



Vigilando la Calidad del Agua de los Grandes Ríos de la Nación El Programa NASQAN del Río Grande (Río Bravo del Norte)

La Oficina del Estudio Geológico de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey, o USGS) ha monitoreado la calidad del agua de la cuenca del Río Grande (Río Bravo del Norte) desde 1995 como parte de la rediseñada Red Nacional para Contabilizar la Calidad del Agua de los Ríos (National Stream Quality Accounting Network, o NASQAN) (Hooper and others, 1997). El programa NASQAN fue diseñado para caracterizar las concentraciones y el transporte de sedimento y constituyentes químicos seleccionados, encontrados en los grandes ríos de los Estados Unidos - incluyendo el Misisipi, el Colorado y el Columbia, además del Río Grande. En estas cuatro cuencas, el USGS opera actualmente (1998) una red de 40 puntos de muestreo pertenecientes a NASQAN, con un énfasis en cuantificar el flujo en masa (la cantidad de material que pasa por la estación, expresado en toneladas por día) para cada constituyente. Aplicando un enfoque consistente, basado en la cuantificación de flujos en la cuenca del Río Grande, el programa NASQAN está generando la información necesaria para identificar fuentes regionales de diversos contaminantes, incluyendo sustancias químicas agrícolas y trazas elementos en la cuenca. El efecto de las grandes reservas en el Río Grande se puede observar según los flujos de constituyentes discurren a lo largo del río. El análisis de los flujos de constituyentes a escala de la cuenca proveerá los medios para evaluar la influencia de la actividad humana sobre las condiciones de calidad del agua del Río Grande.

Ubicación Ambiental

El Río Grande (Río Bravo del Norte) se origina en las Montañas San Juan en el sur de Colorado y sigue un curso de 3,030 kilómetros antes de desembocar en el Golfo de México (vea mapas en la próxima página). A lo largo de su curso, el río y sus tributarios drenan un área de terreno de 471,900 kilómetros cuadrados. Este drenaje abarca un paisaje muy variado de los Estados Unidos y México, que incluye montañas, bosques, y desiertos. La cuenca es el hogar de diversas plantas nativas y de vida silvestre, así como de unos 10 millones de personas, 8 millones en México solamente. Aproximadamente dos tercios del curso del río sirve de frontera entre los Estados Unidos y México.

En esta región, su mayoría árida y semi-árida, tanto la ausencia de flujo como la presencia de flujo en el río determina el carácter de la cuenca. Muchos de los tributarios del río son riachuelos intermitentes. Una gran parte del flujo está controlado por numerosos embalses en la cuenca. A través de la cuenca, un extenso sistema compuesto de estructuras hidráulicas captura y controla el flujo del agua en las subcuencas para satisfacer necesidades regionales de control de inundaciones, generación de electricidad y

almacenaje para propósitos domésticos, agrícolas e industriales. Las extracciones para riego tomadas en el valle inferior del Río Grande (que comprende los condados de Cameron, Hidalgo, Starr y Willacy) representaron el 44 por ciento de las extracciones de agua superficial para riego en Texas durante 1994 (Texas Water Development Board, 1996).

Selección de Puntos de Muestreo

En La Cuenca del Río Grande se seleccionaron ocho estaciones de muestreo de NASQAN para monitorear los flujos de las subcuencas (figura 1, tabla 1). Las estaciones se ubicaron específicamente para medir la entrada y la salida de material de los dos embalses principales (*Amistad International* y *Falcon International*), que afectan significativamente el flujo de constituyentes químicos y sedimento en el Río Grande. El uso de la tierra de las subcuencas es predominantemente para la ganadería; el resto lo constituyen áreas forestales, agrícolas y urbanas (*Texas Natural Resource Conservation Commission*, 1994; figura 1). En las descripciones de cada estación que aparece a continuación, el número entre paréntesis corresponde al número de la estación en la figura 1 y en la tabla 1.

Río Grande en El Paso (1) refleja el drenaje de todo el canal principal del Río Grande en Colorado y Nuevo México. La estación en El Paso queda a 200 kilómetros (medidas a lo largo del río) río abajo del Embalse *Elephant Butte* en Nuevo México y a 2.7 kilómetros río arriba de la Presa *American* en El Paso. El flujo del Río Grande en El Paso está controlado mayormente por las descargas del Embalse *Elephant Butte*. En la Represa *American*, un gran parte del flujo del Río Grande se desvía hacia el *American Canal* en Texas y hacia el Canal *Acequia Madre* en México, para riego y usos municipales. En río abajo de El Paso / Ciudad Juárez, el Río Grande tiene poco o ningún caudal hasta que las aguas del Río Conchos, que se origina en la Sierra Madre Occidental en México, se encuentran con el, cerca de Presidio / Ojinaga.

Río Grande en Foster Ranch cerca de Langtry (2) queda aproximadamente a 1000 kilómetros río abajo de El Paso y a 500 kilómetros río abajo de la confluencia del Río Grande y el Río Conchos. Debido a que mucha del agua que llega a El Paso se desvía, el caudal en *Foster Ranch* proviene mayormente del Río Conchos. Tanto esta estación, como la del Río Pecos, proporciona datos para describir el flujo de

Tabla 1. Descripción de las estaciones de muestreo de NASQAN en la cuenca del Río Grande (Río Bravo del Norte).

[--, no aplica]

Estación núm. (fig. 1)	Nombre	Área de drenaje (kilómetros cuadrados)	Aumento incremental en el área de drenaje (kilómetros cuadrados)	Caudal promedio (metros cúbicos por segundo)	Aumento incremental/disminución de caudal (metros cúbicos por segundo)
1	Río Grande en <i>El Paso</i> , Tex.	75,800	0	18.1	18.1
2	Río Grande en <i>Foster Ranch</i> cerca de <i>Langtry</i> , Tex.	209,100	133,300	55.1	37.0
3	Río Pecos cerca de <i>Langtry</i> , Tex.	91,900	0	7.4	7.4
4	Río Grande abajo de la Presa <i>Amistad</i> cerca de <i>Del Rio</i> , Tex.	318,900	109,800	71.1	8.6
5	Río Grande abajo de <i>Laredo</i> , Tex.	343,400	24,400	97.2	26.1
6	Río Grande abajo de la Presa <i>Falcon</i> , Tex.	412,500	69,100	91.3	-5.9
7	Arroyo Colorado en <i>Harlingen</i> , Tex.	471	--	7.0	--
8	Río Grande cerca de <i>Brownsville</i> , Tex.	456,700	44,200	63.1	-28.3

constituyentes y de sedimento que entran al Embalse *Amistad Internacional*.

Río Pecos cerca de *Langtry* (3) queda en el Río Pecos aproximadamente a 24 kilómetros río arriba de su confluencia con el Río Grande. El Río Pecos es el tributario principal del Río Grande en los Estados Unidos. El Río Pecos se origina en las montañas del norte de Nuevo México, fluye hacia el sur atravesando el este de Nuevo México, y desemboca en el Embalse de *Red Bluff* en la frontera entre Texas y Nuevo México. El flujo del Río Pecos en *Langtry* se ha estado regulando por este embalse desde 1937. El Río Pecos se une al Río Grande en el extremo río arriba del Embalse *Amistad Internacional*.

Río Grande ríos abajo de la Presa *Amistad* cerca de *Del Rio* (4). El tiempo promedio de residencia del agua en el Embalse *Amistad Internacional* es como 1.6 años, tiempo para que numerosos procesos químicos, físicos y biológicos

alteren la calidad del afluente del agua que entra. Estos procesos incluyen la deposición de sedimento, la concentración evaporativa de solutos y la remoción biológica de nutrientes. Esta estación provee datos sobre el efluente que sale del embalse, los cuales

pueden compararse con datos sobre el afluente para evaluar el efecto de retención y transformación de material dentro del embalse.

Río Grande ríos abajo de *Laredo* (5). Alrededor de 37 por ciento del agua

EXPLICACIÓN

SUBCUENCA—(identificada según la ubicación del extremo ríos abajo de la subcuenca, con la excepción de las cuencas cerradas)

- Río Grande en *El Paso*
- Río Grande en *Foster Ranch*
- Río Pecos cerca de *Langtry*
- Río Grande ríos abajo de la Presa *Amistad*
- Río Grande abajo de *Laredo*
- Río Grande ríos abajo de la Presa *Falcon*
- Río Grande cerca de *Brownsville*
- Cuenca cerrada

3 Estación de NASQAN (el número corresponde al utilizado en la tabla 1, arriba)

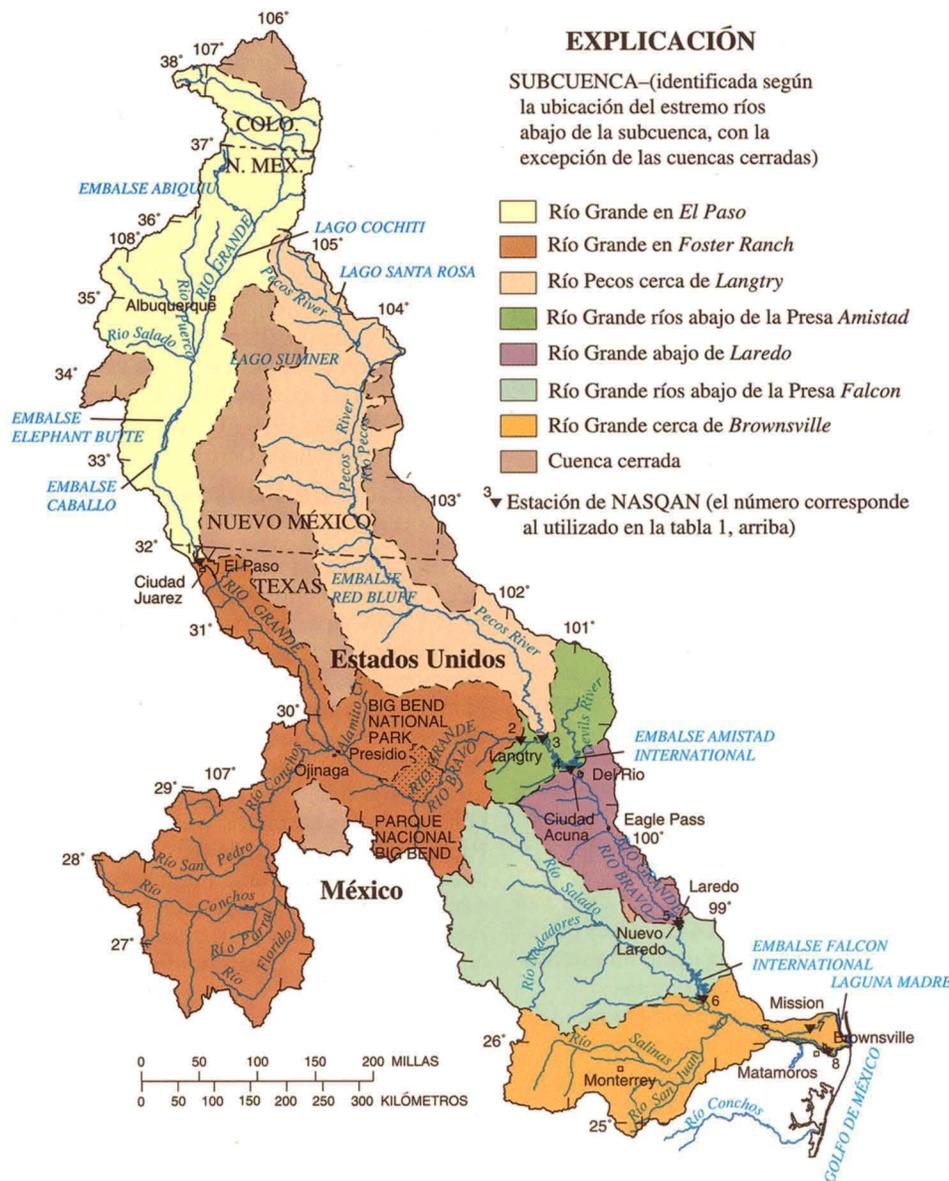


Figura 1. (arriba) Cuenca del Río Grande (Río Bravo del Norte), y (derecha) subcuencas y estaciones de muestreo NASQAN.

que descarga la cuenca del Río Grande entra al río entre el Embalse *Amistad International* y Laredo. Este tramo del río también tiene grandes centros poblacionales e industrias que podrían afectar la calidad del agua. Esta estación provee datos para contabilizar la entrada de constituyentes químicos y sedimento provenientes de esta subcuenca principal hacia el Río Grande, y para describir la calidad del afluente al Embalse *Falcon International*.

Río Grande río abajo de la Represa *Falcon* (6) queda a 4 kilómetros río abajo de la Presa *Falcon*. El Río Salado en México, que se une al Río Grande en el extremo ríos arriba del Embalse *Falcon International*, es el tributario principal de este tramo del río. Esta estación provee datos sobre la retención y la transformación de materiales que entran al Embalse *Falcon International*.

Arroyo Colorado en *Harlingen* (7) y **Río Grande cerca de *Brownsville*** (8) reflejan el total del flujo de agua que sale del Río Grande hacia la Laguna Madre y el Golfo de México. Estas estaciones reflejan la escorrentía proveniente del área agrícola principal en la cuenca del Río Grande. En la Represa Anzalduas cerca de *Mission*, Texas, gran parte del flujo en el Río Grande se desvía hacia el Canal Anzalduas para fines de riego. En el lado de los Estados Unidos de la cuenca, río abajo de la Presa Anzalduas, casi toda el agua extraída del Arroyo Colorado o del Río Grande para riego y usos municipales regresa al Arroyo Colorado. El Arroyo Colorado desemboca en la Laguna Madre, la cual se convierte de forma eficaz en un estuario para el Río Grande durante las temporadas de riego en primavera y verano.

Estrategia de Muestreo

Entre los constituyentes medidos como parte del programa NASQAN, se encuentran principales nutrientes y carbono, trazas elementos suspendidos y

disueltos, tales como cobre, plomo y cinc, muchos de los plaguicidas comunes solubles en agua como atrazina y metaloclor, y sedimento suspendido. La frecuencia del muestreo varía entre 6 y 10 veces al año, dependiendo de las características locales. En el área más cercana a la cuenca alta del Río Grande, el flujo alcanza el nivel máximo, generalmente, a principios del verano. En las regiones media y baja de la cuenca, el caudal se controla primordialmente por las descargas de agua de los Embalses *Amistad International* y *Falcon International*. Debido a que el propósito de estas descargas de agua es mayormente satisfacer necesidades de riego, el flujo en las cuencas media y baja tiende a estar distribuido de forma más proporcionada que en la cuenca alta, y los niveles máximos ocurren normalmente al final del verano y a comienzos del otoño. La estrategia de muestreo consiste en evaluar condiciones de calidad de agua a todos los niveles de flujo, en especial los altos. La estrategia se irá ajustando según progresa el programa en un proceso iterativo, a medida que se aprenda más sobre patrones de concentración y flujo a través de la cuenca.

Asuntos Relacionados con Calidad de Agua

Hasta ahora, pocos estudios habían examinado en detalle la calidad del agua en toda la cuenca del Río Grande. En general, la calidad del agua es buena en las partes altas de la cuenca, pero disminuye según el agua fluye río abajo. Por lo general, la disminución de la calidad del agua río abajo se asocia con cantidades altas de reflujo del riego agrícola, la falta de tratamiento efectivo de aguas usadas, y la agricultura extensa, durante todo el año en la cuenca baja.

Durante mucho tiempo, la salinidad se ha reconocido como un problema mayor de calidad de agua en la cuenca del Río Grande. En algunos lugares, el agua no es adecuada para beber ni para riego. Una medida común

de salinidad es la concentración de sólidos disueltos, que es alta (por lo general, mayor de 1,000 miligramos por litro) río abajo de *El Paso*. Estas concentraciones altas pueden atribuirse a manantiales naturales de agua salada, reflujos de riego y a la evaporación durante los meses de verano.

Debido a la intensidad de la actividad minera en Nuevo México y en la cuenca del Río Conchos en México, también podría haber metales en el Río Grande. El rápido desarrollo de maquiladoras (plantas de ensamblaje en México) podría contribuir también a trazas elementos encontradas en la parte baja de la cuenca del Río Grande (Texas Natural Resource Conservation Commission, 1994). Datos históricos sobre los sedimentos de fondo en el Río Grande indican aumento de tendencias temporales en mas trazas elementos en los tramos del río cerca de *El Paso* y *Laredo*, que en otros tramos del río, lo cual podría ser relacionado con actividades humanas dentro de las subcuencas ríos arriba de *El Paso* y *Laredo* (Lee and Wilson, 1997).

Numerosos pesticidas podrían encontrarse en las aguas de la cuenca baja del Río Grande. La presencia de pesticidas sería una consecuencia lógica de la gran variedad de cosechas cultivos en la cuenca durante todo el año y el hecho de que el agua para riego comúnmente regresa a los ríos.

Preguntas que los Datos de NASQAN Pudieran Contestar

Preguntas específicas referentes a la cuenca del Río Grande que NASQAN pudiera contestar incluyen:

- ¿Cuáles son las fuentes de la alta salinidad en la cuenca del Río Grande? ¿Están ayudando a disminuir las concentraciones de sólidos disueltos en el Río Pecos los programas de control de salinidad desarrollados por la Comisión para la



Riego en el valle inferior del Río Grande (TNRCC photo).



Embalse *Elephant Butte* en el Río Grande, Nuevo México, USA.

Conservación de Recursos Naturales de Texas (*Texas Natural Resource Conservation Commission*, o TNRCC) y la Comisión del Río Pecos (Texas Natural Resource Conservation Commission, 1994)?

- ¿Qué pesticidas están presentes en las aguas de la cuenca del Río Grande? ¿Cuáles son las principales áreas de fuentes de plaguicidas? ¿Sobrepasan o se acercan las concentraciones observadas a los niveles de alerta para la salud, o a los niveles máximos de contaminantes establecidos por la Agencia Federal de Protección Ambiental?
- ¿Qué relación puede observarse entre las actividades mineras e industriales en la cuenca del Río Grande y las concentraciones de trazas de elementos dentro del sistema del río?

Relación con Otros Programas de Calidad de Agua del USGS

El Programa NASQAN y el Programa Nacional de Evaluación de Calidad de Agua del USGS (*National Water-Quality Assessment*, o NAWQA), que comprende estudios intensivos de calidad de agua en áreas más pequeñas conocidas como unidades de estudio, son complementarios (Hooper and others, 1997). En ambos programas se recogen datos comparables. Una cualidad central del programa NAWQA es el examen del efecto del uso de terreno en la calidad del agua. Recientemente, el USGS completó una fase de muestreo de alta intensidad, para el programa NAWQA, en la parte alta de la cuenca del Río Grande (río arriba de El Paso) (Levings and others, 1998). El programa NAWQA, de la parte alta de la cuenca del Río Grande, con su estudio de relación, causa y efecto, entre el uso de terreno y la calidad del agua dentro una parte de mas grande escenario de NASQAN regional, ejemplifica la naturaleza complementaria de los programas NASQAN y NAWQA. Resultados de los estudios realizados por NAWQA pudieran usarse para desarrollar modelos regionales orientados hacia la influencia del uso de terreno en la calidad del agua en las cuencas de NASQAN.

El USGS está trabajando en cooperación con el Programa de Ríos Limpios del TNRCC para estudiar la presencia y la distribución de compuestos orgánicos hidrofóbicos disueltos, tales como pesticidas organoclorinados y bifenilos policlorinados (PCBs) en la cuenca del Río Grande (J.B. Moring, U.S. Geological Survey, written commun., 1998). Un nuevo método, el aparato de membrana semipermeable (SPMD), se está utilizando para evaluar la presencia de compuestos orgánicos seleccionados en ríos. Los SPMDs simulan la exposición a,

y la toma pasiva de compuestos orgánicos de alta solubilidad en lípidos, por membranas biológicas, y concentran dichos compuestos a concentraciones mayores que las del ambiente en agua. Las pequeñas concentraciones de los compuestos en los ríos pudieran no ser detectadas por los métodos tradicionales de muestreo.

El USGS ha incluido a la cuenca del Río Grande como una de las áreas de estudio del programa de Biomonitorio de Tendencias y Condiciones Ambientales (o BEST), (Tim Bartish, U.S. Geological Survey, written commun., 1997). Durante el otoño de 1997 se tomaron muestras de tejidos y fluidos de peces en cada una de las ocho estaciones de NASQAN en el Río Grande para determinar marcadores biológicos. Los marcadores biológicos son cambios fisiológicos en un organismo que revelan la exposición a algún químico. La información del programa BEST indicará cómo la calidad del agua afecta a los peces en varios tramos de la cuenca (Tim Bartish, U.S. Geological Survey, written commun., 1997).

En 1995, el USGS, en cooperación con varias agencias estatales y locales, recogieron núcleos de sedimento del fondo de los Embalses *Elephant Butte*, *Amistad International* y *Falcon International*, como parte de un estudio para evaluar los cambios históricos en la calidad del agua superficial en la cuenca del Río Grande (Van Metre and others, 1997). En muchos casos, las concentraciones de trazas de elementos y algunos pesticidas persistentes, y compuestos orgánicos en sedimentos del fondo, pueden proveer un registro histórico parcial de la calidad del agua.

Productos del Programa NASQAN

Anualmente se publican los datos obtenidos del programa NASQAN del Río Grande, en el informe del USGS sobre recursos de agua de Texas (por ejemplo, Gándara and others, 1997). Además, los datos recolectados por NASQAN en la cuenca del Río Grande (y las cuencas del Misisipi, del Colorado y del Columbia) pueden accederse electrónicamente por el Internet, mediante la siguiente dirección: <http://water.usgs.gov/public/nasqan>.

Al completar los primeros 3 a 5 años de recolección de datos y luego de haber establecido las concentraciones de base para los constituyentes medidos en la cuenca, el programa NASQAN del Río Grande pudiera ser modificado para estudiar más de cerca asuntos específicos de calidad de agua.

Referencias Seleccionadas

Anderholm, S.K., Radell, M.J., and Richey, S.F., 1995, Water-quality assessment of the Rio Grande Valley study unit, Colorado, New Mexico, and Texas—Analysis of selected nutrient, suspended-sediment and pesticide data: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 94-4061, 203 p.

Ellis, S.R., 1991, National Water-Quality Assessment Program—The Rio Grande Valley: U.S. Geological Survey Open-File Report 91-160, 2 p.

Gándara, S.C., Gibbons, W.J., Andrews, F.L., Jones, R.E., and Barbie, D.L., 1997, Water resources data, Texas, water year 1996: U.S. Geological Survey Water-Data Report TX-96-3, 347 p.

Hooper, R.P., Goolsby, D.A., Rickert, D.A., and McKenzie, S.W., 1997, NASQAN—A program to monitor the water quality of the Nation's large rivers: U.S. Geological Survey Fact Sheet FS-055-97, 6 p.

International Boundary and Water Commission, United States and Mexico, 1994, Flow of the Rio Grande and related data: Water Bulletin 64, 131 p.

_____, 1994, Binational study regarding the presence of toxic substances in the Rio Grande/Río Bravo and its tributaries along the boundary portion between the United States and Mexico—Final report, September 1994: 246 p.

Kelly, V.J., 1998, Columbia River Basin NASQAN Program—Monitoring the water quality of the Nation's large rivers: U.S. Geological Survey Fact Sheet FS-004-98.

Lee, R.W., and Wilson, J.T., 1997, Trace elements and organic compounds associated with riverbed sediments in the Rio Grande/Río Bravo Basin, Mexico and Texas: U.S. Geological Survey Fact Sheet FS-098-97, 6 p.

Levings, G.W., Healy, D.F., Richey, S.F., and Carter, L.F., 1998, Water quality in the Rio Grande Valley, Colorado, New Mexico, and Texas, 1995-95: U.S. Geological Survey Circular 1162, 39 p.

Texas Natural Resource Conservation Commission, 1994, Regional assessment of water quality in the Rio Grande Basin: Austin, Tex., Watershed Management Division, Texas Natural Resource Conservation Commission Publication AS-34, 377 p.

Texas Water Development Board, 1996, Surveys of irrigation in Texas 1958, 1964, 1969, 1974, 1979, 1984, 1989, and 1994: Austin, Tex., 59 p.

Van Metre, P.C., Mahler, B.J., and Calender, Edward, 1997, Water-quality trends in the Rio Grande/Río Bravo Basin using sediment cores from reservoirs: U.S. Geological Survey Fact Sheet FS-221-96, 8 p.

Cualquier uso de nombres de marcas, productos o empresas es para fines descriptivos solamente y no implica respaldo de parte del Gobierno de los Estados Unidos.

Para obtener copias adicionales de esta publicación o más información sobre el programa NASQAN del Río Grande, favor de comunicarse con:

U.S. Geological Survey, WRD
NASQAN Río Grande Basin Coordinator
8027 Exchange Drive
Austin, TX 78754
(512) 927-3571

—Por D. L. Lurry, D. C. Reutter y F.C. Wells; Traducido por M.C. Rivera y A. Muñoz; Editado por A. Ranzau; Diseñado por M. Bonito