contacto de la banda de rodadura con el camino, y a un ancho, radio y simetría predeterminados. Los neumáticos de construcción diagonal se "ventilan". En la zona del cerco y del hombro se hacen pequeñas perforaciones para reducir el aumento de presión de aire entre las cuerdas del neumático durante el curado.

Inspección ultrasónica.- Para detectar fallas que no se ven a simple vista, los talleres de recauchado de calidad utilizan equipos de ultrasonido muy sofisticados. Estos permiten detectar fugas microscópicas, separaciones y otros problemas que escapan durante las inspecciones visuales.

Medición.- La cubierta se mide cuidadosamente ya sea con un dispositivo automático durante el raspado o con una cinta metálica para medir. En el caso de una operación de curado en el molde, esto se hace para determinar el molde adecuado. En el caso de una operación de precurado, para determinar el ancho y largo de la banda de rodadura que se utilizará.

Preparación de la cubierta.- Se sigue con la reparación de las lesiones restantes o que se descubrieron durante el raspado. Esto se efectúa raspando o "adelgazando" la lesión con un raspador a motor. Esta es una operación muy importante. Todas las cuerdas expuestas se cortan, se acaban y se cubren con cemento, tan pronto como sea posible, después del raspado o adelgazado, para prevenir la oxidación del material. Las cuerdas de acero deben ser protegidas en menos de 15 minutos.

Reparación.- Básicamente la reparación significa raspar, llenar y reforzar la lesión y la zona adyacente. Existen cuatro tipos básicos de reparación:

* Reparación de la perforación por un clavo.- Una perforación por un clavo es una lesión de 6 mm o menos de diámetro en la zona de la banda de rodadura o de 1,5 mm. en el costado que penetra 50% o más en las capas. Se puede reparar cualquier número de perforaciones de clavos en la banda de rodadura y en los costados, siempre y cuando los parches de reparación no se sobrepongan. No se pueden reparar perforaciones de clavos en la zona de los cercos.

* Reparación localizada.- Una reparación localizada es cuando es necesario retirar y reemplazar el caucho en una lesión que es más

grande que la perforcaión de un clavo, pero que representa menos del 25% de las capas del neumático. Se pueden efectuar tantas reparaciones localizadas como sea necesario, con tal de que las reparaciones no incluyan daños a las capas del neumático en la zona de los cercos.

* Reparaciones de refuerzo.- Una reparación de refuerzo es la reparación de una lesión que afecta a más del 25% pero menos del 75% de las capas del neumático (menos del 50% en el estado de California). Los neumáticos de servicio de transporte local no pueden tener más de dos reparaciones de refuerzo en cada cuarto de sección del neumático. Ninguna parte del parche de reparación se puede cubrir con otro parche. Las reparaciones de refuerzo se limitan a los neumáticos de construcción diagonal.

* Reparación de sección.- Se efectúa una reparación de sección cuando una lesión abarca 75% (50% en California) o más de las capas del neumático, o atraviesa la cubierta en las zonas de la banda de rodadura o del costado. Las reparaciones de sección en los neumáticos de construcción diagonal están limitadas a dos en los neumáticos de servicio local. Las reparaciones de sección en los neumáticos radiales no tienen límite, pero los parches de reparación no se pueden solapar.

Reemplazo de los cinturones.- Una máquina con un cuchillo corta por debajo los cinturones y los pela de la cubierta. Una vez que se sacan los cinturones, la cubierta se raspa, se prepara y se le aplica cemento. Luego se colocan dos conjuntos de cinturones seguidos por el procedimiento de recauchado estándar. En el proceso de precurado, se utiliza un anillo de retención para mantener la forma durante el curado.

Aplicación de la Banda de Rodadura.- Después de efectuar las reparaciones, se aplica cemento a la cubierta para mejorar la adhesión entre la nueva banda de rodadura y la cubierta. Cuando el cemento se seca hasta alcanzar una consistencia pegajosa, está listo para recibir la banda nueva. En esta etapa, la banda de rodadura nueva se aplica a la cubierta. Esta debe ser del tamaño preciso y debe quedar concéntrica con la cubierta.

En las operaciones de precurado se corta el largo correcto de banda de rodadura precurada y se aplica una capa de goma de amortiguación al respaldo de la banda. La goma de amortiguación es el agente de adhesión entre la banda de rodadura y la cubierta del neumático. Esta unión se transforma en la parte más resistente del neumático, reduce las posibilidades de separación de la banda y aumenta la confiabilidad del recauchado.

Luego se aplica la banda de rodadura a la cubierta de modo de distribuirla en forma pareja sobre la circunferencia. La banda de rodadura se puede aplicar manualmente o con la ayuda de una máquina. Los extremos de la banda cortada se empalman y se estanpan provisionalmente para mantenerlos en su lugar durante el curado, y luego se "cose" la banda de rodadura a la cubierta para eliminar el aire atrapado

En las operaciones de curado en molde se agrega caucho no curado a la cubierta preparada.

Curado.- En el proceso de precurado, la cubierta preparada se cubre con una funda flexible que cuenta con una válvula de escape de aire. Un tubo flexible se coloca en el interior y luego se monta la cubierta en un aro de curado. Algunos sistemas utilizan un aro de curado especial que reemplaza al tubo y al aro de curado. A continuación la cubierta se coloca en la cámara de curado, la que se presuriza y calienta mientras se saca el aire de entre la banda de rodadura y la funda, fijando la banda de rodadura en su posición. Después de un período de tiempo y calentamiento (normalmente 3 o 4 horas a aproximadamente 99ºC), la banda de rodadura queda pegada a la cubierta de tal manera que se vuelve la parte más fuerte del neumático.

En el proceso de curado en molde, la cubierta y el tubo de curado se colocan en un molde. La presión del tubo de curado fuerza al caucho crudo de la banda de rodadura dentro del molde caliente por un periodo de tiempo y a una temperatura específicos. La goma de la banda de rodadura se cura con la impresión del patrón del molde.

Inspección Final.- La inspección final se efectúa mientras el neumático está caliente ya que es más fácil observar separaciones y otras imperfecciones durante esta etapa. Se revisa el interior para asegurarse de que todos los parches han curado correctamente. Se verifica el número DOT. En seguida se retira todo el exceso de caucho, se sacan las grampas y el neumático se pinta y marca para su despacho.

Este artículo está basado en un folleto titulado "Truck Tire Retreading - A Guide for Fleet Owners, Managers and Specifiers", publicado en inglés por Bandag, Inc. Se pueden obtene copias al precio de US$5.00 cada una, pidiéndolas a Bandag, Inc., PO Box 414965, Kansas City, MO 64141 EE.UU.

RECOMENDACIONES PARA LA REPARACION DE PRESAS[1]

por Erik M. Bernard[2]

En dos presas de gravedad con daños similares de hielo/deshielo, se utilizaron métodos totalmente diferentes

A medida que un número creciente de presas alcanzan el término o sobrepasan su vida útil de proyecto, es esencial para las empresas de servicios públicos, las municipalidades y los dueños y operarios de presas mantenerlas bien y concebir reparaciones para prolongar sus años de servicio. El no realizar trabajos de renovación puede minimizar de momento los costos de electricidad o de los impuestos, pero a largo plazo ese descuido puede tener consecuencias desastrosas.

La empresa de servicios públicos, Bridgeport Hydraulic Co. que abastece en agua a una población de unos 360.000 habitantes en tres condados del estado de Connecticut, ha emprendido un programa comprensivo para identificar y proyectar reparaciones en 21 de sus presas. Se trata principalmente de presas de gravedad de hormigón construidas a principios del siglo y que ahora exhiben cierto desmoronamiento. Se acostumbra realizar una inspección anual de cada presa por un ingeniero profesional. En su mayoría estas presas también están sujetas a las pautas del programa nacional de inspección de presas del U.S. Army Corps of Engineers.

Varios factores afectan la forma en que se han de realizar las renovaciones en cada presa, incluso el tamaño y la geometría de la presa, la profundidad y grado de deterioro del hormigón, la amplitud y origen de las filtraciones y la causa del deterioro. Una parte esencial de nuestro programa de renovación fue la de llevar a cabo trabajos de reconocimiento para determinar tanto la causa del deterioro como las medidas generales de reparación antes de preparar un diseño detallado y empezar los trabajos de reacondicionamiento.

Dos proyectos recientes, en las presas Easton y Means Brook, demostraron la importancia de esta práctica. Ambas obras son presas de gravedad de hormigón construidas durante el mismo período y ambas exhibían daños similares resultando de la acción del hielo/deshielo. Sin embargo, al considerar la cuestión de más cerca, nos dimos cuenta de que era necesario abordar las reparaciones de cada presa de una manera distinta.

---

[1]Reimpreso con autorización de Civil Engineering, una publicación mensual de la ASCE (American Society of Civil Engineers), número de noviembre de 1989.
[2]Director de Servicios de Ingeniería, Bridgeport Hydraulic Co., Bridge Port, Connecticut, USA.

La presa Easton

Construida en 1926, esta presa mide 317 m de largo con una altura máxima de 38 m y una anchura en la coronación de 3,6 m. La pendiente del paramento aguas abajo es de 0,7:1; la del paramento aguas arriba es de 0,05:1. El vertedero mide 30 m de largo con un perfil Creager. La presa dispone de 16 juntas de construcción verticales por todo su cuerpo.

En 1978, durante una inspección realizada por el Corps of Engineers, se reveló mucho desmoronamiento de superficies y de juntas, así como un desgaste general de la coronación de la presa. El voladizo de la coronación también exhibía señas de deterioro y desgaste por casi toda su longitud y se desprendían las anclas de sujeción de la barandilla de hormigón. El paramento de aguas abajo estaba hasta más deteriorado. Exhibía grandes áreas de desmoronamiento superficial, desgaste de juntas y eflorescencia.

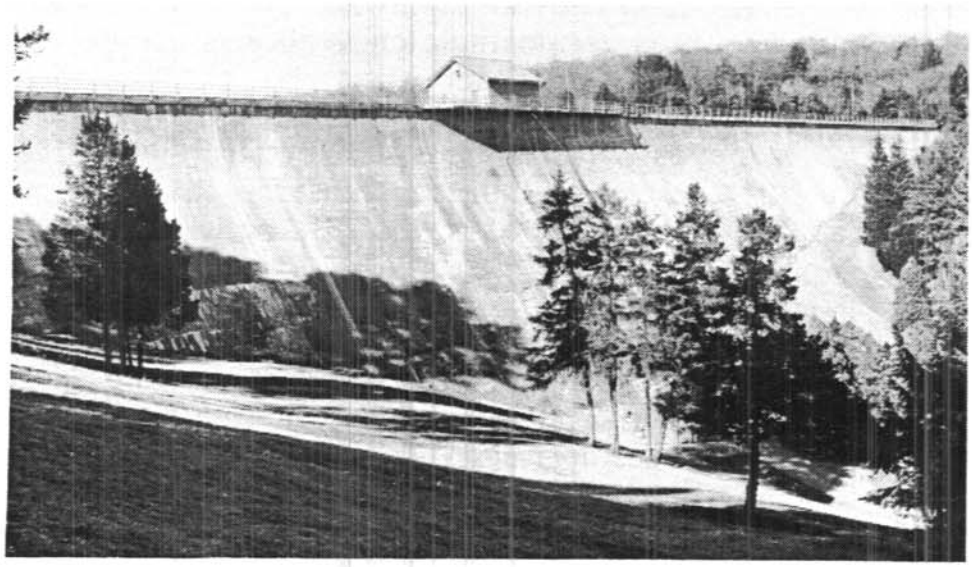
Se encontraron ligeras filtraciones en las juntas de construcción verticales, donde el deterioro y la pérdida de materiales eran más fuertes. Estos problemas eran estrictamente estéticos en el momento de la inspección, pero de dejarlos sin reparar afectaría eventualmente la integridad estructural de la presa.

La firma consultora de ingeniería, Spiegel y Zamencik, Inc. de New Haven, Connecticut, encontró que las filtraciones en la cara de aguas abajo variaban según las temporadas del año, con mayores cantidades de humedad en las temporadas de frío. Esta secuencia permanecía igual aun en temporadas de sequía, por cuanto la causa provenía de filtraciones a través de la estructura más bien que de la precipitación. No se sabe si inicialmente se habían instalado dispositivos de impermeabilización en las juntas verticales. En caso afirmativo, éstos se habían desgastado con las repetidas expansiones y contracciones ocasionadas por los cambios de temperatura.

La congelación y descongelación de las filtraciones del embalse en la cara de aguas abajo, así como del agua acumulada en la coronación, fueron la causa principal del deterioro y desmoronamiento del hormigón. Notántose daños de hielo/deshielo a una profundidad de hasta 15 cm en las muestras extraídas, se tuvo que remover una cantidad considerable de hormigón antes de volver a cubrir la superficie.

Después de haber considerado varios métodos para impermeabilizar las juntas verticales, barrenamos hoyos de 15 cm de diámetro a través de la junta de construcción vertical a partir de la coronación d la presa y los llenamos de lechada química. Esta es una técnica

relativamente nueva, desarrollada por el Corps of Engineers y ha sido utilizada con muy buenos resultados.



La congelación y derretimiento de las filtraciones del embalse en la cara de aguas abajo y el agua encharcada en la coronación de la presa Easton causaron el deterioro y desmoronamiento.

Buceadores de la empresa Wiswell, Inc. de Southport, Connecticut, realizaron una inspección subacuática de la cara de aguas arriba y de las juntas. Encontraron que el deterioro del hormigón y de las juntas se limitaba a los 8 m superiores de la presa, siendo ésta la parte la más sujeta a los diferenciales de temperatura del agua del embalse y a la fluctuación de sus niveles de agua. Basado en esta información y en los cálculos del movimiento de las juntas, se decidió instalar dispositivos de impermeabilización en las juntas hasta 11 m por debajo de la coronación de la presa.

Evaluamos cierto número de alternativas de materiales de relleno, buscándolas en la literatura y tomando contacto con los fabricantes e instaladores de lechada y con el Corps. Una lechada de uretano tipo espuma parecía poseer las mejores propiedades para aplicación a la presa Easton. Estas lechadas químicas de dos compuestos se hinchan hasta ocho veces su volumen al entrar en contacto con agua, formando un material parecido a esponja. Las propiedades de adhesión, elasticidad y anticontracción de las lechadas de espuma de uretano son muy útiles. La impermeabilización por lechada de espuma de uretano fue aplicada en el otoño e invierno de 1983 a un costo de US$97.000.

Se perforaron hoyos de 15 cm de diámetro y, según el caso, de 11 m o 1,5 m de profundidad en la roca de cimentación, situados de 0,602 m a 0,914 m por debajo de la cara de aguas arriba y centralizados sobre cada una de las 16 juntas de construcción verticales usando el método del diamante rotatorio, realizado por la empesa Structural Preservation Systems de Baltimore, estado de Maryland. Para asegurar que los hoyos perfordados permanecieran en el centro y sobre la junta por toda la profundidad, se usaron equipos de video de circuito cerrado en el hoyo para verificar la posición relativa de la junta.

El Corps logró introducir la lechada de espuma de uretano al remojar trapos de cañamazo en el compuesto no curado y apisonándolos, uno por uno, en los hoyos con una vara de taladro atada a un cordel. La uniformidad de aplicación de la lechada por toda la profundidad del hoyo es importante. Puesto que los hoyos recomendados para la presa Easton eran más profundos y más anchos que cualquier otro hoyo utilizado con esta lechada, se necesitaba un método de aplicación más confiable.

En vez de introducir los trapos de cáñamo uno por uno, los trapos impregnados fueron asegurados por medio de grapas a secciones de tubería perforada de PVC de 5 cm de diámetro y escariados a mano en su lugar. Una vez introducida una sección de tubería hasta el punto justo encima de la pendiente de la coronacion, se acoplaba a la sección siguiente para que continuara la penetración. Un sellador provisional de juntas aprobabdo para uso potable fue aplicado bajo agua a la superficie de las juntas en la cara de aguas arriba para prevenir el escape de la lechada a través de la junta en el agua del embalse.

Esto puso fin a un 80 por ciento o más de las filtraciones que alcanzaban la cara de aguas abajo. Viendo que no era posible controlar completamente las filtraciones, eligimos aceptar unas filtraciones mínimas al diseñar reparaciones para la superficie de hormigón.

Las reparaciones a la coronación fueron emprendidas primero, puesto que estas reparaciones eran independientes de las filtraciones. El recubrimiento de la presa entera en una sola aplicación no era práctico debido a su tamaño. Antes de realizar diseños detallados, se obtuvieron más testigos cilíndricos para tener una descripción bien detallada del hormigón existente. Los resultados indicaban que la causa del deterioro del hormigón era el ciclo de hielo/deshielo afectando el hormigón no aireado.

Basado en la profundidad alcanzada por el deterioro de hielo/deshielo revelada en las muestras sacadas de la coronación, se tuvo que

remover por hidrodemolición cuando menos 7,6 cm de hormigón existente antes de efectuar el recubrimiento. Este método suele utilizarse en la reparación de puentes, pero creemos que ésta fue su primera utilización en un proyecto de renovación de presas.

Se especificó el empleo de hormigón armado para prevenir grietas por encojimiento, así como clavijas para sujetar bien la nueva superficie al hormigón existente. Para evitar ondulaciones, se colocaron reglillas de ganchos en las extremidades de cada sección monolítica de la presa entre las juntas verticales de construcción. Se utilizó acero cubierto de epoxi para prevenir futuros daños por corrosión.

Con la adición del hormigón armado, se necesitó una capa de 23 cm para alcanzar la requerida profundidad de recubierta. Esto significaba que la nueva presa sería más alta que la anterior, pero los cálculos de estabilidad determinaron que no produciría efectos adversos.

La durabilidad del nuevo hormigón era un factor muy importante. Para aminorar futuros problemas de desmoronamiento y daños de hielo/deshielo, se especificó una mezcla de hormigón con una resistencia mínima de 351,5 kg/cm^2 de 56 días. Un sellador elastomérico fue aplicado a las juntas verticales para impermeabilizarlas.

Varios perfeccionamientos conceptuales fueron incorporados en la nueva coronación para ensancharla, con las barandillas sujetas a las fachadas exteriores para disponer de más anchura útil. El declive va en dirección opuesta a las juntas verticales y hacia la cara aguas abajo para eliminar acumulaciones de agua. Para mantener la anchura total de la coronación y permitir el paso de vehículos pesados--facilitando futuros proyectos de renovación--un alero, o sección voladiza, fue instalada en el lugar donde la caseta de compuertas se extiende en la coronación.

La renovación de la coronación fue completada a un costo de US$700.000 en el otoño de 1988. Actualmente, se han interrumpido los trabajos en la cara de aguas abajo de la presa, pendiente de más evaluaciones y control de la filtraciones en las juntas y datos adicionales sobre materiales de repavimentacion potenciales y técnicas de aplicación. Puesto que se ha parado la mayor parte de las filtraciones y del deterioro consecuente, ya no urgen las reparaciones.

Presa Means Brook

Esta presa fue construida en 1916 en Shelton, Connecticut. Sus estribos y cimientos fueron anclados en la roca. En su coronación, la presa mide 161 m de largo con una altura máxima de 18 m. La

coronación mide 3 m de ancho y soporta un muro de hormigón de 64 cm que fue agregado en 1977 para incrementar la capacidad del vertedero. La anchura máxima de la base es de 10,6 m. La cara de aguas arriba es de hormigón y vertical viéndola de perfil. La cara de aguas abajo es también vertical, con una inclinación de 0,7:1 desde el pie de la presa hasta una distancia de unos 7 m de la coronación. Hay seis juntas de construcción verticales.

En 1979, los inspectores del Corps recomendaron la realización de más estudios del hormigón desmoronado en la cara de aguas abajo y en la coronación de la presa y urgieron el reacondicionamiento de la presa a su estado original.Al igual que la presa Easton, el desmoronamiento y la eflorescencia no presentaban una amenaza inmediata a la integridad estructural de la presa.

La empresa consultora para el proyecto fue la firma Harza Engineering Company de Chicago, Illinois. En 1986, Harza realizó una evaluación de la condición del hormigón y propuso un método de reparaciones.

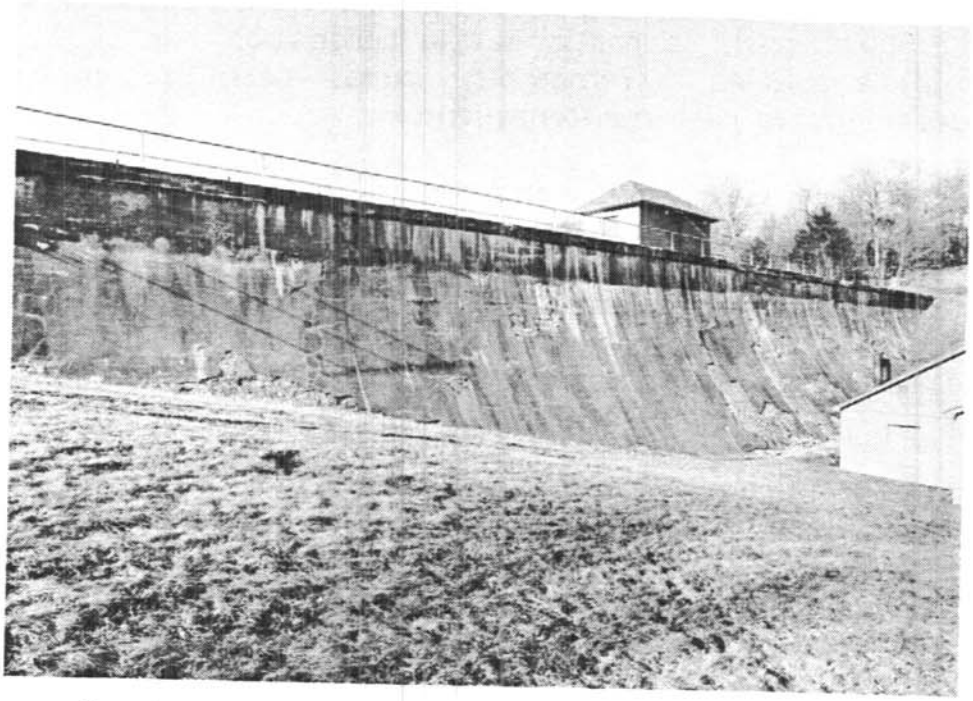
Una inspección subacuática de la superficie de aguas arriba reveló que las juntas verticales contenían un material de relleno bitumástico aparentemente usado para impermeabilizar. El deterioro de los bordes de hormigón en las juntas verticales no era mayor que el de la cara de la presa en cada lado de la junta.

El deterioro fue mayor en los 3 m superiores--a partir del nivel normal del embalse al nivel de descenso máximo. La causa aparente era el ciclo de hielo/deshielo. En dos areas, se encontró un deterioro un poco más fuerte en la forma de cristales de gunita de previas reparaciones que estaban por desmoronarse. Ninguna junta horizontal era visible en la cara de la presa.

Se realizó un análisis de estabilidad para la sección máxima de la presa bajo cargas de AMP y embalsamiento normal, más condiciones de carga de hielo. Los resultados indicaban una tensión moderada en el pie de aguas arriba bajo ambas condiciones. Bajo un análisis de sección fracturada, el embalsamiento normal, más la condición de la carga de hielo, permanecieron estables, mientras que teóricamente fue la condición de AMP que causó la rotura de la presa.

Las pruebas de resistencia a la tensión realizadas sobre muestras sacadas del hormigón y de la roca interfacial indicaban que la presa podría aguantar una tensión 100 veces más fuerte que las tensiones de una AMP. En las pruebas de resistencia al esfuerzo cortante, los valores requeridos variaban de 0,84 kg/cm^2 a 5,2 kg/cm^2. Estos valores son relativamente bajos en comparación con la resistencia al

esfuerzo cortante del hormigón de la presa y la aún mayor resistencia encontrada en la roca de cimentación.



Paneles prefabricados serán instalados en la presa Means Brook para reducir los daños continuos del hielo/deshielo al paramento original de aguas abajo

Se reveló por análisis visual y petrogáfico que la presa Means Brook había sido afectada solamente por exposición a los agentes atmosféricos. Estos efectos eran superficiales, causados por la acción del hielo/deshielo sobre el hormigón de cemento portland no aireado saturado o casi saturado. Se notó que el hormigón original tenía una proporción de agua/cemento de 0,71 por peso, caracterizado por exudación y separación bajo partículas de áridos gruesos que contribuyeron al deterioro de la superficie de la presa.

Después de revisar varias alternativas de reparación, los consultores recomendaron instalar paneles prefabricados en el paramento de aguas abajo como la mejor solución. Además de una reducción de costo, los paneles prefabricados fueron seleccionados por su capacidad de reducir bastante el ciclo de hielo/deshielo, de proveer una superficie uniforme y libre de mantenimiento y de reducir también la cantidad de hormigón deteriorado a ser removido. Los diseños fueron completado en enero de 1988 y se utilizaron paneles prefabricados de 6 m x 1,2 m x 10 cm, reforzados contra los cambios de temperatura y encogimiento, para cubrir el paramento de aguas abajo de la presa.

Se escogió una mezcla de hormigón de 351,5 kg/cm^2 de 28 días para los paneles, los cuales tienen guías metálicas encastradas en marcos estructurales de acero (W8x28), que se extienden verticalmente en el paramento de aguas abajo, desde la coronación hasta el terraplén. El segundo panel, a partir de la coronación en cada columna vertical de paneles, es removible, para permitir quitar de los paneles inferiores para mantenimiento.

Una viga de base (W10x49) y una viga de soporte intermedio (W8x28) encastradas en hormigón sano en la cara de aguas abajo soportara cada miembro del marco del panel de acero. Un resultado de la selección de marcos de acero estructural para soportar los paneles fue que los paneles no podían seguir el contorno de la cara de aguas abajo, resultando en un espacio más grande entre los paneles y la presa.

El material aislador entre los paneles y la presa, destinado a reducir los ciclos de hielo/deshielo, consiste de Styrofoam de 5 cm asegurado a la parte trasera de cada panel. Se estima que esto reducirá la transferencia de calor por un 35 por ciento. Otros aspectos del diseño incluyen escotillas de acceso para permitir la entrada entre los paneles y la presa para inspecciones y pruebas de temperatura para medir la verdadera reducción del ciclo de hielo/deshielo. Se le dará una nueva superficie a la coronación con la eliminación del hormigón deteriorado y la instalación de una nueva capa de hormigón moldeado en sitio, aumentándose por 10 cm la altura de la presa.

EL BUREAU UTILIZA COMPUESTOS IMPERMEABILIZANTES PARA EL DE HORMIGON

por W. Glenn Smoak[1]

El Bureau of Reclamation tiene a su cargo presas y diversas obras de hormigón situadas en ambientes que figuran entre los más rigurosos de Norteamérica. Pueden suceder variaciones de temperatura de 10°C a 27°C diariamente. Por ser que la mayoría de nuestras obras de hormigón sirven para almacenar recursos hidráulicos, estas temperaturas extremas se encuentran entonces combinadas con frecuentes exposiciones a mojadas y secamientos. Aunque el hormigón sea constituido de materiales de alta calidad debidamente mezclados, no deja de tener una porosidad natural que le permite absorber de 3 a 8 por ciento de agua, por peso. Esta agua se dilata al congelarse y puede causar un deterioro de hielo/deshielo del hormigón no protegido. El uso de aditivos aireantes ha reducido de manera significante estos daños, los que, sin embargo, pueden seguir ocurriendo con el uso de materiales o técnicas de construcción inadecuados. Además, existen numerosas obras de hormigón del Bureau que fueron construidas mucho antes de empezar a usarse los aditivos con agregación de aire. Estas construcciones están sujetas a un deterioro rápido si están expuestas a condiciones cíclicas de hielo/deshielo cuando se encuentran críticamente saturadas.

Existen otras condiciones tales como la presencia de sulfatos solubles, ambientes corrosivos, varios tipos de agrietamiento y muchas malas prácticas de construcción que pueden resultar en daños acelerados de hormigón cuando se combinan con frecuentes mojadas y secamientos. Puesto que el primer uso del hormigon es como material de construcción, los científicos y los ingenieros han reconocido la necesidad de proteger el hormigón contra los problemas causados o empeorados por agua penetrando sus superficies. Tradicionalmente, se utilizaban los disolventes, aceites, pinturas y varios otros recubrimientos y aditivos para "impermeabilizar" el hormigón. En la mayoría de los casos, lo mejor que se puede decir acerca de estos tipos de impermeabilización es que no perjudicaban mucho.

Estamos presenciando en la actualidad grandes esfuerzos de parte de los fabricantes y distribuidores para promover materiales para uso en la impermeabilización de las superficies de hormigón. Muchos de estos materiales supuestamente deben penetrar la superficie de hormigón y reaccionar químicamente con algún componente del hormigón para formar un nuevo compuesto protector que puede

[1]Ingeniero civil, empleado por la Division de Hormigón y Estructuras del Bureau of Reclamation, code D-3731, PO Box 25007, Denver, Colorado 80225 USA; teléfono (303) 236-6103 (FTS 776-6103

permanecer en el hormigón por mucho tiempo. La aplicación de estos materiales al hormigón seco o mojado se dice ser muy fácil, sin casi ninguna preparación. Desafortunadamente, estas pretensiones contienen muy poca o ninguna información técnica que sirva para formar sólidos criterios de ingeniería en cuanto al uso de estos materiales. Muchas veces, lo que se pretende con un producto no cabe con las pretensiones de otro producto.

La industria de construcción de hormigón se ha enterado de estos nuevos impermeabilizantes y está realizando estudios para probar, evaluar y clasificar los nuevos compuestos. El Instituto Americano del Hormigon (ACI) ha recientemente propuesto una definición para estos materiales, la cual se da a continuación:

"Compuesto impermeabilizante para el hormigón - Un líquido que se aplica a una superficie de hormigón endurecido para prevenir o reducir la penetración de líquidos o materias gaseosas--tales como agua, soluciones agresivas y dióxido de carbono--durante exposicion en servicio; preferiblemente aplicado después del secado initial para facilitar su absorción en vacios y grietas."

Esta definición todavía no había sido oficialmente adoptada por la ACI en la fecha de redacción de este artículo, pero la utilizaremos en el resto de esta discusión sobre compuestos impermeabilizantes.

La División de Hormigón y Estructura, y los Servicios de Investigaciones y Laboratorio del Bureau han iniciado una serie de pruebas y estudios para evaluar los compuestos impermeabilizantes. Este programa mira a obtener suficientes conocimientos de los compuestos selladores para permitirnos especificar con seguridad los materiales a usar en los proyectos del Bureau. Estos estudios se vienen realizando en tres fases comprensivas.

La primera fase, que se ha venido realizando por más de un año, consiste principalmente en una serie de pruebas de laboratorio de muchos tipos genéricos de compuestos impermeabilizantes. Estamos probando actualmente un siloxano, un silano, un estearato metálico, varios acrílicos de alto peso molecular, varios epoxies y varios tipos de aceites incluyendo disolventes y aceite de linaza. Se han realizado pruebas sencillas para acertar la eficacia de los compuestos impermeabilizantes. Estas pruebas incluyen:

1. Absorción de agua
2. Conductividad eléctrica
3. Resistencia al hielo/deshielo
4. Transmisión de vapores de agua
5. Capacidad para sellar grietas
6. Exposiciones exteriores
7. Hidrofobicidad

Como resultado de estos estudios, hemos escogido dos de los compuestos impermeabilizante, un acrílico de alto peso molecular y un siloxano con alto contenido de sólidos, para aplicaciones en el campo. Se seguirán realizando estas pruebas.

La segunda fase del estudio, que empezará a principios del año fiscal de 1991, es la prueba comparativa de compuestos impermeabilizantes individuales dentro de clasificaciones genéricas. Los esfuerzos iniciales conciernen productos de los grupos de siloxanos, estearatos metálicos y acrílicas. En estas pruebas, trataremos de determinar cuales marcas de productos serían las más apropiadas para uso del Bureau.

La tercera fase del estudio, que comprende pruebas en el campo y evaluaciones, fue iniciada hace unos 2 años. Un compuesto impermeabilizante acrílico fue aplicado a las presas de Kortes, American Falls y Nambe Falls, y un siloxano con alto contenido de sólidos fue utilizado en importantes aplicaciones en la presa Grand Coulee y en una pequeña aplicación en la presa Nambe Falls. Ambos materiales han sido eficaces hasta el presente. Esta fase será ampliada conforme las pruebas de laboratorio revelen compuestos impermeabilizantes prometedores y haya disponibilidad de sitios. El Bureau solicita ayuda en localizar sitios apropiados para estas pruebas.

Los estudios de los compuestos impermeabilizantes de hormigón se están realizando bajo el Programa de Tecnología de Sistemas de Materiales de Hormigón para Construcción y Reacodicionamiento, NM-049. El investigador Principal para este programa es el autor del presente artículo. Preguntas, sugerencias o discusiones tocante a la necesidad o al uso de compuestos selladores en los proyectos del Bureau pueden ser referidas a él.

El siguiente artículo sobre compuestos impermeabilizantes para hormigón parece alcanzar conclusiones contradictorias tocante al valor de los selladores de siloxano (alcoxi) descritos en el artículo anterior (Compuestos Impermeabilizantes para el Hormigón utilizados por el Bureau of Reclamation). Según los estudios realizados por el Bureau, este material sería uno de los más eficaces compuestos impermeabilizantes mientras que los estudios del Corps of Engineers, relatados por Husbands y Causey, indican que los siloxanos de alcoxi no brindan un alto grado de protección para el hormigón. El Sr. Glen Smoak de la Division de Investigaciones del Bureau of Reclamation, se puso en contacto con el Sr. Husbands por teléfono para discutir sobre estas diferencias de eficacia y tratar de resolver la controversia. Durante la discusión, se compararon los métodos y los materiales utilizados en las pruebas realizadas por cada organización. Se determinó que los siloxanos de alcoxi probados por el Corps contenían menos sólidos activos que el material ensayado por el Bureau. El contenido promedio de sólidos del material en las pruebas del Corps era de 4 por ciento, por masa, mientras que el material probado por el Bureau contenía 20 por ciento de sólidos, por masa. Se cree que las diferencias en los resultados de nuestros respectivos ensayos de deben a esta diferencia en el contenido de sólidos activos y se recomienda a los que quieran utilizar selladores de siloxano de alcoxi especificar un contenido de sólidos alcanzando de 10 a 20 por ciento (por masa).

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DEL HORMIGON[1]

por Tony B. Husbands y Fred E. Causey[2]

La acción del hielo/deshielo, la penetración de sales, la intemperie, la agresión de productos químicos y la erosión causan el deterioro de las superficies de hormigón. El tratamiento de las superficies de hormigón con un material más resistente a estas fuerzas que el hormigón puede reducir y a veces eliminar totalmente el grado de deterioro. Sin embargo, existen pocas pautas para la selección y aplicación de estos tratamientos.

Uno de los grupos de trabajo en el programa de estudios sobre la reparación, evaluación, mantenimiento y reacondicionamiento (REMR) se dedicó a evaluar los tratamientos de superficies que minimizarían el deterioro del hormigón. Se dió énfasis a los materiales que pueden reducir o prevenir daños al hormigón resultando de los ciclos del hielo y deshielo, la mayor causa de las fallas del hormigón no aireado.

---

[1]Reproducción del Boletín REMR, una publicación de intercambio de información del U.S. Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi, número de octubre de 1989.

[2]Químico investigador y un ingeniero en estudios químicos, respectivamente. Engineering Sciences Branch of the Concrete Technology Division, Structures Laboratory, Waterways Experiment Station, 3909 Halls Ferry Road, Vicksburg, Misissippi 39180-6199 USA.

MATERIALES

Los materiales para el tratamiento de las superficies fueron separados según su viscosidad, número total de sólidos, uso recomendado por el fabricante y composición química. Luego se clasificaron los materiales como impermeabilizantes del hormigón, recubrimientos del hormigón, gunita y capas superficiales delgadas.

Prueba en sitio de un sellador penetrante para el hormigón. Esclusa y presa de Brandon Road, Distrito de Rock Island, Illinois.

El uso de selladores para el hormigón suele ser el tratamiento de superficies preferido para reducir o prevenir daños por el hielo y deshielo. Los impermeabilizantes protegen contra la humedad y reducen o previenen la intrusión de sales en el hormigón. Suelen tener baja viscosidad y bajo contenido de sólidos. Los tipos genéricos probados fueron acrílicas, epoxies, poliuretanos, silicatos, silanos, siliconas, siloxanos, estearatos, y los hidrocarburos producidos por distilados de petróleo o aceites, excluyendo el aceite de linaza.

Se protege el hormigón con capas de recubrimiento para reducir la penetración de agua; para prevenir la erosión, los ataques químicos y las alteraciones por la intemperie; y como resistencia contra el graffitto.

Esta protección puede consistir en sistemas de polímero delgado utilizados para sellar grietas en el hormigón por aplicaciones locales. Algunos pueden aplicarse bajo agua. El uso de capas impermeabilizantes presenta la dificultad de tratar de encontrar materiales adecuados para sellar las superficies agrietadas debido a que las grietas suben a través de la mayoría de los recubrimientos.

Las capas elastoméricas, selladores de grietas y polímeros de baja viscosidad para sellar grietas por aplicación local fueron evaluados. Las capas elastoméricas pueden llenar las grietas y ceder bajo cualquier movimiento de las mismas. Los fabricantes de estos tipos de recubrimiento recomiendan ahuecar las grietas y luego sellarlas antes de aplicar la capa o utilizar paños por debajo de la misma.

La gunita fue estudiada como recubrimiento para el hormigón deteriorado. Dos problemas pueden ocurrir cuando se utiliza una mezcla de gunita convencional: (1) falta de resistencia contra el hielo y deshielo y (2) agrietamiento del material. Por lo tanto, la gunita con dos diferentes aditivos de látex fue evaluada como una posible solución a estos problemas.

El estudio también incluyó morteros comerciales modificados con látex y los varios aditivos de látex utilizados. Estos materiales son generalmente empleados como capas delgadas sobre construcciones de hormigón existentes.

Las Pruebas

El tratamiento de una superficie debe prevenir la penetración de agua en el hormigón no aireado para protegerlo contra daños causados por el hielo/deshielo. Una prueba publicada de absorción de agua (ASTM C 642-82)[3] fue utilizada para seleccionar los materiales para uso en los tratamientos de superficies. Las pruebas utilizadas para evaluar los diferentes materiales incluyen la transmisión de vapores de agua (informe REMR, a ser publicado), resistencia contra la congelación y el deshielo (ASTM C 672-84)[3], fuerza de adhesión del hormigón (ASTM D 4541-84, ASTM C 882-87)[3], desgaste acelerado debido a la intemperie (ASTM G 53-84)[3], número total de sólidos (ASTM D 1259)[3], resistencia a la abrasión (prueba de abrasión bajo agua), viscosidad (ASTM D 1824)[3], y punto seco.

Resultados de las Pruebas

Impermeabilizantes.- Los resultados de las pruebas de absorción de agua (AA) y de transmisión de vapores de agua (TVA) para el gran número de selladores de hormigón ensayados son presentados por tipos genéricos en porcentajes según el control (cubos de hormigón no recubiertos). El promedio de AA para los controles era de 4,69 por ciento después de 2 días de empapada con agua; se notó en las primeras pruebas que estas muestras casi habían alcanzado el punto de saturación después de 8 horas. El TVA promedio para los controles era de 3,21 por ciento después de 4 días.

[3]American Society for Testing and Materials, Libro Anual de 1988 para Normas de la ASTM, Philadelphia, Pennsylvania, EE.UU.

Dos causas posibles de la poca eficacia en las pruebas de AA son el bajo contenido de sólidos del sellador y la tasa de aplicación. Con una sola excepción, los cinco selladores acrílicos poco eficaces tenían una contenido de sólidos de menos del 10 por ciento.

La mayoría de los selladores que no fueron satisfactorios en la prueba de la AA no fueron probados para la TVA. De los 10 selladores acrílicos probados, 7 marcaban valores de TVA de 50 por ciento o más. No se pudo encontrar un criterio para la TVA en el hormigón. Si se hubiera utilizado el criterio AA < 15 por ciento y TVA > 25 por ciento en la selección de los selladores, muy pocos de los 68 selladores probados hubieran sido idóneos.

Algunos de los selladores que dieron buenos resultados en la prueba de AA fueron seleccionados para el ensayo de desgaste por intemperie (TVA). Estos resultados aparecen en la Tabla 1. Los selladores acrilíticos fueron muy afectados por la TVA. Se esperaba mayor eficacia puesto que habían sido descritos como dotados de buena resistencia a la intemperie. La única explicación de la buena resistencia de los dos bloques tratados con aceite de linaza es que el aceite siguió polimerizándose con el calor y bajo la luz ultravioleta.

Tabla 1.- Resultados de Pruebas Aceleradas de Intemperie

	Absorción de agua, % antes de la prueba (No. del material)				Absorción de agua, % 1.600 horas de prueba (No. del material)			
Tipo genérico	1	2	3	4	1	2	3	4
Acrílico	0,55	0,61	0,72	0,87	2,56	3,12	4,00	3,94
Hidrocarburo	0,47	0,65	0,40		0,94	3,57	4,61	
Aceite de linaza*	4,50	1,57			0,54	0.88		
Poliuretano	0,34	0,53	0,22		0,87	1,44	0,87	
Silano	0,52	0,56	0,60	0,44	0,66	0,70	0,80	0,57
Silicono	0,44				0,47			
Siloxano	0,56	0,54	0,59		0,71	0,68	0,73	
Estereato	0,93	0,67			1,96	1,00		

*El Material 1 es una emulsión y el 2 es aceite de linaza en un distilado.

Los resultados de las pruebas sobre la resistencia del hormigón impermeabilizado a las sales descongeladoras figuran en la Tabla 2. Toda clasificación sobrepasando el "2" no se considera satisfactoria. Todas las resinas de epoxi fueron eficaces en prevenir exfoliación. Los silanos y siloxanos no sirvieron como se esperaba, pero es posible que la diferencia entre las mezclas de hormigón utilizadas para las dos pruebas haya sido un factor.

TABLA 2. - Resistencia a la Desintegración, Selladores de Hormigón

Tipo genérico	No. probado	Clasificación visual de la superficie (No. de los materiales para cada clasificación					
		0	1	2	3	4	5
Control	2					1	1
Acrílico	9	2	3	3		1	
Epoxi	4	4					
Hidrocarburo	3			1		1	1
Aceite de linaza	1			1			
Metacrilato de metil	1	1					
Poliuretano	5	3					2
Silano	5	1*			1	1	2
Siloxanos	6			1	3	1	1
Estereato	2				1		1

Clasificación de la desintegración: 0-ninguna , 1-leve, 2 leve a moderada, 3- moderada, 4 moderada a fuerte, 5-fuerte

*Superficie tratada con silano y recubierta con un sellador acrílco

Recubrimientos.- Las pruebas de AA y TVA utilizadas para evaluar los impermeabilizantes sirvieron también para evaluar los recubrimientos. La mayoría de estas capas fueron eficaces en prevenir la penetración de agua en el hormigón. Las excepciones incluían algunos de los acrílicos y cementosos y un poliuretano. La alta absorción de agua de estos materiales se debía en parte a que las capas más espesas de los mástiques cementosos y acrílicos sobre los bloques pequeños no eran uniformes, especiamente en los bordes. Unos agujeros muy pequeños fueron observados en algunos de los más espesos acrílicos a base de agua y en algunas de los recubrimientos de poliuretano.

Las capas de acrílica tenían los valores más elevados de WVT. La mayoría de las capas presentaban buena adhesión al hormigón. Las cubiertas suaves elastométricas, tales como los mástiques acrílicos y el silicono, mostraban el menor valor de fuerza de adhesión. Estas capas no serían satisfactorias donde haya circulación de vehículos.

Catorce capas fueron probadas para resistencia a la desintegración. Todas fueron eficaces con la excepción de un recubrimiento cementoso y otro acrílico. La capa cementosa empezó a desprenderse de la superficie después de 8 ciclos; la acrílica perdió adhesión a la superficie del hormigón.

Se realizaron cuatro pruebas sobre capas resistentes al graffitto, las cuales fueron eficaces, pudiéndose remover fácilmente el graffitto (pintura de esmalte). Las capas no fueron afectadas después de tres aplicaciones y eliminaciones de graffitto. Las capas con dos componentes fueron más eficaces que las de un solo componente.

Ocho monómeros de metacrilato de alto peso molecular (viscosidad de 9 a 33 cp) y una resina epoxi de baja viscosidad (40 cp) fueron aplicados y luego evaluados como selladores de grietas. Se obtuvieron altas fuerzas de adherencia de todos los materiales, pero el epoxi no penetró en las grietas delgadas como los monómeros. La estación de experimentos, Waterways Experiment Station (WES) trabajó con el U.S. Army Engineer District, Kansas City en la preparación de las especificaciones y pautas para sellar grietas en un puente con monómeros y prestó su concurso al personal de la fuerza aerea en sellar pavimientos que contenían numerosas grietas.

Gunita.- Se aplicó gunita modificada con látex al hormigón y a madera contraplacada para obtener tableros para realizar pruebas con prismas cortados de los tableros de acuerdo con la norma ASTM C 666-84. Las mezclas demostraron buena fuerza de adherencia al hormigón y durabilidad contra rápida congelación y descongelación. Se notó que diluciones de látex y agua variando de 1:2 a 1:4 eran más eficaces para las aplicaciones. Fue necesario emplear un desespumador con el látex acrílico. Se lograron buenas resistencias a la compresión y a la flexión;. La resistencia a la flexión aumentó al incrementar el látex y se pudo determinar por un examen petrográfico que el látex llegaba a incorporar algo de aire en las mezclas de gunita. Fibras de polipropileno fueron agregadas a algunas de las mezclas, reduciendo el agrietamiento.

Capas superpuestas.- Un número de morteros comerciales, modificados con látex y preembalados, fueron probados para verificar su fuerza de adherencia, durabilidad contra el hielo/deshielo del hormigón, y resistencias a la flexión y a la compresión. Además, estos morteros fueron probados como capas delagadas (13 mm) para tableros de hormigón de 1,2 m de largo. Tres de los materiales dieron buenos resultados en la pruebas. Se utilizó látex acrílico y estiroleno-butadieno para hacer dos mezclas de mortero que fueron evaluadas al sumergirlas en agua por 6 meses. La mezcla de estiroleno-butadieno dió los mejores resultados en las pruebas.

Conclusiones

Los datos de pruebas sobre materiales de recubrimiento superficial indican una gran diferencia en la eficacia de estos materiales para proteger el hormigón o en reducir el deterioro del hormigón. Sin embargo, los resultados de estas pruebas y de otras pruebas citadas

en la literatura permitieron el establecimiento del siguiente criterio que puede servir de pauta en la selección de selladores de hormigón, pero sin establecerse ningunas especificaciones.

Prueba	Requerimiento
Absorción de agua, porcentaje de control 7 días	≤ 15
Transmisión de vapores de agua, porcentaje de control 7 días	≥ 25
Deterioro acelerado por la intemperie, diferencias de porcentaje después de 1200 horas de curación	$\leq 0,50$
Resistencia al desprendimiento en escamas (ASTM C 672-84) 50 ciclos 4 porciento de solucion $CaCl_2$	Debe tener una clasificación visual de 1 o menos

De todos los selladores probados, sólo un hidrocarburo, dos siloxanos y dos silanos cumplían con los requisitos del criterio establecido.

Se necesitan más pruebas para los impermeabilizantes utilizados en aplicaciones específicas; por ejemplo, un sellador a ser utilizado en una superficie sujeta a abrasión deberá ser probado para verificar su resistencia a la abrasión. Sin embargo, un sellador que no estará sujeto a la acción del hielo/deshielo, no necesitará pruebas de su resistencia a esta acción.

Los resultados del estudio indican lo siguiente:

- Los siloxanos fueron eficaces como selladores de hormigón de tipo genérico, excepto en su resistencia a los ciclos de hielo/deshielo.

- Las capas de mástique acrílico para el tratamiento de hormigón agrietado dieron buenos resultados en el laboratorio, pero no se dispone de resultados de aplicaciones en el campo.

- Las capas de resina poliester probadas pueden usarse eficazmente como protección contra la abrasión si se aplican al hormigón seco.

- Sólo los poliuretanos recomendados por los fabricantes para impermeabilizar las superficies de hormigón sujetas a tráfico vehicular dieron buenos resultados en las pruebas de laboratorio.

- Los monómeros pueden usarse para sellar grietas por aplicación local.

- De las capas cementosas probadas, dos fueron eficaces para impermeabilizar el hormigón, tanto del lado positivo como negativo y posiblemente puedan reducir el deterioro del hormigón resultando del hielo y deshielo. Otras productos ensayados no dieron los resultados deseados.

- La adición de aditivos de látex mejoran la durabilidad de la gunita contra el hielo/deshielo.

- Las fibras de polipropileno parecen reducir el agrietamiento causado por el secamiento y encogimiento en la gunita modificada con látex.

Las pruebas sobre la resistencia al hielo/deshielo de los siloxanos y otros tipos de selladores van continuando en base de distintos grados de aplicación y mezclas de hormigón.

Para mayor información sobre este tema, sírvase comunicarse con Tony Husbands en el número de teléfono (601) 634-3275 o con Fred Causey en el (601) 634-3590 en los Estados Unidos.

INYECCIONES DE POLIURETANO IMPIDEN LAS FILTRACIONES EN UN TUNEL DE ALIMENTACION DE AGUA[1]

por W. Glenn Smoak[2]

Una válvula a la entrada de la conducción de Pacheco en California permitió a los trabajadores drenar la conducción sin tener que vaciar el túnel de 8,5 km que la alimenta. Sin embargo, durante pruebas realizadas después del acabamiento de la construcción en 1986, los ingenieros del Bureau of Reclamation encontraron una fuga de 473 l/min en la junta de dilatación de la obra de hormigón de la válvula. La fuga que aparece en la figura 1 progresó hasta alcanzar la junta conforme se iba llenando la tubería.

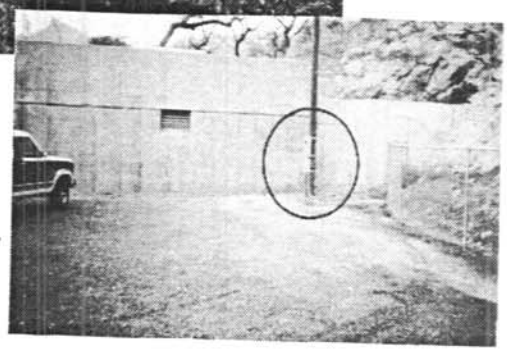


Figura 1.- Antes de la reparación, agua escurre a través de una junta de dilatación en un túnel hidrodinámico en California. El sitio de la fuga aparece en la foto a la derecha.

Los ingenieros pararon las pruebas y drenaron parcialmente el túnel para poder examinar la junta desde el interior. Aunque un dispositivo de impermeabilización había sido instalado en la junta (figura 2), una consolidación inadecuada del hormigón permitía al agua pasar alrededor del dispositivo. Sondeos e inspecciones visuales también revelaron dos intersticios grandes, uno en la solera de la junta y el otro en la parte de arriba.

---

[1]Reproducido por permiso del Redactor, Concrete Construction, 426 South Westgate, Addision, Illinois 60101 USA, número de diciembre de 1988.

[2]Ingeniero civil empleado por el Bureau of Reclamation, Concrete and Structural Branch, code D-3731, PO Box 25007, Denver, Colorado 80225 USA.

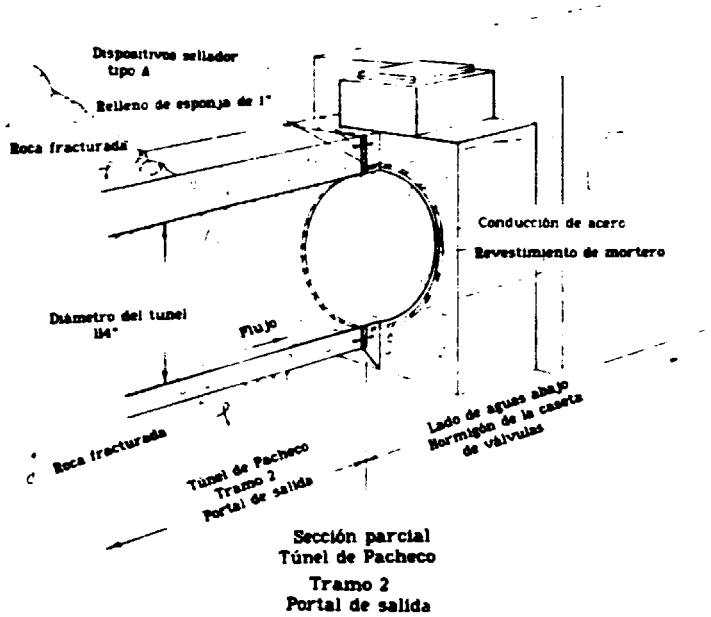


Figura 2.- La junta de dilatación entre el túnel de Pacheco y una conducción de acero incluye un relleno de esponja de 2,54 cm y un dispositivo de impermeabilización alrededor de la circunferencia de la junta.

La remoción y el reemplazo de la estructura de hormigón de la válvula hubiera sido demasiado costoso. La reparación por medio de inyecciones de epoxi no hubiera servido porque el epoxi líquido penetraría en el relleno de esponja de caucho en la junta de dilatación, pegando las caras juntas, con el resultado de que la sección reparada no hubiera podido acomodar los movimientos de cambios temporales entre el portal del tunel y la caseta de la válvula. Necesitabamos encontrar una manera de tapar la fuga y al mismo tiempo permitir movimiento en la junta.

Resina inyectada se vuelve espuma

En varios otras instalaciones, el Bureau había logrado reparar fugas más pequeñas usando resina de poliuretano hidrofílica, inyectada como un epoxi. La resina de uretano reacciona con el agua para formar una espuma expansiva que, después de la curación, se convierte en un caucho celular duro y flexible.

Suelta, esta espuma tiene un muy baja densidad y un volumen de 10 a 12 veces mayor que la resina original. Al contenerse la expansión, se produce un material de más alta densidad muy apropiado para tapar fugas en las obras de hormigón. El Bureau preparó especificaciones y firmó un contrato con la empresa TeraLite, Inc. de San Jose, California para realizar el trabajo con una resina de poliuretano hidrofílica disponible en el mercado.

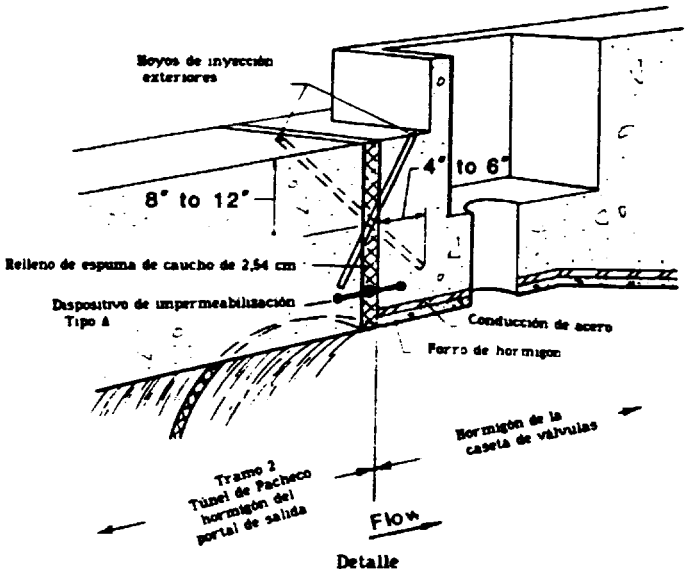


Figura 3.- Hoyos de inyección perforados en un ángulo desde el exterior, interceptan la junta a una profundidad de 20 a 30 cm. En la solera, sólo se perforaron hoyos al interior.

Resina inyectada al exterior e interior del túnel

El contratista empezó las reparaciones barrenando una serie de hoyos de inyección en centros de 30 cm alrededor del exterior de la junta. Se perforaron los hoyos en el hormigón del portal del tunel y de la caseta de válvulas en ángulos para interceptar la junta a una profundidad de 20 a 30 cm (figura 3). Debido a que la obra de hormigón reposaba sobre roca, no se barrenaron hoyos exteriores para inyecciones en el fondo.

Se instalaron inyectores de plástico en los hoyos que luego fueron lavaros con chorros de agua. Esto mostraba cuales hoyos aceptarían la resina e indicaba la tasa relativa de flujo. Asimismo, el lavado aseguraba que la junta contenía suficiente agua para reaccionar con la resina inyectada.

Se inyectó la resina por medio de una bomba sin aire de desplazamiento positivo (figura 4). Durante la inyección, se controlaron las fugas de resina al exterior e interior de la junta. Cuando salía demasiada resina (figura 5), se interrumpía la inyección y se forzaban tiras de yute empapadas de resina en la junta para contener la espuma. Después de inyectar todos los hoyos exteriores, se dejó curar la resina por una noche.

Los hoyos interiores fueron también barrenados e inyectados de la misma manera que los exteriores (figura 6). Se barrenaron los hoyos

interiores a partir del lado del portal del tunel, en la solera y alrededor de la circunferencia del tunel. No se perforaron hoyos a través o adentro de la tubería de acero revestida de mortero. Unos 95 litros de resina de uretano fueron inyectados en el interior de la junta de dilatación.

El día después de la inyección de la junta interior, se llenó el tunel con agua para verificar la eficacia de las reparaciones. Agua salió a razón de menos de 2 l/min. Se barrenaron e inyectaron otros 11 hoyos con 15 litros más de resina para tapar estas pequeñas fugas. Después de remover el exceso de espuma del hormigón, se taparon los hoyos de inyección con mortero de epoxi. Desde las reparaciones realizadas hace 2 años, no se ha notado ninguna fuga.

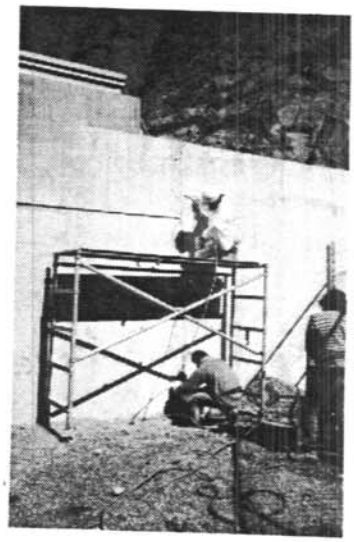


Figura 4.- Se inyecta resina de uretano en la junta con una bomba sin aire de desplazamiento positivo.

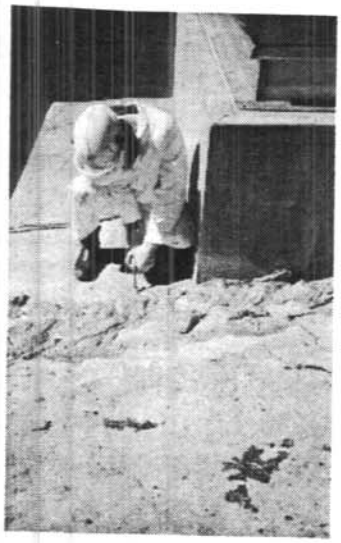


Figura 5.- Los derrames excesivos de resina desgastan material. En estas ocurrencias, se paraban las inyecciones y se forzaban tiras de yute empapadas de resina en la junta para contener la espuma.

Figura 6.- También se barrenaron hoyos en el interior del túnel, inyectándodoles resina Se ve aquí, exudando de la junta, la resina inyectada desde el exterior del portal del tunel.

ENFOQUE EN LA PRESA Y EMBALSE DE STONY GORGE

Proyecto Orland, California

El rápido desarrollo del Valle Central en California empezó en 1849 después del descubrimiento del oro. La cría de ganado figuró como la principal actividad durante la siguiente década al mismo tiempo que se venían estableciendo varias formas de agricultura.

Ya desde 1909, se habían realizado reconocimientos preliminares en el sitio donde se construyó posteriormente la presa de Stony Gorge. Estudios suplementarios, llevados a cabo en 1918, confirmaron la posibilidad de un abastecimiento adicional de agua para el proyecto en ese sitio. La votación de los usuarios de agua, después de una temporada de sequía en 1924 en que sufrieron muchas pérdidas agrícolas, resultó en una aprobación unánime de la presa. La construcción de la presa comenzó en 1926 y quedó terminada en octubre de 1928.

La presa de Stony Gorge se sitúa sobre el río Stony Creek a unos 48 km al sudoeste de Orland, California. Es una presa del tipo Ambursen con una longitud y anchura de la coronación de 265 m y 3 m, respectivamente, y una altura estructural de 42 m. Consiste de 46 vanos soportados por contrafuertes y pantallas en voladizo, los contrafuertes espaciados sobre centros de 5 m. En cada estribo, la presa acaba en una sección de gravedad corta y masiva. Las losas del paramento varían de 38 cm de espesor en la parte superior de la presa a 127 cm a una profundidad de 37 m.

Este tipo de presa con contrafuertes de losas planas fue desarrollado y patentado por Nils F. Ambursen, un ingeniero mecánico. Se había seleccionado este tipo de presa debido principalmente a que las losas discontinuas, actuando como pilares entre los contrafuertes adyacentes, se consideraban ser mejor adaptadas para acomodar posibles movimientos ligeros de los cimientos. Una falla estrecha y relativamente pequeña atraviesa el sitio de la presa a lo largo de la margen norte del río.

El embalse, con una capacidad de almacenamiento de 61.674.000 m^3, regula los flujos a lo largo de los tramos inferiores de Stony Creek, y conserva las aguas excedentes para el riego. Las descargas del embalse circulan por 35 km siguiendo el curso del río Stony Creek hasta los puntos de derivación del proyecto.

Una modificación, realizada según el programa de Seguridad de Presas y completada en 1985, consistió en la construcción de un resguardo de losas de hormigón en el estribo derecho, la eliminación del muro del parapeto en la coronación de la presa, la construcción de

un nuevo estribo en el lado izquierdo de la coronación, y la modificación de la cámara de puertas del vertedero.

El conjunto de instrumentos en la presa consiste en puntos de observación y de niveles de los contrafuertes para determinar las deflexiones horizontales, y la medida del nivel del agua en seis hoyos perforados en los cimientos.

El vertedero está situado a la izquierda de los dos vanos centrales y a la izquierda de la línea de la falla. Ocupa seis vanos de la presa y está dividido en tres aperturas iguales. Las descargas son controladas por tres compuertas estructurales de 9 m x 9 m del tipo oruga de acero. Estas compuertas se bajan en la pendiente de 45º del paramento aguas arriba de la presa para abrirse. Existe una gola o losa curva en el lado aguas abajo del vertedero terminando en un encachado de hormigón que se extiende hasta 15 m por debajo de la presa. Una caseta de compuertas encima de la compuertas del vertedero contiene la maquinaria de alzamiento y una grúa viajera.

Las obras de salida están situadas entre los estribos 35 y 37, ocupando los dos vanos que se encuentran a la derecha de los vanos del centro de la presa y a la derecha o lado norte de la falla. Dos compuertas de guarda de alta presión de 1,06 m x 1,06 m se encuentran encajadas cerca de los extremos aguas arriba de los tubos de salida. La caseta entre los estribos en la parte inferior de la losa contiene las compuertas de alta presión y equipos de mando. La descarga a partir de las obras de salida está controlada por dos válvulas de cono fijo de 107 cm de diámetro, una en cada uno de los tubos de acero remachados de salida de 127 cm. Una caseta situada entre los estribos en el pie aguas abajo de la presa abriga estas válvulas (que reemplazaron las válvulas de aguja en 1985) y el equipo de mando.

Por medio de modificaciones a los tubos de salida de acero se convirtieron éstos en conducciones forzadas para alimentar una central de producción eléctrica inaugurada en abril de 1986. La central, propiedad de la ciudad de Santa Clara y explotada por la misma, comprende dos turbinas Francis con 34 m de capacidad nominal y dos generadores de 2,5 megawatts. La ciudad de Santa Clara y la empresa Resource Management International, Inc. comparten la responsabilidad del mantenimiento de los tubos de salida y de las válvulas de cono fijo. Con la adición de la central, las antiguas válvulas de aguja balanceadas fueron reemplazadas con válvulas de cono fijo, cuyo funcionamiento puede efectuarse manualmente desde la caseta de válvulas o automáticamente en conjunto con las descargas de la central para satisfacer los requerimientos aguas abajo. Gracias al control automático, de

suceder un paro en la conducción forzada, creado por el cierre de las válvulas mariposa de contrabalance en la central, se abren las válvulas de cono fijo para mantener las debidas descargas de agua.

Los principales cultivos en la región son los pastos regados, trigo, heno de alfalfa, sorgo, aceitunas, nueces y los cítricos. La producción lechera es también importante debido al clima templado, un mercado favorable y buen pasto para los animales. Se hace uso extensivo de los campos en las colinas y montañas al oeste del proyecto para apacentar borregos y ganado.

El embalse de Stony Gorge también dispone áreas para campamento, días de campo, natación, lanchas y la pesca de variedades de peces pectognatos y róbalo La administración de las facilidades de recreo cae bajo la jurisdicción del Bureau of Reclamation.

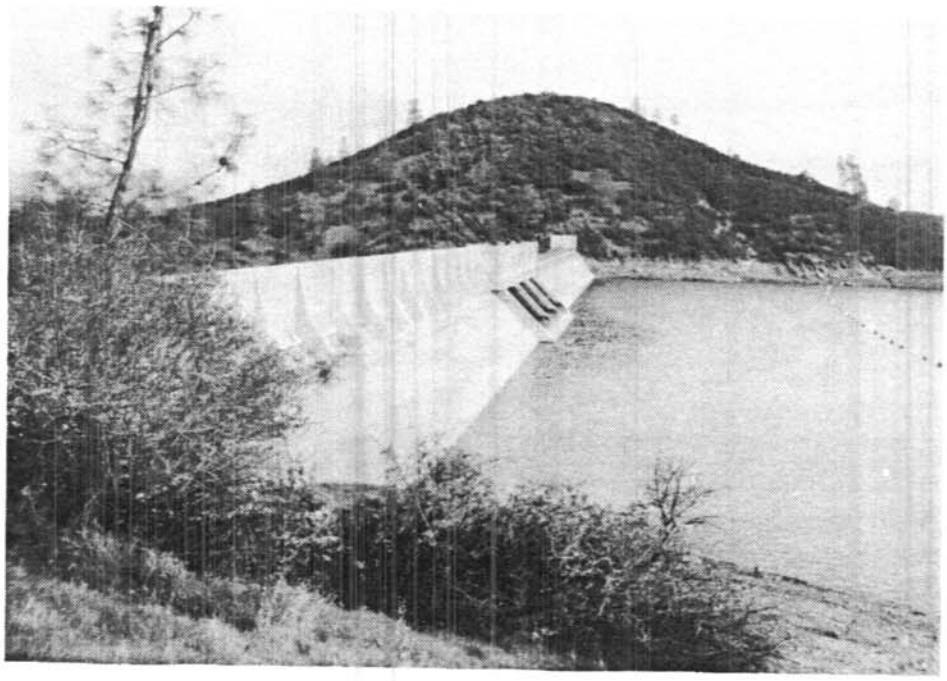


Figura 1.- Vista tomada aguas arriba de la presa de Stony Gorge desde el estribo izquierdo mostrando el muro de contrafuerte a la izquierda de la caseta de compuertas del vertedero. Foto por Joan Goodwin. 26/10/89

Figura 2.- Vista tomada aguas abajo de la presa de Stony Gorge mostrando la protección contra la submersión en la base de la presa. Foto por Joan Goodwin. 26/10/89

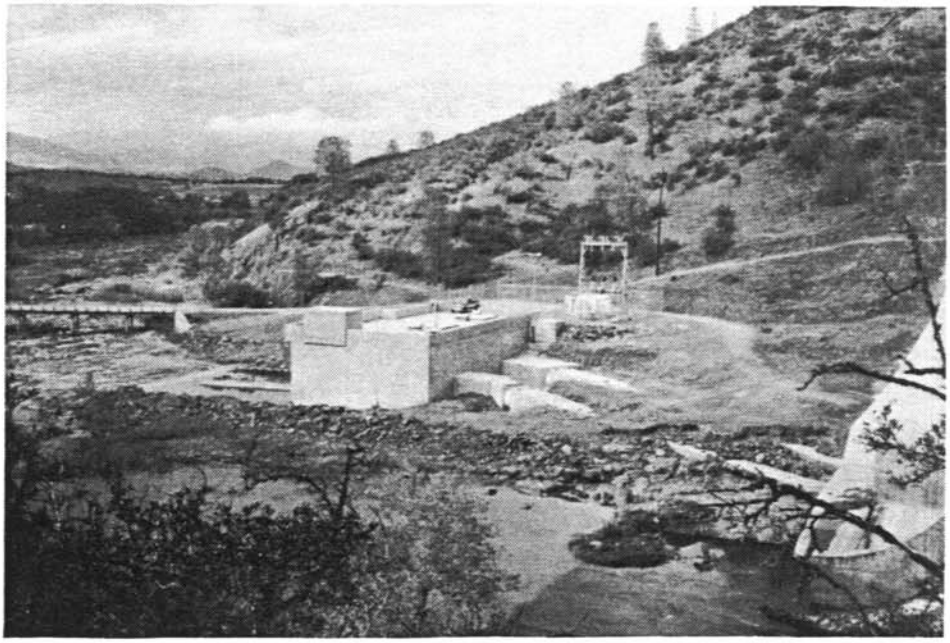


Figura 3.- La central de Santa Clara, inmediatamente aguas abajo de la presa de Stony Gorge. Foto por Bill Bouley. 26/10/89

Figura 4.- Descarga de la válvula de cono fijo, fluyendo desde la cámara de disipación de energía. Foto por Bill Bouley. 26/10/89

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 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 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!