

Diagnóstico operativo del distrito de riego 005: Delicias, Chihuahua

Israel Velasco
Rubén Miranda

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Se presenta el resumen del diagnóstico operativo del distrito de riego 005: Delicias, Chihuahua, realizado durante 1993, en el que se pretende identificar y plasmar las condiciones actuales de operación, bajo el esquema de distrito transferido, y sus efectos en el riego; particularmente, se revisan las condiciones de la infraestructura, en cuanto a sus aspectos técnico y funcional, con la idea de caracterizar y evaluar sus efectos, al menos cualitativamente, para sugerir opciones de mejora así como, en su caso, subrayar, ampliar y difundir sus cualidades. Se analizan los puntos organizativos y sociales, como el de la relación de los módulos entre sí y entre las dos unidades de riego que conforman el distrito, su organización interna y las consecuencias inmediatas y futuras de sus acciones; se examina la evolución de los planes de riego, las características por cultivo o por grupo de ellos y sus efectos, sobre todo, en relación con la disponibilidad de agua y los ingresos de los productores por concepto de mercado y comercialización.

Palabras clave: diagnóstico, administración de agua de riego, administración distrital, estructura organizacional, entrega de agua.

Introducción

En 1992 la Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola de la Comisión Nacional del Agua, CNA, solicitó al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA y al Programa Internacional para la Investigación Tecnológica en Irrigación y Drenaje (IPTRID, por sus siglas en inglés) la elaboración de un documento de registro y análisis sistemáticos que sirviera de base para realizar, rápida y detalladamente, los diagnósticos operativos de los distritos de riego (DR). En este trabajo participaron la Gerencia de Distritos de Riego, GDR, de la CNA y el Colegio de Posgraduados de la Universidad Autónoma Chapingo.

De esta manera una misión de expertos del Banco Mundial y de instituciones nacionales estructuraron, previo recorrido por algunos distritos representativos, el documento *Lineamientos para la modernización de los distritos de riego en México*. La versión final, redactada en octubre de 1992, incluye un cuestionario para realizar un diagnóstico breve de la operación de los DR en el que se podrán ver reflejadas las condiciones

de operación, así como los elementos que propicien la modernización del sector mediante la productividad, competitividad y eficiencia.

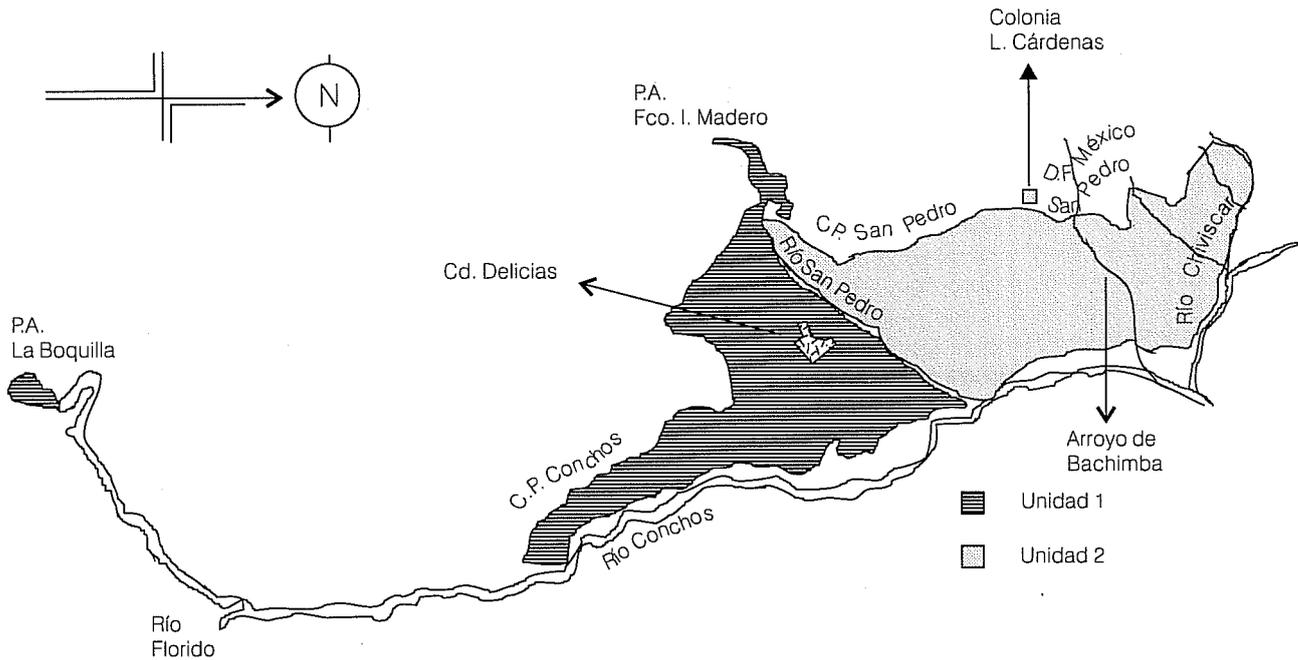
Objetivo

Sistematizar el proceso de captura, análisis y depuración de la información del cuestionario antes citado, como complemento a las actividades que habrá de realizar el personal del IMTA en el DR 005 para obtener diagnósticos breves y detallados así como formular recomendaciones para el mejoramiento y modernización de la operación considerados bajo el esquema administrativo actual de la transferencia.

Metodología

Con base en la información recabada mediante los cuestionarios y visitas de campo, se diseñaron y adaptaron los formatos para captura y procesamiento de la información mediante el uso de computadoras perso-

1. Distrito de riego 005: Delicias, Chihuahua



nales; a través de su análisis, debe ser posible obtener los diagnósticos y recomendaciones para el mejoramiento de la operación del DR, considerando los aspectos y acciones básicos que inciden en el aumento de la eficiencia del uso del agua a todos los niveles operativos, desde el usuario y su parcela hasta la red mayor y las fuentes de abastecimiento. Las actividades consideradas en la metodología, incluyen:

- La verificación y la complementación de los datos mediante recorridos de campo y entrevistas con los técnicos y, en algunos casos, directamente con los productores, a cargo de la operación de las redes mayor e interior de canales en los módulos
- El manejo de estadísticas, informes, diagnósticos y estudios especiales generados en el DR y otras instituciones o empresas, sobre la operación, administración y diversos aspectos económicos, sociales y organizativos

Previos recorridos de campo y a partir del análisis de la información de operación hidrométrica, estadística y de producción agrícola –que en forma sistemática reporta el DR– contenida en el cuestionario para el diagnóstico breve de la operación del DR, entregado a la GDR, se determinaron los datos que hacían falta para complementar la base de información y se inició la elaboración de las bases de datos para la ordena-

ción de la información. Ello permitirá la sistematización del análisis y mostrará la evolución de los siguientes aspectos:

- Uso de las superficies agrícolas: las sembradas, las regadas y las cosechadas, consideradas en los planes de riego
- Cultivos principales establecidos en los últimos años, el requerimiento de riego por unidad de superficie de cada uno, considerando volumen, lámina y número de riegos; los rendimientos medios obtenidos anualmente, y la productividad del recurso agua por cultivo
- Las necesidades de agua en el distrito marcadas por la demanda de los cultivos, los volúmenes requeridos por año agrícola, por ciclo, y mensualmente; las necesidades de agua para otros usos, determinando la eficiencia promedio de conducción en el DR en los últimos años, obteniendo volúmenes requeridos y entregados por unidad de superficie y por cultivo
- Disponibilidad hidráulica en el distrito, mediante el análisis de las aportaciones y extracciones mensuales en sus fuentes de abastecimiento: presas de almacenamiento, pozos profundos y plantas de bombeo, así como los almacenamientos decenales en las presas del distrito de riego
- Determinación de las posibilidades técnicas para el

establecimiento de la dotación volumétrica y de cuotas por servicio de riego con base en el volumen de agua servido, a través del análisis de los aspectos considerados como básicos:

– organización para la operación actual del DR, a nivel institucional o de distrito de riego (CNA), a nivel red mayor (sociedad de responsabilidad limitada), a nivel red menor (asociaciones civiles de usuarios o módulos de riego), zonas de aforo, secciones de riego y parcelas, en cuanto a la responsabilidad y participación de cada área

– condiciones físicas de la infraestructura de conducción, distribución y sobre todo de control y medición en todos los niveles operativos, considerando los inventarios de obras (obras de cabeza, canales principales o red mayor, canales secundarios y estructuras de control y aforo), localización de puntos de control, condiciones de operación y eficiencias en la red mayor, y en la red interior de conducción, distribución y entrega del agua en los módulos, condiciones de la zona de riego que favorecen o dificultan la aplicación del riego, métodos y prácticas más comunes de riego empleadas en el distrito de riego

– Metodología empleada actualmente para la planeación del uso del agua, elaboración de los programas semanales de riegos, flexibilidad en la distribución y entrega del agua en los diversos niveles de operación, capacidad de respuesta ante emergencias, oportunidad en la atención y control de condiciones no deseadas, medios disponibles de apoyo a la comunicación, y formulación de informes y estadísticas hidráulicas y de producción agrícola, así como niveles tecnológicos representativos empleados para la aplicación del riego

– Características de la operación actual respecto a la disponibilidad y capacidad de operación, a la oportunidad en el suministro del agua y a la suficiencia de los volúmenes suministrados, mediante el análisis del número de personal dedicado a la operación de la infraestructura, su capacitación y experiencia en el manejo y control de los elementos con que cuentan, para realizar las actividades de control, medición y entrega del agua en los diversos niveles operativos, la carga de trabajo actual por persona, la suficiencia o necesidad de personal de operación, así como el análisis de la información de volúmenes requeridos y suministrados por módulo, en los últimos años

– Autosuficiencia administrativa alcanzada en el DR durante los últimos años mediante el análisis de las series históricas de las cuotas por servicio de riego establecidas y recaudadas, así como la forma y los medios para el control de los recursos financieros, el

grado de transferencia y de capacitación al personal de los módulos (asociaciones civiles de usuarios).

Resultados generales

Se obtuvo el diagnóstico operativo detallado del distrito de riego 005: Delicias, Chihuahua, con las recomendaciones estructurales, organizativas y técnicas para el mejoramiento de la operación del distrito. Comprende tanto el diagnóstico breve (Anexo A del cuestionario del informe final del proyecto), como el detallado en base a la información de campo y de gabinete. A continuación, se presentan siete cuadros, en los que se muestran aspectos importantes como resultado puntual del diagnóstico.

1. Suficiencia en el suministro de agua por módulo. Fuente: Estadísticas agrícolas e hidrométricas del DR 005: Delicias, Chihuahua, 1993

Módulo	Año agrícola	Volumen (miles m ³)		% Suficiencia Suministro
		Programado	Realizado	
1	91-92	89 410	102 942	115.1
	92-93	94 762	117 044	123.5
2	91-92	118 881	148 914	125.3
	92-93	95 445	155 584	163.0
3	91-92	119 548	123 977	103.7
	92-93	108 030	127 919	118.4
4	91-92	151 732	154 770	102.0
	92-93	134 113	164 603	122.7
5	91-92	228 996	197 934	86.4
	92-93	185 734	194 339	104.6
Unidad Conchos	91-92	708 567	728 537	102.8
	92-93	618 084	759 489	122.9
6	91-92	75 639	114 701	151.6
	92-93	92 906	143 349	154.3
7	91-92	360 343	319 745	88.7
	92-93	338 673	377 352	111.4
8	91-92	143 873	96 378	67.0
	92-93	96 701	93 866	97.1
9	91-92	109 336	67 814	62.0
	92-93	75 304	67 473	89.6
Unidad San Pedro	91-92	689 191	598 638	86.9
	92-93	603 584	682 040	113.0
Distrito	91-92	1 397 758	1 327 175	95.0
	92-93	1 221 669	1 441 529	118.0

En el cuadro 1 se refleja la suficiencia en el suministro del agua por módulo, de donde se deduce que los módulos del 1 al 5 de la unidad Conchos, tienen mayor oportunidad de disponer de agua en cantidades que satisfagan sus demandas e incluso de utilizarla más allá de lo estrictamente necesario, por su cercanía a la fuente de abastecimiento principal (presa La Boquilla). Esto, desde luego, afecta a los módulos 6, 7, 8 y 9 de la unidad San Pedro, situados aguas abajo, en cuanto a la disposición oportuna y suficiente de los volúmenes requeridos, además de la variación con que los reci-

ben en el punto de control de la unidad que es la presa derivadora San Pedro. Como consecuencia de lo anterior se requiere utilizar otras fuentes para complementar los gastos y volúmenes necesarios, ya sea agua de la presa Madero o bien de los bombeos del acuífero y de los drenes.

Tratándose del módulo 9, la insuficiencia es aparente, puesto que estas cifras se refieren al agua de gravedad, y este módulo se complementa con los bombeos de pozo profundo.

En el cuadro 2 se aprecian, de acuerdo a los volú-

2. Plan de riegos realizado en los últimos años y promedio. Fuente: Estadísticas hidrométricas del DR 005: Delicias, Chihuahua, 1993

Año agrícola	Ciclo	Superficie física (ha)	ha-riego (superficie física número de riegos)	Lámina (cm)		Número de riegos	Volumen (miles m³)	
				Bruta	Neta		Extraído	Servido
88-89	O-I	31 846	196 846	187.6	97.2	6.2	597 429	309,707
	P-V	18 103	106 482	146.1	76.2	5.9	264 495	137,924
	Seg. cults.	24 175	96 703	86.0	44.6	4.0	207 866	107,829
	Perennes	14 881	146 971	256.9	133.2	9.9	382 219	198,163
	Total	89 005	547 021	163.1	84.7	6.1	1 452 009	753,623
89-90	O-I	25 864	162 546	185.1	111.1	6.3	478 834	287,234
	P-V	24 786	152 343	133.8	82.6	6.1	331 666	204,772
	Seg. cults.	16 521	66 086	56.2	34.9	4.0	92 614	57,473
	Perennes	16 152	160 720	248.7	151.3	10.0	401 727	244,414
	Total	83 323	541 695	156.6	95.3	6.5	1 304 841	793,893
90-91	O-I	29 639	185 628	153.9	90.3	6.3	454 951	281,715
	P-V	25 475	62 896	122.5	76.9	2.5	311 975	195,908
	Seg. cults.	24 878	99 518	62.5	38.9	4.0	155 675	97,072
	Perennes	16 347	162 665	209.4	130.9	10.0	342 298	213,975
	Total	96 339	510 707	131.4	80.4	5.3	1 264 899	788,670
91-92	O-I	22 201	139 799	188.9	107.0	6.3	418 896	237,207
	P-V	21 028	142 718	191.7	123.0	6.8	403 148	258,641
	Seg. cults.	23 361	93 542	98.0	72.2	4.0	228 609	168,358
	Perennes	16 330	164 534	237.1	145.5	10.1	387 560	237,840
	Total	82 920	540 593	173.5	108.8	6.5	1 438 213	902,046
92-93	O-I	30 149	190 502	151.0	86.8	6.3	455 315	261,775
	P-V	24 959	158 683	166.5	97.4	6.4	415 525	243,131
	Seg. cults.	29 000	116 003	97.7	57.2	4.0	283 879	166,222
	Perennes	20 112	196 784	239.0	138.7	9.8	480 720	278,844
	Total	116 220	661 972	143.3	91.1	5.7	1 687 065	980,276
Promedio	O-I	27 940	175 068	173.3	98.5	6.3	481 085	275,528
	P-V	22 870	124 624	152.1	91.2	5.5	345 362	208,075
	Seg. cults.	23 587	94 371	80.1	49.6	4.0	193 729	119,391
	Perennes	16 764	166 335	238.2	139.9	9.9	398 905	234,647
	Total	93 561	560 398	153.6	92.1	6.0	1 429 405	843,702

3. Comparativo, a diversos niveles, de los volúmenes de agua, en miles de m³, necesarios y aplicados, a septiembre de 1993, año agrícola 92-93. Fuente: Estadísticas hidrométricas del DR 005: Delicias, Chihuahua, 1993

Módulo	Periodo	Volumen, en miles de m ³ , requerido y entregado a niveles usuario y módulo								
		Requerimiento			Usuarios			Módulo		
		Prog.	Real	Variac.	Prog.	Real	Variac.	Prog.	Real	Variac.
1	Mes	3.5	4.2	18.5	3.7	11.7	212.7	5.2	16.7	220.6
	Acumulado	32.7	29.6	-9.2	66.5	82.1	23.4	94.7	117.0	23.5
2	Mes	3.7	9.4	152.6	5.3	13.1	146.5	7.4	23.1	212.0
	Acumulado	44.9	52.4	16.6	85.7	97.3	13.5	95.4	155.5	63.0
3	Mes	3.8	7.7	99.2	4.5	12.5	173.1	6.3	17.5	176.5
	Acumulado	45.1	50.4	11.8	84.4	100.7	19.3	108.0	127.9	18.4
4	Mes	4.2	10.5	151.8	6.2	16.3	161.9	8.6	26.9	211.0
	Acumulado	55.7	64.2	15.4	98.4	114.5	16.3	134.1	164.6	22.7
5	Mes	7.4	14.8	100.9	11.7	22.9	95.0	16.2	30.8	89.3
	Acumulado	79.1	86.3	9.1	138.2	146.7	6.2	185.7	194.3	4.7
Unidad Conchos	Mes	22.8	46.9	105.6	31.7	76.7	142.2	43.9	115.1	162.2
	Acumulado	257.6	283.1	9.9	473.4	541.4	14.4	618.0	759.5	22.9
6	Mes	2.6	6.8	157.7	3.8	15.1	295.3	5.2	30.2	471.1
	Acumulado	28.2	34.4	22.3	50.9	71.9	41.3	92.9	143.3	54.3
7	Mes	16.5	20.1	21.8	23.2	37.2	60.5	32.1	58.8	83.2
	Acumulado	137.4	131.1	-4.6	226.8	239.3	6.0	338.6	377.3	11.4
8	Mes	6.4	5.3	-16.4	8.9	8.0	-9.3	12.3	15.6	26.5
	Acumulado	37.3	29.4	-21.1	63.8	56.8	-11.0	96.7	93.8	-2.9
9	Mes	6.3	5.2	-18.0	7.4	8.8	19.1	10.3	11.3	10.2
	Acumulado	35.3	29.9	-15.3	55.9	52.9	-5.4	75.3	67.4	-10.4
Unidad San Pedro	Mes	32.0	37.5	17.5	43.4	69.3	59.7	60.1	116.1	93.2
	Acumulado	238.3	225.0	-5.6	396.6	421.1	6.2	603.5	682.0	13.0
Total Distrito	Mes	54.8	84.6	54.1	75.1	146.1	94.5	104.0	231.2	122.3
	Acumulado	496.0	508.2	2.4	870.0	962.5	10.6	1,221.6	1,441.5	18.0

menes disponibles en las fuentes de abastecimiento, las magnitudes de las superficies a sembrar y a regar; en general, podría decirse que el proceso de transferencia del DR ha coincidido con una época de relativa abundancia de agua lo que, en cierta forma, ha facilitado dicha transferencia, puesto que se ha contado con un margen para absorber los déficit del suministro, y propiciado la capacitación del personal al servicio de los módulos para la operación sin detrimento de la suficiencia. No obstante, tiene el riesgo de que, cuando se presenten periodos más restringidos de agua, lo cual es prácticamente la regla, la adaptación a las nuevas condiciones tenga problemas internos entre los módulos, y desde luego también entre unidades.

Los patrones de cultivo están además fuertemente influidos por las condiciones económicas de mercado, ya que los cultivos más redituables, como frutales y hortalizas, enfrentan en estos últimos años serios problemas de crédito y comercialización, lo que ha inducido a que la tendencia sea a los cultivos básicos; una notable excepción es una creciente presión por establecer mayores superficies de alfalfa como respuesta al crecimiento de la actividad ganadera.

Las cifras de los cuadros 3 y 4 ponen de manifiesto que, sobre todo en los módulos de la unidad Conchos, el uso del agua supera las necesidades de los cultivos, aspecto que debe ser observado y mejorado integralmente para lograr el beneficio común, tanto de es-

4. Avances de la operación a septiembre de 1993: eficiencias parcelarias, de conducción y total, en %.
Año agrícola 92-93. Fuente: Estadísticas hidrométricas del DR 005: Delicias, Chihuahua, 1993

Módulo	Periodo	Parcelaria		Conducción		Total	
		Prog.	Real	Prog.	Real	Prog.	Real
1	Mes	95	36	72	70	69	25
	Acumulado	49	36	70	70	35	25
2	Mes	70	72	72	57	51	41
	Acumulado	52	54	90	63	47	34
3	Mes	84	61	72	71	61	44
	Acumulado	53	50	78	79	42	39
4	Mes	67	65	72	61	49	39
	Acumulado	57	56	73	70	42	39
5	Mes	63	65	72	74	46	48
	Acumulado	57	59	74	75	43	44
Unidad Conchos	Mes	72	61	72	67	52	41
	Acumulado	54	52	77	71	42	37
6	Mes	70	46	72	50	51	23
	Acumulado	55	48	55	50	30	24
7	Mes	71	54	72	63	52	34
	Acumulado	61	55	67	63	41	35
8	Mes	72	67	72	52	52	35
	Acumulado	59	52	66	61	39	31
9	Mes	85	59	72	78	62	46
	Acumulado	63	57	74	78	47	44
Unidad San Pedro	Mes	74	54	72	60	53	32
	Acumulado	60	53	66	62	39	33
Total Distrito	Mes	73	58	72	63	53	37
	Acumulado	57	53	71	67	41	35

tos módulos como de los que se encuentran aguas abajo, sobre todo en las épocas en que la disponibilidad de agua sea limitada, tal y como lo hacen prever las estadísticas climatológicas, y que para una región como Chihuahua, lo usual es tener de moderados a severos déficit de humedad, y frecuentemente por prolongados periodos, es decir, las condiciones de sequía son recurrentes lo que impone, por necesidad, un riguroso control en el uso del agua, para preservar tanto su cantidad como su calidad, y así estar en mejores condiciones de afrontar los periodos de alto riesgo por el desbalance entre la oferta y la demanda de agua.

Tal como se aprecia en el cuadro 4, se confirman los desequilibrios momentáneos que ha generado durante el último año agrícola un proceso tan drástico como el de la transferencia, y se aprecia la baja en las eficiencias en los diferentes niveles operativos. Ello, además, ha complicado la ya de por sí difícil medición del agua que se entrega a cada uno de esos niveles lo que ocasiona una tendencia a utilizar más de la requerida y de la programada; también en ello ha tenido su influencia el hecho de que estos últimos años sean hidrológicamente buenos, arriba de lo normal.

5. Pérdidas por infiltración en canales, %. Fuente: DR 005: Delicias, Chihuahua, 1993. Diagnóstico para la operación actual del DR

Canal	Eficiencia de conducción	Gasto m ³ /seg	Longitud km	Pérdidas %	Revestido (**)
Principales					
Conchos	87.00	35 a 70	99	13	
San Pedro	85.00	20 a 38	40	15	
Laterales					
Unidad Conchos					
k 37	70.00	8.00	3.60	30	**
k 39	70.00	1.60	2.47	30	**
k 41	70.00	0.90	2.43	30	**
k 42	70.00	0.80	2.76	30	**
k 44	70.00	0.80	3.36	30	**
k 46	70.00	0.80	3.84	30	**
k 48	70.00	1.00	4.36	30	**
k 52	72.00	2.30	5.82	28	
k 55	77.00	0.80	2.87	23	
k 59	71.00	2.40	6.01	21	
k 63	77.00	0.50	2.04	13	
k 66	62.00	1.30	6.41	38	
k 69	62.00	1.70	6.29	38	
k 71	83.00	1.00	4.71	17	
k 72 + 200	72.00	0.90	6.54	28	
k 72 + 600	83.00	8.20	20.96	17	
k 73 + 900	84.00	6.50	18.96	16	
k 76	84.00	0.90	15.15	16	
k 79	70.00	1.60	7.17	29	
k 82	81.00	2.80	9.58	18	
k 86 + 400	80.00	2.60	12.37	20	
k 92	70.00	0.40	2.63	30	
k 95	70.00	0.60	3.77	30	
k 105	50.00	2.80	25.41	50	
Unidad San Pedro					
Canal Principal					
San Pedro:					
k 107 + 830	35.00	2.00	9.60	65	**
k 109 + 977	45.00	0.50	11.52	55	**
k 110 + 520	80.00	1.40	0.50	20	**
k 111 + 192	75.00	0.90	2.96	15	**
k 112 + 504	74.00	0.80	0.80	26	**
k 113 + 336	70.00	0.40	0.80	30	**
k 114 + 665	80.00	1.60	0.58	20	**
k 114 + 665	55.00	1.60	3.20	45	**
k 115 + 415	75.00	4.70	21.06	25	**
k 117 + 915	62.00	0.60	2.64	38	**
k 120 + 020	78.00	1.00	1.73	22	**
k 128 + 290	75.00	1.30	4.35	25	**
k 133 + 947	67.00	0.70	9.86	33	**
k 134 + 000	59.00	2.50	12.93	41	**
k 135 + 272	75.00	4.60	15.00	25	**
k 138 + 620	62.00	2.20	10.21	38	**
k 139 + 294	65.00	0.80	5.80	25	**
k 140 + 100	72.00	4.30	15.30	28	**
Canal principal Auxiliar San Pedro					
k 5 + 984	74.00	0.30	1.65	26	**
k 6 + 960	76.00	0.30	2.50	24	**
k 9 + 480	78.00	11.00	16.90	22	**
k 12 + 240	72.00	0.50	3.60	28	**
k 11 + 220	70.00	0.80	2.70	30	**
k 12 + 055	75.00	0.70	2.00	25	
k 12 + 742	75.00	0.80	1.90	25	
k 19 + 845	75.00	0.80	1.20	25	
k 20 + 653	75.00	1.10	3.10	25	
k 20 + 970	75.00	1.20	3.40	25	
k 22 + 854	75.00	0.70	1.00	25	

El estado actual de la infraestructura, sobre todo en los canales principales y en los laterales es tal que, dadas las condiciones litológicas en que se asientan, los canales revestidos presentan aceptables condiciones de pérdida por infiltración, mientras que en los no revestidos las pérdidas se elevan significativamente y, en algunos casos, llegan a la mitad de los volúmenes que conducen. De aquí parte la conveniencia de hacer estudios detallados de mejoramiento de la infraestructura, tanto en el revestimiento de canales como en la construcción o rehabilitación de las estructuras de control y medición (Anáhuac Ingenieros, 1992).

Uno de los problemas técnicos y organizativos que enfrenta el DR es la dificultad en la medición del agua en forma sistemática y a los diversos niveles de operación; por ello, tanto para usuarios como para operadores y técnicos es un tanto difícil saber cuánta agua

entregan unos y reciben otros. Esto influye decisivamente en la dificultad de establecer la entrega volumétrica tal y como se ha planteado como parte de la transferencia.

Entre las recomendaciones más importantes de este estudio destaca la implantación y sistematización de las actividades, metodologías y técnicas de medición del agua, complementadas por la respectiva capacitación de los responsables de tales acciones, con un programa de instalación de estructuras adecuadas a las condiciones locales, tanto físicas, como de costumbres y hábitos de los usuarios.

Tal como se aprecia en el cuadro 6, la medición del agua sólo se lleva a cabo en pocos puntos, y hace falta saber qué pasa con el agua en los intermedios, cuánta y hacia donde se deriva, así como la utilización que de ella se hace.

6. Infraestructura para el control hidrométrico. Fuente: DR 005: Delicias, Chihuahua, 1993. Diagnóstico para la operación actual del DR

Estructuras	Tipo	Número	Frecuencia	Método
CP Conchos: Represa K 0 + 000 Represa K 104 + 000 Canastilla de aforos K 0 + 500 K 30 + 000 K 70 + 500	Compuerta		Cada hora Diario	Compuertas calibradas Molinete
CP San Pedro: Represa K 115 + 415 Represa K 135 + 000	Compuerta		Cada hora	Compuertas calibradas
Puentes de aforo: K 106 + 000 K 115 + 415 K 128 + 000 K 135 + 272			Diario	Molinete
CP Auxiliar San Pedro: Puentes de aforo: K 4 + 500 K 9 + 480 K 11 + 220			Diario	Molinete
Inicio de laterales y tomas directas:				
Aforadores	Carga constante	245	Esporádico	Escala-gasto
Tomas laterales:				
Medidores volumétricos totalizadores	Electrónicos de garganta larga Venturi	17	Continuo	Electrónico
Tomas directas Carga constante Aforadores	Parshall		Esporádico	Escala-gasto

7. Precisión en la medición de gastos de estructuras de extracción. Fuente: DR 005: Delicias, Chihuahua, 1993.
Diagnóstico para la operación actual del DR

Concepto/obra	Frecuencia	Directa	Remota	Precisión
Nivel del agua y descarga al final del canal				
C. Principal Conchos	Cada hora	Visual	no	95 %
C. Principal San Pedro	Cada hora	Visual	no	95 %
C. Laterales	Cada hora	Visual	no	95 %
Nivel del agua y gastos en bocatomas				
Tomas granja y directas	Cada 6 horas	Visual	no	85 %
Bocatoma de canal	Cada 6 horas	Visual	no	95 %

Para garantizar gastos constantes a entregar es importante, como complemento a su medición, la supervisión y la observancia de los niveles para que se mantengan con mínimas variaciones. Así, el monitoreo consistente de las condiciones en que operan las diversas obras, en los puntos de control, y la precisión y frecuencia con que ello se realiza, son factores determinantes para plantear planes de modernización-automatización, de manera que los operadores puedan, con mayor facilidad y certeza, medir y controlar los gastos y volúmenes que se entreguen a los diversos niveles; indudablemente, esto contribuirá sensiblemente a mejorar el grado de eficiencia y utilización del agua.

Resultados específicos y conclusiones

La organización actual de los usuarios del DR es en dos unidades de riego: Conchos y San Pedro; la primera ya ha logrado organizarse y formar una sociedad de responsabilidad limitada, SRL, que integra a los módulos 1, 2, 3, 4 y 5. Los módulos tienen bajo su responsabilidad el manejo de la red interior de canales, y la SRL la red mayor correspondiente al canal principal Conchos; las eficiencias en el uso del agua en la unidad Conchos son sensiblemente bajas ya que la disposición del agua se realiza con mucha flexibilidad y libertad, lo que conduce a utilizarla con bajos índices de eficiencia.

Desde el punto de vista de la agricultura de riego, del entorno en que se ubica y de las actuales condiciones económicas y productivas del país, la situación del DR podría calificarse como media alta.

A pesar de ser un DR clave en la economía regional y de contar con una infraestructura básica de primer orden y magnitud, está afrontando algunos problemas, sobre todo en la organización interna entre los usuarios (considerando a ambas unidades por separado), a raíz de la transferencia y de la crisis de productividad y redituabilidad por la falta de mercado y precios para

los productos más rentables que son los que requieren de mayor inversión; por esto, existe a la fecha una tendencia hacia el establecimiento de cultivos básicos, con mayor garantía y estabilidad, a cambio de los cultivos altamente redituables pero inseguros, como las hortalizas.

De acuerdo con los análisis del DR, el plan de riegos más viable sería aquel que contemplara una superficie total de primeros cultivos de 66 000 ha y 22 000 ha de segundos cultivos, con un volumen total a utilizar de 1 362 millones de metros cúbicos.

Los planes de riego, a nivel módulo han sido aceptablemente formulados por los gerentes o su personal técnico, revisados por la jefatura de operación del DR, y en su caso ajustados, y finalmente aprobados por las autoridades correspondientes.

Está previsto que a corto plazo entre en funciones la SRL de la unidad San Pedro que integrará a los módulos 6, 7, 8, y 9 y será responsable de operar la red mayor de esta unidad que consiste en el canal principal San Pedro y el principal auxiliar San Pedro, así como los pozos y plantas de bombeo ubicadas en la unidad; actualmente es operada por el DR por lo que se observan mayores eficiencias en el uso del agua respecto a las de la unidad Conchos. Los nueve módulos se encuentran integrados en asociaciones civiles de usuarios y son responsables de operar la red interior de canales de cada uno de ellos.

El personal operativo del DR cuenta, en general, con experiencia, aunque su función principal es la supervisión. La CNA, bajo la coordinación del IMTA y la supervisión de la GDR, desarrolla un programa permanente de capacitación en el que participa el personal del distrito; recientemente se impartieron cursos de sistemas computarizados, y uso y manejo de la computadora para la elaboración de informes. Se considera que el 60% del personal técnico del distrito está familiarizado con el uso de equipos y sistemas de cómputo.

Del personal de operación de la SRL, en algunos casos son ex empleados del DR y cuentan con experiencia en la operación; hay otros con buen nivel de escolaridad (agrónomos) pero con poca experiencia. En general la orientación y conocimientos necesarios del personal para la operación de la infraestructura es insuficiente, aunque en cada módulo existe equipo de cómputo en el que se realizan la mayoría de los informes; el mantenimiento y conservación de las obras se realiza para la red secundaria, drenes y caminos con maquinaria a cargo de la SRL y de los módulos. Los objetivos y prioridades de la modernización son del conocimiento de la directiva de cada módulo y de la sociedad de responsabilidad limitada.

En ninguna de las dos unidades se tiene establecido un costo base por derecho al servicio de riego (pago de una cuota base aunque no se haga uso del agua) sino que se condiciona el derecho al riego a la realización de tareas de mantenimientos del tramo de canal asignado, así como de las regaderas que conducen el agua a sus parcelas.

Actualmente los módulos son administrativamente autónomos y controlan sus recursos financieros mediante equipo de cómputo y de un sistema desarrollado *ex profeso* para el manejo y control de las cuotas por servicio de riego. El personal de algunos módulos se está capacitando en el uso y manejo del sistema mencionado.

Para lograr mejorar la operación será conveniente electrificar los mecanismos en las presas derivadoras y represas, al menos de la red mayor, sobre elevar la parte del canal principal San Pedro, evaluar técnicamente las eficiencias y funcionamiento de los equipos electromecánicos de bombeo, suplir la falta o deficiencia de las estructuras en red menor y a nivel parcelario que permitan la medición y control del agua, para fines de dotación y cobro por volumen entregado. Finalmente, las condiciones en que se está aplicando el agua, dentro de la parcela, requieren de un seguimiento, supervisión y apoyo adecuados, en muchos casos, según las recomendaciones técnicas que persiguen su buen uso.

Desde la formulación del plan de riegos para cada cultivo, en cada uno de los módulos se programa el número de riegos y el volumen a proporcionar; al momento que el usuario solicita el servicio, se le informa del avance que tiene en la utilización del número de riegos. Dado que no existe un control estricto de los volúmenes entregados, sólo se registran y controlan los riegos que se proporcionan.

Al no contar con la capacidad para medir los volúmenes entregados (por falta de estructuras, malas condiciones o falta de tiempo y personal calificado), y

no llevar un control sobre la duración de los riegos, los usuarios gastan más agua de la que requieren sus cultivos y provocan la inundación de sus predios, coleos y arrastre de material.

De acuerdo al estudio *Encuesta para estimar las necesidades, características y potencialidades de participación de productores ante la propuesta de modernización hidroagrícola a nivel parcelario, para un uso más eficiente del agua y otros recursos asociados* (Asesoría y Desarrollo, 1993), se detectó que los usuarios no están del todo conscientes del buen o mal uso que hacen del agua; estiman que los volúmenes que aplican a sus cultivos son los adecuados, aunque muestran predisposición a aceptar y aplicar tecnologías que hagan más productiva la actividad agrícola y y propicien un uso más eficiente del agua para riego.

Aún no se pueden controlar los volúmenes de agua no obstante que para realizar los planes de riego para el DR y para cada uno de los módulos, se tenga una cuota de agua máxima a utilizar, por unidad de superficie y por cultivo, misma que como no se puede medir con precisión, es imposible entregar y cobrar sobre una base volumétrica en parcelas individuales.

En siete de los nueve módulos las entregas reales exceden los requerimientos de riego, y aparentemente no se requiere la utilización de fuentes de abastecimiento adicionales. Sin embargo, como puede notarse, en algunos es excesivo el volumen entregado. De controlar con más eficiencia la entrega del agua, el recurso que se desperdicia sería suficiente para cubrir los requerimientos de los dos módulos que presentan un grado de insuficiencia ya que todos ellos tienen la misma fuente de abastecimiento (cuando menos la más grande que es la presa La Boquilla).

De acuerdo a la información obtenida, la razón principal de que el suministro no sea suficiente en los módulos 7 y 8, es la falta de capacidad del canal principal San Pedro que en algunos tramos se ha sobre elevado el bordo y en otros se opera con un nivel de agua por arriba del revestimiento en la época de máxima demanda.

En relación al volumen medio entregado por hectárea no se tienen cuantificadas con precisión las fluctuaciones del caudal al inicio y al final del canal; las entregas de agua se realizan de acuerdo a las necesidades o deseo del productor. Como se indicó, no es factible actualmente medir y controlar los volúmenes entregados. Si las entregas de agua no son equitativas en cuanto a volumen no depende solamente del sistema o del operador, sino también del mismo productor.

Los operadores de los módulos deben ajustarse al programa semanal de riegos; no se cuenta con la capacidad para atender solicitudes de riego con menos

de un día de anticipación, ni el sistema tiene la flexibilidad para permitirlo.

Los caudales que se extraen para proporcionar el riego son fijos y la estructura permanece abierta durante el tiempo programado semanalmente y por lo general varían por unidad de superficie; el caudal de extracción para el riego es determinado por el operador del canal lo que se realiza generalmente de acuerdo con el usuario, su experiencia en el manejo del agua, la superficie que va a regar y el número de regadores que estarán atendiendo el riego.

El tiempo de riego lo determina el operador del canal tomando en cuenta el caudal que está entregando a la parcela, el tamaño del predio y la forma de éste, aunque generalmente se realiza un acuerdo entre el productor y el operador, de acuerdo a las condiciones particulares de cada predio.

La distribución del agua se realiza por el método de demanda semanal, que consiste en programar las solicitudes de agua, que se reciben de lunes a jueves, de acuerdo a la capacidad del sistema de riego y a la magnitud del gasto requerido para la siguiente semana. Durante la época de máxima demanda es necesario establecer en la segunda unidad la demanda controlada en virtud de la insuficiencia de los volúmenes conducidos.

Actualmente no es posible establecer en el DR los programas de riego con menos de 72 horas de anticipación ni realizar, dado el tiempo en que se refleja en los canales principales el aumento o disminución del gasto, ajustes horarios; solamente al final del canal principal auxiliar San Pedro en época de máxima demanda es cuando no se recibe la misma calidad del servicio.

En términos generales un canalero puede tener, dentro de su sección de riego, alrededor de 160 tomas granja, y cada una de ellas regar desde una hasta 15 parcelas, dependiendo del tamaño de los predios, sus características y el tipo de usuario; también, según estimaciones realizadas por estudios específicos de la operación, la superficie regada en una semana puede variar, dependiendo de la época del año y la etapa fenológica de los cultivos, entre el 11 y el 27% del total (De León Mojarro, 1993).

Los métodos de riego que emplean los productores en el DR son, en promedio: surcos 60%, melgas 25%, entarquinamiento 10%, y sistemas a presión 5%. Conviene hacer notar que no todos realizan el trazo de riego y algunos también fraccionan sus terrenos para tener menores longitudes de riego y una mejor eficiencia de aplicación.

En las condiciones actuales no es posible realizar entregas flexibles a las parcelas, en virtud que no se

tiene el control adecuado y flexibilidad en la frecuencia, duración y caudal entregado.

Actualmente no se cuenta con controles remotos, a excepción de la unidad Bachimba cuyos mecanismos no están funcionando y en los recorridos además de realizar la supervisión, se pierde tiempo en estabilizar las entregas.

En los canales principales se realiza la supervisión diariamente de los caudales de extracción en las obras de cabeza y de las extracciones realizadas en ellos, de los niveles de agua al inicio y al final del canal, lo que se realiza directamente con molinete y una precisión estimada del 95%; los niveles de agua en las estructuras de extracción, se realizan visualmente y sólo en algunas la medición se hace mediante el uso de las estructuras de carga constante utilizando una escala o regla.

En las tomas directas y en la entrada de los laterales, se estiman los caudales derivados mediante el uso de las escalas, una vez al día con una precisión estimada del 85%. En los sublaterales generalmente no se realizan mediciones ya que se estiman los gastos mediante el uso de escalas o de acuerdo a la experiencia de los operadores.

El número de ajustes promedios necesarios para estabilizar los gastos, en una estructura de extracción (inicial o variación por cambio de caudal), es de dos ajustes y el tiempo requerido para los ajustes es en promedio de una a dos horas.

En el DR existen aspectos que requieren mejoría, algunos se pueden atender a corto plazo y otros requerirán de mayor tiempo y recursos, sobre todo los de carácter técnico; en los de tipo organizativo y social, por su complejidad, es probable que las soluciones requieran un lapso mayor y la participación decidida y efectiva de los propios usuarios.

Recomendaciones

Formular evaluaciones y estudios de detalle que permitan elaborar un proyecto viable para la electrificación de mecanismos en las presas derivadoras y represas de los canales principales.

Analizar detalladamente el canal principal San Pedro para definir con mayor precisión por qué y en qué partes se requiere la sobreelevación. En su caso, proponer alternativas a las normas operativas y de las estructuras de operación.

Revisar integralmente el proyecto de automatización realizado en la unidad Bachimba, evaluar su desarrollo y, en su caso, integrarlo como parte de las obras que se operan en forma normal.

Dado el buen funcionamiento de los medidores tota-

lizadores volumétricos instalados en diversos puntos del DR, proponer un plan de ampliación de los mismos, como apoyo al monitoreo de la red de canales y al control de los volúmenes que se extraigan y entreguen a cada área operativa.

Con el apoyo y lineamientos del Programa Nacional de Uso Eficiente de la Energía Eléctrica, promover y realizar las evaluaciones de los equipos electromecánicos de bombeo, para en su caso, sustituir o rehabilitar las partes obsoletas y deficientes, con lo cual se logre un mejor funcionamiento de estos equipos, a menor costo y con mejores resultados.

Para apoyar a la operación y asegurar el buen funcionamiento del DR, se estima necesario realizar dos acciones de gran impacto e importancia:

- Realizar estudios detallados sobre los balances hidráulicos e hidrológicos, con los cuales obtener los elementos de análisis adecuados para estar en condiciones de elaborar correctamente los planes de riego, de acuerdo a las condiciones hidrológicas y a los almacenamientos en las presas; con ello, dependiendo de los volúmenes disponibles, se tendrían mejores elementos para plantear diversas alternativas que permitieran asegurar el ingreso y la continuidad de la actividad agrícola
- Orientar tanto a los módulos como al DR acerca de los aspectos económicos y de mercadeo que influyen y determinan el comportamiento regional, nacional e incluso internacional de la producción agrícola. Ambos aspectos son importantes ya que por tradición o falta de información los productores insisten en sembrar determinados cultivos, los que no siempre se ajustan a las mejores condiciones de la oferta y la demanda

Realizar estudios específicos de los canales laterales, iniciando por los del módulo 3 (contemplado en el Programa de Desarrollo Parcelario, PRODEP) para su rehabilitación y modernización, definiendo los tramos más problemáticos por pérdidas y elaborando planes que en corto y mediano plazos eleven su eficiencia. Esto podría incluir necesidades de revestimiento, instalación y calibración de estructuras de aforo, etcétera.

Formular un plan intensivo de implantación y rehabilitación de estructuras de control y medición a nivel parcelario, con rango de gastos de 30 a 200 lps, y la capacitación en su manejo y mantenimiento a usuarios y regadores para tener un mejor control del agua entregada a cada predio.

Propiciar el mejor uso del agua a nivel de parcela, siguiendo las recomendaciones técnicas emitidas por la jefatura de IDRYD.

Formular y ejecutar cursos cortos e intensivos para los técnicos y directivos de las instituciones de apoyo, así como también para los técnicos del propio DR, en tópicos de operación de obras y canales, y de medición a todos los niveles del agua de riego, a fin de apoyarlos en este aspecto y que les sea de utilidad en la implantación efectiva de la dotación volumétrica. Para ello se aprovecharán las facilidades que ofrece el Programa de Capacitación en Apoyo a la Transferencia y Modernización de los Distritos de Riego, dirigido y ejecutado por el IMTA, y del PRODEP. Se sugiere que esta labor se realice en coordinación con la jefatura del DR y la o las sociedades de responsabilidad limitada

La correcta evaluación periódica, ejecución y vigilancia en la aplicación de la cuotas de riego es un factor esencial para lograr que los módulos y en general el DR sean en efecto administrativamente autónomos y financieramente autosuficientes: los programas de recaudación y de inversiones deben ser congruentes con los planes de riego, y ejercerse de acuerdo a la programación respectiva.

Las labores de supervisión, vigilancia y arbitrio, ejercidas por el DR, son determinantes para lograr la armonía en el funcionamiento de las unidades de riego. Esto será especialmente importante cuando la red mayor de la unidad San Pedro esté a cargo de la SRL respectiva; destaca la observancia estricta de los gastos hidráulicos que se deben entregar en punto final del Conchos -km 98 + 851- para uso de la unidad San Pedro. En caso necesario, quizá sería conveniente, por reglamento de operación, la imposición de penas convencionales, progresivas y obligatorias para ambas unidades, por incumplimiento de las estipulaciones operativas.

Recibido: abril, 1995
Aprobado: agosto, 1995

Agradecimientos

Al personal directivo y técnico del DR 005: Delicias, Chihuahua, cuyo apoyo fue decisivo para llevar a cabo este trabajo. Los detalles del mismo se encuentran en el Informe Final del Proyecto en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Referencias

- Anáhuac Ingenieros, Consultores y Supervisores. 1992. *Estudio de factibilidad para la modernización del DR 005 Delicias, Chihuahua. Versión Preliminar.*
- Asesoría y Desarrollo en Investigación Social Aplicada A.C. 1993. *Encuesta para estimar las necesidades, características y potencialidades de participación de productores ante la propuesta de modernización hidroagrícola a*

nivel parcelario, para un uso mas eficiente del agua y otros recursos asociados. IMTA, Coordinación de Comunicación y Participación.

De León Mojarro, Benjamín. 1993. *Diagnóstico de la operación de la red principal del Distrito de Riego Delicias*. Colegio de Postgraduados, Mexico.

Distrito de Riego 005: Delicias, Chihuahua. 1993. *Estadísticas agrícolas, hidrométricas e inventario de obras*. Chihuahua, Mexico.

Distrito de Riego 005: Delicias, Chihuahua. 1993. *Diagnóstico para la operación actual del Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua, Mexico*.

Abstract

Velasco I. and R. Miranda. "Operational Diagnosis of Irrigation District 005: Delicias, Chihuahua". *Hydraulic Engineering in Mexico (in Spanish)*. Vol. XI. Num 1. pages 39-51, Jenuary-April, 1996.

A summary is provided of the diagnosis of the operations of Irrigation District 005: Delicias, Chihuahua, Mexico carried out in 1993 to identify and specify current conditions under which these operations are taking place and the effects they will have on irrigation under the district transfer scheme. The work is focussed on reviewing, qualitatively if not quantitatively, the technical and functional aspects of the waterworks to characterize their effects. When their influence is adverse, proposals are made to reduce the impact; when the influence is favorable emphasis is made on means to enlarge upon them. The organizational and social aspects are discussed with reference to the relationship among the modules and between the two units within the district, their internal organization, and the present and future consequences. The evolution of the irrigation scheme, the crop characteristics and their relationship to water availability and grower income as a result of marketing and market conditions are discussed. The diagnosis provides an example with some detail, of the conditions that affect operations and related factors within Irrigation District 005, their causes and some options for improvement.

Key Words: diagnosis, irrigation water administration, district administration, organizational structure, water delivery.