

IMPACTO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA REHABILITACIÓN EN UNIDADES DE RIEGO POR BOMBEO

Technical and Economic Impact of Rehabilitating Pump Irrigation Systems

Ana Laura Santos Hernández^{1‡}, Enrique Mejía Sáenz¹, Enrique Palacios Vélez¹, Jaime Arturo Matus Gardea¹, Julio Alexander Frezieres¹

RESUMEN

La evaluación del impacto de la rehabilitación del equipo y sistema de bombeo en unidades de riego con pozo profundo se realizó utilizando información de unidades de riego disponible a través de la Comisión Nacional del Agua. El presente estudio evaluó el impacto de la rehabilitación en 1811 unidades de riego con pozo profundo. Los resultados muestran que, a través de las inversiones en la rehabilitación, se recupera el gasto hidráulico en promedio de 16 L s⁻¹ por unidad de riego en promedio, al pasar de 27 L s⁻¹ (sin proyecto) a 43 L s⁻¹ (con proyecto). El tiempo de bombeo se redujo a 740 h por unidad de riego, pues varió de 2898 h (sin proyecto) a 2158 h (con proyecto); esta disminución en el tiempo de extracción permitió reducir el consumo de energía eléctrica. Adicionalmente, con la modernización del riego, se mejoró la conducción y la aplicación del agua de riego y se incrementó la eficiencia total de riego (volumen de riego neto entre volumen de riego bruto) que pasó de 59% (sin proyecto) a 61% (con proyecto). El volumen bruto de riego por unidad de riego se incrementó, de 281.69 mil a 334.06 mil m³. La superficie cosechada por unidad de riego pasó de 29.8 ha (sin proyecto) a 36.6 ha (con proyecto). El volumen de riego bruto por hectárea se redujo al pasar el 9.5 mil a 9.1 mil m³. Por otra parte, la productividad bruta de la tierra presentó un incremento general de \$1860 ha⁻¹; mientras que en la productividad neta de la tierra el incremento fue de \$1740 ha⁻¹. La productividad bruta del agua presentó un incremento de \$0.24 m⁻³, y la productividad neta del agua se incrementó en \$0.21 m⁻³.

Palabras clave: *productividad del agua, productividad de la tierra, volumen de agua de riego, eficiencia de riego.*

¹ Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, 56230 Montecillo, Estado de México.

[‡] Autor responsable (alsantos@colpos.mx)

SUMMARY

The evaluation of the impact of the rehabilitation of pumping equipment and irrigation systems in units with deep wells was conducted using information on irrigation units available from the Comisión Nacional del Agua. This study evaluated the impact of rehabilitating 1811 irrigation units with deep wells. Results showed that through investment in rehabilitation, on average, would recover a discharge of 16 L s⁻¹ per irrigation unit, from 27 L s⁻¹ (without project) to 43 L s⁻¹ (with project). Pumping time per irrigation unit decreased on average by 740 h, from 2898 h (without project) to 2158 h (with project). This reduction in extraction time reduced consumption of electricity. Additionally, modernization of the irrigation systems improve overall efficiency of irrigation (net volume of irrigation divided by gross volume of irrigation): from 59% (without project) to 61% (with project). The gross volume of irrigation per unit increased from 281.69 thousand m³ to 334.06 thousand m³, and the cultivated area per unit of irrigation increased from 29.8 ha (without project) to 36.6 ha (with project). The gross volume of irrigation ha⁻¹ decreased slightly from 9.5 thousand m³ to 9.1 thousand m³. Moreover, the gross productivity of land had an overall increase in the order of \$1860 ha⁻¹, while the net increases the productivity of land would be in the order of \$1740 ha⁻¹. The gross productivity of water increased by \$0.24 m⁻³, and net water productivity by \$0.21 m⁻³.

Index words: *water productivity, soil productivity, volume of irrigation water, irrigation efficiency.*

INTRODUCCIÓN

La superficie con infraestructura de riego en México es de, aproximadamente, 6.3 millones de ha, de las cuales 3.4 millones corresponden a distritos de riego y 2.9 millones a unidades de riego (CONAGUA, 2005). Para el año 2005, el sector agrícola en México sembró

aproximadamente 21.6 millones de ha, de las cuales se cosecharon 18.4 millones. De la superficie cosechada, sólo 5.2 millones de ha se encuentran en zonas de riego, ya sea de pequeña o gran irrigación (SIACON, 2006). Los Distritos de Riego (DR) reportan que la superficie cosechada en 2005 bajo riego fue de 2.6 millones de ha (CONAGUA, 2006) y por consiguiente, la superficie cosechada en Unidades de Riego (UR) fue de 2.6 millones de ha.

De acuerdo con el Sistema de Información de Unidades de Riego (SIUR), de los 2.9 millones de ha que conforman las UR, 28 576 unidades corresponden a sistemas con pozo profundo accionadas principalmente por energía eléctrica. Estas UR dominan una superficie de 1.48 millones de ha, equivalente a 23.5% de la superficie de riego del país (SIUR, 1998).

Con el fin de fomentar el desarrollo agrícola, a partir de la década de 1970, el sector agropecuario recibió subsidios por diferentes conceptos, entre ellos el relativo al pago de la tarifa de energía eléctrica para el riego por bombeo. Este subsidio propició que los usuarios no tomaran verdadera conciencia del valor de la energía eléctrica ni del agua, lo que propició su mal aprovechamiento. Como ejemplo tenemos el incremento en el abatimiento de los acuíferos, lo cual puso en riesgo el desarrollo sostenido de las regiones agrícolas que utilizan el riego por bombeo, pues los costos de producción se elevaron. Para atenuar el impacto de los incrementos a la tarifa eléctrica 09, en septiembre de 1990 el Gobierno Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua, puso en marcha el Programa de Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica (UEAEE), el cual tiene como objetivo propiciar un uso más eficiente del agua y la energía eléctrica, así como corregir las distorsiones generadas en los acuíferos, pozos, sistemas de bombeo, sistemas de riego y procesos productivos (CONAGUA, 1994).

En el trabajo se propuso, a través de la rehabilitación del pozo y su sistema de bombeo (derivada de una inspección previa que señala la necesidad de rehabilitación en ambos) recuperar el gasto hidráulico del pozo. Dicho procedimiento tendría como consecuencia la reducción del tiempo de bombeo y la lámina bruta de riego; lo cual permitiría la recuperación e incremento de la productividad de la tierra y el agua por riego oportuno.

El objetivo del trabajo fue cuantificar el impacto que genera la rehabilitación del pozo y su sistema de bombeo en el sistema productivo de la unidad de riego a través de indicadores técnico-económicos que permitan evaluar la situación, sin y con proyecto.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información utilizada corresponde a datos del Sistema de Evaluación de Unidades de Riego (SISEVUR) que posee la Gerencia de Uso Eficiente del Agua y la Energía Eléctrica (GUEAEE), para UR beneficiadas a través del programa UEAEE de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Este programa recopila información sobre las inversiones realizadas en UR para las situaciones sin proyecto o antes de la inversión; con proyecto o después de la inversión y la situación incremental.

Las UR seleccionadas en el estudio corresponden a las inversiones realizadas a través del programa UEAEE, cuya fuente de aprovechamiento fue pozo profundo, ya que se rehabilitaron en su equipo o sistema de bombeo durante el periodo 1999 a 2003 en 14 entidades federativas de México. El universo de estudio incluye 1811 UR con pozo profundo que dominan una superficie de 91 230 ha detentadas por 19 576 usuarios. Estas Unidades representan 6.2% de la superficie total nacional de UR con pozo profundo. La distribución geográfica de las UR abarca las entidades de Aguascalientes, Baja California Sur, Chihuahua, Colima, Durango, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala y Zacatecas.

Se incluyen los siguientes aspectos:

- a) Inventario de Unidades de Riego de la CNA que incluye información sobre número de unidades, superficie dominada por entidad y tipo de aprovechamiento.
- b) Información de estadísticas agrícolas referentes a patrones de cultivo, superficies cosechadas, rendimientos y precios medios rurales. A través de esta información, y derivado del SISEVUR, se obtuvo el valor de la producción y la utilidad neta.
- c) Información hidrométrica correspondiente a superficie cosechada en las UR; requerimiento de riego ponderado neto; gasto hidráulico y tiempo de extracción para determinar volúmenes de riego bruto y eficiencia total de riego.
- d) Índice de Precios Implícito del Producto Interno Bruto Agropecuario (IPI del PIB Agropecuario), tomando como base el año 1993 = 100 (INEGI, 2007).

De acuerdo con el objetivo, la evaluación del impacto de las inversiones en rehabilitación del pozo y sistema de bombeo permitirá conocer la funcionalidad, operación y beneficios de los apoyos otorgados y obtener algunos indicadores básicos sobre la incidencia de los apoyos.

La evaluación de las inversiones realizadas en unidades de riego por bombeo utilizó un mismo marco metodológico, el cual consistió en: a) selección del universo de estudio; b) selección de información de unidades de riego con pozo profundo de las bases de datos del SISEVUR; c) estimación de los parámetros económicos a precios reales y a precios deflactados tomando como base el año de 1993, utilizando el IPI del PIB agropecuario; y d) análisis de indicadores económicos de productividad de los recursos agua y suelo como indicadores de beneficio en las UR.

Los indicadores utilizados son:

- Montos de inversión para la rehabilitación de los pozos y sistemas de bombeo en unidades de riego con pozo profundo (mil \$).
- Superficie beneficiada (ha). Considerando la superficie beneficiada con el proyecto de rehabilitación de la unidad de riego.
- Superficie cosechada (ha). Considerada como el total de primeros y segundos cultivos en la unidad de riego.
- Valor de la producción (mil \$). Es la suma del valor de la producción por hectárea de cada cultivo multiplicado por la superficie cosechada del mismo. Así, es el valor de la producción total obtenido en la unidad de riego.
- Utilidad neta total (mil \$). Es la suma de la utilidad neta por hectárea de cada cultivo multiplicado por la superficie cosechada del mismo. Así, es el valor de la utilidad neta total obtenida en toda la unidad de riego.
- Requerimiento de riego ponderado neto o volumen de riego neto (mil m³). Es la suma del requerimiento de riego de cada cultivo multiplicado por la superficie cosechada del mismo. Para el cálculo del volumen de riego neto se utilizó la ubicación del sitio, latitud y los datos de temperatura y precipitación mensual; y se basa en la fórmula propuesta por los investigadores Blaney y Criddle (1962), a la cual se le han incorporado las modificaciones propuestas por Doorembos y Pruitt (1976) para estimar la evapotranspiración máxima de los cultivos, con una corrección por lluvia efectiva, utilizando unos coeficientes propuestos por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (Ogrosky y Mockus, 1964), ajustados con datos de una investigación realizada por Palacios (1981).
- Gasto hidráulico (L s⁻¹). Es el caudal promedio de extracción o utilización de la fuente de abastecimiento.
- Horas de extracción (h). Es el tiempo total de extracción o utilización de agua de la fuente de abastecimiento.
- Volumen total extraído o volumen de riego bruto (mil m³). Es el volumen total de agua que se utilizó de la

fuentes de abastecimiento, de acuerdo al gasto hidráulico y las horas de extracción.

- Lámina bruta de riego (m). Es la razón entre el volumen total extraído y la superficie total cosechada.
- Eficiencia total de riego (%). Considerado como la razón entre el requerimiento de riego ponderado neto y el volumen total extraído o el cociente entre volumen de riego neto y volumen de riego bruto multiplicado por 100.
- Productividad bruta de la tierra (mil \$ ha⁻¹). Es la razón entre el valor de la producción y la superficie de primeros cultivos.
- Productividad neta de la tierra (mil \$ ha⁻¹). Es la razón entre la utilidad neta total y la superficie de primeros cultivos.
- Productividad bruta del agua (\$ m⁻³). Es la razón entre el valor de la producción y el volumen total extraído.
- Productividad neta del agua (\$ m⁻³). Es la razón entre la utilidad neta total y el volumen total extraído.

Deflactación de Valores Reales de Inversión y Producción

Los montos originales de inversión, valor de producción, utilidad y productividad, corresponden a valores corrientes realizados al momento de la inversión. Para deflactar dichos valores se utilizó el IPI del PIB Agropecuario, tomando como base el año 1993, a partir de los indicadores de estadísticas económicas del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El universo de estudio incluye las unidades de riego que alcanzaron al menos un ciclo de cultivo después de la inversión, a fin de contar con información económica y técnica que permita la evaluación del impacto de la rehabilitación del pozo y sistema de bombeo. Los datos generales de las unidades de riego evaluadas en el universo de estudio se presentan en el Cuadro 1.

Montos de Inversión

La inversión realizada en obras de rehabilitación de pozos y su equipo de bombeo corresponde al monto total de inversión (incluye las aportaciones federales, estatales y del usuario). El Cuadro 2 presenta los montos de inversión a precios corrientes y deflactados a precios de 1993. La inversión total en unidades de riego a valores

deflactados de 1993 es del orden de \$118 509 250. La inversión promedio para el conjunto de unidades de riego en estudio es de \$1299 ha⁻¹ a precios de 1993. Mientras que la inversión por unidad de riego es del orden de \$65 439 también a precios de 1993.

La evaluación de los impactos de la rehabilitación del pozo y sistema de bombeo se realizó a nivel de entidad federativa. Los indicadores técnico-económicos de evaluación se presentan tanto en la situación Sin Proyecto, Con Proyecto e Incremental y son los siguientes: superficie cosechada promedio; índice de repetición de cultivos; gasto hidráulico; valor de la producción; utilidad neta; volumen extraído; eficiencia total de riego; consumo de energía eléctrica; productividad bruta y neta de la tierra; productividad bruta y neta del agua.

Impacto Técnico de la Rehabilitación de Unidades de Riego

En el Cuadro 3 se muestran los resultados de los indicadores técnicos de la rehabilitación de unidades de riego analizadas.

Las entidades que presentan mayor incremento de superficie cosechada por unidad de riego son: Tlaxcala (20.6 ha), Michoacán (17.4 ha) y Durango (14.5 ha). Lo anterior, derivado de una mayor disponibilidad del agua y una mejor oportunidad de aplicación del riego.

Sin embargo, la variación del volumen de riego bruto por unidad de riego muestra que los estados de Sonora, Hidalgo y Colima presentan los mayores volúmenes de riego bruto por unidad de riego. Mientras que los mayores incrementos se presentan en Tlaxcala (156.03 mil m³), Durango (129.65 mil m³) y Michoacán (101.85 mil m³). Por otra parte, la reducción en las horas de extracción por unidad de riego son mayores en Colima (1 440 h), Zacatecas (1 475 h) y Sonora (1 506 h), estos dos últimos presentan las mayores recuperaciones (incremento) en el gasto hidráulico por unidad de riego. Derivado de la rehabilitación de unidades de riego con bombeo, se presenta una reducción en el consumo de energía eléctrica al reducirse considerablemente el tiempo de bombeo.

No obstante, el volumen de riego bruto por hectárea presenta los mayores valores en las entidades de Durango, Colima y Chihuahua. Mientras que importantes reducciones se presentan en Durango (4.513 mil m³ ha⁻¹), Oaxaca (3.552 mil m³ ha⁻¹), Colima (2.642 mil m³ ha⁻¹) y Tamaulipas (2.609 mil m³ ha⁻¹). Es decir, en Durango y Colima se utilizaban grandes volúmenes de riego bruto por ha y después de la rehabilitación de las unidades de riego mejoraron el uso de agua y redujeron considerablemente los volúmenes unitarios por unidad de riego. Por otra parte, la lámina bruta de riego que relaciona el volumen de riego bruto y la superficie cosechada, presenta reducciones significativas en

Cuadro 1. Datos generales de las unidades de riego del universo de estudio.

Entidad	Número de unidades de riego					Superficie beneficiada					Número de usuarios				
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
	----- ha -----														
Aguascalientes	16	17	22	28	15	564	547	556	874	408	128	92	124	148	94
Baja California Sur	16	23	46	48	18	1275	1305	3884	3564	1745	41	55	108	115	48
Chihuahua	72	102	19	69	22	2772	3583	521	2 077	680	134	268	35	119	39
Colima	32	33	2	17	6	1262	1 384	140	572	217	137	232	25	79	22
Durango	29	20	44	29	11	1112	783	1038	665	212	242	275	101	81	40
Hidalgo	22	18	18	23	7	943	755	993	1353	587	491	562	737	1153	575
Michoacán	23	10	9	10	7	1159	391	492	532	377	254	195	239	212	78
Oaxaca	13	19	34	8	4	579	592	737	174	162	354	478	426	190	198
Querétaro	19	15	15	9	9	1155	873	787	507	380	197	233	180	190	52
Sinaloa	26	16	13	21	6	1 091	677	263	910	203	98	64	16	81	20
Sonora	67	61	54	43	17	7 884	6 910	6135	5 087	2 317	578	936	765	202	268
Tamaulipas	34	19	36	19	8	772	517	1 039	495	213	54	46	160	45	26
Tlaxcala	20	20	25	20	17	992	780	1 040	786	722	865	1009	1222	986	991
Zacatecas	29	53	63	42	34	992	1434	2 205	1465	1 035	238	290	381	345	114
Total	418	426	400	386	181	22 552	20 531	19 829	19 060	9258	3811	4735	4519	3946	2565

Cuadro 2. Datos de inversión en unidades de riego rehabilitadas.

Entidad	Inversión total									
	A valores corrientes					A valores deflactados de 1993 [†]				
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
	----- Mil \$ -----									
Aguascalientes	1 505.50	2 916.92	3 801.22	4 555.77	2 144.05	604.86	1 131.14	1 449.74	1 681.56	761.04
Baja California Sur	2 721.66	4 572.69	9 390.32	10 425.24	3 918.61	1 093.48	1 773.22	3 581.36	3 848.02	1 390.93
Chihuahua	12 509.54	16 908.75	3 626.63	12 485.31	4 889.39	5 025.93	6 556.96	1 383.15	4 608.40	1 735.52
Colima	3 557.99	4 604.69	508.42	1 969.90	654.44	1 429.49	1 785.63	193.91	727.10	232.30
Durango	4 865.61	3 806.23	8 126.40	5 286.52	2 093.44	1 954.85	1 476.00	3 099.31	1 951.29	743.08
Hidalgo	3 652.32	3 604.61	4 157.26	7 006.95	1 506.61	1 467.38	1 397.81	1 585.53	2 586.31	534.78
Michoacán	4 220.31	1 763.48	2 290.23	2 340.94	1 650.06	1 695.58	683.85	873.47	864.05	585.70
Oaxaca	5 460.21	7 697.10	4 932.20	1 668.17	554.62	2 193.74	2 984.82	1 881.08	615.73	196.87
Querétaro	2 664.20	2 038.27	2 216.87	1 996.92	1 732.81	1 070.39	790.41	845.49	737.07	615.07
Sinaloa	3 025.97	2 124.16	1 581.53	2 914.19	729.11	1 215.74	823.72	603.18	1 075.64	258.80
Sonora	10 015.04	9 600.31	9 535.14	8 336.14	3 228.82	4 023.72	3 722.85	3 636.59	3 076.92	1 146.09
Tamaulipas	2 550.81	1 675.69	4 919.36	2 603.86	1 155.14	1 024.83	649.81	1 876.19	961.10	410.02
Tlaxcala	2 901.14	3 754.36	4 526.57	3 744.37	2 753.17	1 165.58	1 455.88	1 726.38	1 382.07	977.25
Zacatecas	3 790.18	6 988.69	10 752.78	6 705.39	5 816.58	1 522.77	2 710.11	4 100.98	2 475.00	2 064.63
Total	63 440.48	72 055.95	70 364.93	72 039.67	32 826.85	25 488.34	27 942.20	26 836.36	26 590.26	11 652.09

[†] Montos deflactados a precios de 1993 de acuerdo al IPI del PIB agropecuario.

Durango (-0.45 m), Oaxaca (-0.36 m), Colima (-0.26 m) y Tamaulipas (-0.25 m). Sin embargo, otras entidades incrementaron este indicador, tal es el caso de Querétaro cuya variación fue de 0.06 m; 0.06 m en Aguascalientes y 0.03 m en Sinaloa.

Los mayores incrementos en la eficiencia de riego se presentan en Oaxaca (21%) y Tamaulipas (17%); motivo por el cual estas entidades presentaron reducción en la lámina bruta de riego. Mientras que entidades como Sinaloa (-3.2%) y Querétaro (-0.7%) presentan una reducción en la eficiencia total de riego con el consecuente incremento de la lámina bruta de riego.

Impacto Económico de la Rehabilitación de Unidades de Riego

En el Cuadro 4 se presentan los indicadores económicos de la rehabilitación de Unidades de Riego. Los mayores incrementos en la productividad bruta de la tierra se presentan en Baja California Sur (\$ 5210 ha⁻¹), Hidalgo (\$ 4870 ha⁻¹) y Michoacán (\$ 4260 ha⁻¹). Mientras que el estado de Chihuahua presenta una reducción en \$330 ha⁻¹. La productividad neta de la tierra en todas las entidades federativas incrementa, sobre todo en Michoacán (\$ 4510 ha⁻¹), Baja California Sur (\$ 3650 ha⁻¹) e Hidalgo (\$ 3040 ha⁻¹).

La productividad bruta del agua muestra tendencia a la alza en todos los estados considerados en la

evaluación. Los mayores incrementos se presentan en las entidades de Baja California Sur (\$ 0.79 m³), Hidalgo (\$ 0.75 m³) y Michoacán (\$ 0.72 m³). Mientras que la productividad neta del agua muestra incremento en todas las entidades federativas de la evaluación. Los mayores se presentan en Hidalgo (\$ 0.69 m³), Zacatecas (\$ 0.58 m³) y Michoacán (\$ 0.55 m³).

CONCLUSIONES

- Los resultados muestran que, a través de las inversiones en la rehabilitación de unidades de riego por bombeo a nivel nacional, el gasto hidráulico por unidad de riego se recupera en promedio 16 L s⁻¹ al pasar de 27 L s⁻¹ (sin proyecto) a 43 L s⁻¹ (con proyecto). Por otra parte, el tiempo de bombeo se reduce a 740 h por unidad de riego, en promedio; pues pasa de 2898 h (sin proyecto) a 2158 h (con proyecto). Con la modernización del riego se mejora la conducción y la aplicación del agua, por lo que la lámina bruta de riego se reduce ligeramente al pasar de 0.95 m (sin proyecto) a 0.91 m (con proyecto), con un mínimo incremento en la eficiencia total de riego que pasa de 59% (sin proyecto) a 61% (con proyecto). Aun cuando el volumen bruto de riego por unidad de riego se incrementa de 281.69 mil m³ a 334.06 mil m³ y la superficie cosechada por unidad de riego pasa de 29.8 ha (sin proyecto) a 36.6 ha (con proyecto), el volumen de riego bruto por

Cuadro 3. Indicadores técnicos en unidades de riego por bombeo rehabilitadas, en el periodo 1999 a 2003.

Entidad	Número de unidades	Situación	Superficie cosechada	Gasto hidráulico	Horas de extracción	Volumen de riego por UR		Lámina bruta de riego	Eficiencia total de riego
			por UR	por UR	por UR	Neto	Bruto	m	%
			ha	L s ⁻¹	h	Mil m ³			
Aguascalientes	98	Sin Proyecto	23.1	12	3 511	80.82	151.68	0.66	53
		Con Proyecto	28.5	25	2 268	113.00	204.12	0.72	55
		Incremental	5.4	13	-1 243	32.18	52.44	0.06	2
Baja California Sur	151	Sin Proyecto	27.8	31	2 453	191.95	273.75	0.98	70
		Con Proyecto	32.5	41	1 881	215.59	277.64	0.85	78
		Incremental	4.7	10	-572	23.64	3.89	-0.13	8
Chihuahua	284	Sin Proyecto	17	25	2 540	135.64	228.60	1.34	59
		Con Proyecto	22.0	41	1 938	172.31	286.05	1.30	60
		Incremental	5.0	16	-602	36.67	57.45	-0.04	1
Colima	90	Sin Proyecto	25.7	29	3 475	197.92	362.79	1.41	55
		Con Proyecto	33.2	52	2 035	243.7	380.95	1.15	64
		Incremental	7.5	23	-1 440	45.78	18.16	-0.26	9
Durango	133	Sin Proyecto	6.8	19	1 548	57.23	105.88	1.56	54
		Con Proyecto	21.3	29	2 256	139.51	235.53	1.11	59
		Incremental	14.5	10	708	82.28	129.65	-0.45	5
Hidalgo	88	Sin Proyecto	47.8	30	3 977	243.1	429.52	0.90	57
		Con Proyecto	57.7	38	3 486	293.93	476.88	0.83	62
		Incremental	9.9	8	-491	50.83	47.36	-0.07	5
Michoacán	59	Sin Proyecto	26.6	33	1 479	84.00	175.71	0.66	48
		Con Proyecto	44.0	43	1 793	155.18	277.56	0.63	56
		Incremental	17.4	10	314	71.18	101.85	-0.03	8
Oaxaca	78	Sin Proyecto	18.4	25	2 290	86.28	206.1	1.12	42
		Con Proyecto	26.8	31	1 844	128.99	205.79	0.77	63
		Incremental	8.4	6	-446	42.71	-0.31	-0.35	21
Querétaro	67	Sin Proyecto	42.8	22	3 919	183.74	310.38	0.73	59
		Con Proyecto	44.8	38	2 590	204.21	354.31	0.79	58
		Incremental	2.0	16	-1 329	20.47	43.93	0.06	-1
Sinaloa	82	Sin Proyecto	33.5	40	1 470	156.45	211.68	0.63	74
		Con Proyecto	37.3	43	1 579	172.87	244.43	0.66	71
		Incremental	3.8	3	109	16.42	32.75	0.03	-3
Sonora	242	Sin Proyecto	63.8	51	3 365	354.58	617.81	0.97	57
		Con Proyecto	69.9	95	1 859	385.6	635.78	0.91	61
		Incremental	6.1	44	-1 506	31.02	17.97	-0.06	4
Tamaulipas	116	Sin Proyecto	25.9	24	3 680	196.05	317.95	1.23	62
		Con Proyecto	25.8	22	3 149	196.58	249.4	0.97	79
		Incremental	-0.1	-2	-531	0.53	-68.55	-0.26	17
Tlaxcala	102	Sin Proyecto	20.5	18	2 673	106.22	173.21	0.84	61
		Con Proyecto	41.1	39	2 345	201.26	329.24	0.80	61
		Incremental	20.6	21	-328	95.04	156.03	-0.04	0
Zacatecas	221	Sin Proyecto	27.5	15	3 531	102.06	190.67	0.69	54
		Con Proyecto	30.1	25	2 056	107.52	185.04	0.61	58
		Incremental	2.6	10	-1 475	5.46	-5.63	-0.08	4
Promedio general	1 811	Sin Proyecto	29.8	27	2 898	166.21	281.69	0.95	59
		Con Proyecto	36.6	43	2 158	202.32	334.06	0.91	61
		Incremental	6.8	16	-740	36.11	52.37	-0.04	2

Cuadro 4. Indicadores económicos en unidades de riego por bombeo, rehabilitadas en el periodo 1999 a 2003†.

Entidad	Situación	Valor de la Producción por UR	Utilidad Neta por UR	Productividad de la tierra		Productividad del agua	
				Bruta	Neta	Bruta	Neta
		- - - Mil \$ - - -	- - -	- - Mil \$ ha ⁻¹ - -	- -	- - Mil \$ m ⁻³ - -	- -
Aguascalientes	Sin Proyecto	156.76	82.37	6.79	3.57	1.03	0.54
	Con Proyecto	222.69	120.01	7.81	4.21	1.09	0.59
	Incremental	65.93	37.64	1.02	0.64	0.06	0.05
Baja California Sur	Sin Proyecto	320.10	135.62	11.51	4.88	1.17	0.50
	Con Proyecto	543.50	277.17	16.72	8.53	1.96	1.00
	Incremental	223.40	141.55	5.21	3.65	0.79	0.50
Chihuahua	Sin Proyecto	151.37	31.83	8.90	1.87	0.66	0.14
	Con Proyecto	188.59	72.75	8.57	3.31	0.66	0.25
	Incremental	37.22	40.92	-0.33	1.44	0.00	0.11
Colima	Sin Proyecto	236.44	88.43	9.20	3.44	0.65	0.24
	Con Proyecto	425.93	185.16	12.83	5.58	1.12	0.49
	Incremental	189.49	96.73	3.63	2.14	0.47	0.25
Durango	Sin Proyecto	26.30	7.43	3.87	1.09	0.25	0.07
	Con Proyecto	85.46	38.71	4.01	1.82	0.36	0.16
	Incremental	59.16	31.28	0.14	0.73	0.11	0.09
Hidalgo	Sin Proyecto	815.62	667.47	17.06	13.96	1.90	1.55
	Con Proyecto	1 265.48	1 066.95	21.93	18.49	2.65	2.24
	Incremental	449.86	399.48	4.87	4.53	0.75	0.69
Michoacán	Sin Proyecto	170.08	80.96	6.39	3.04	0.97	0.46
	Con Proyecto	468.46	281.56	10.65	6.40	1.69	1.01
	Incremental	298.38	200.6	4.26	3.36	0.72	0.55
Oaxaca	Sin Proyecto	149.08	82.98	8.10	4.51	0.72	0.40
	Con Proyecto	266.34	160.46	9.94	5.99	1.29	0.78
	Incremental	117.26	77.48	1.84	1.48	0.57	0.38
Querétaro	Sin Proyecto	239.08	137.13	5.59	3.20	0.77	0.44
	Con Proyecto	296.93	173.43	6.63	3.87	0.84	0.49
	Incremental	57.85	36.3	1.04	0.67	0.07	0.05
Sinaloa	Sin Proyecto	155.44	44.58	4.64	1.33	0.73	0.21
	Con Proyecto	270.73	124.87	7.26	3.35	1.11	0.51
	Incremental	115.29	80.29	2.62	2.02	0.38	0.30
Sonora	Sin Proyecto	660.23	286.64	10.35	4.49	1.07	0.46
	Con Proyecto	757.65	332.47	10.84	4.76	1.19	0.52
	Incremental	97.42	45.83	0.49	0.27	0.12	0.06
Tamaulipas	Sin Proyecto	70.27	-27.93	2.71	-1.08	0.22	-0.09
	Con Proyecto	103.59	45.3	4.02	1.76	0.42	0.18
	Incremental	33.32	73.23	1.31	2.84	0.2	0.27
Tlaxcala	Sin Proyecto	54.51	-4.64	2.66	-0.23	0.31	-0.03
	Con Proyecto	238.58	119.96	5.8	2.92	0.72	0.36
	Incremental	184.07	124.6	3.14	3.15	0.41	0.39
Zacatecas	Sin Proyecto	256.04	134.10	9.31	4.88	1.34	0.70
	Con Proyecto	401.20	236.02	13.33	7.84	2.17	1.28
	Incremental	145.16	101.92	4.02	2.96	0.83	0.58
Promedio general	Sin Proyecto	267.11	124.05	8.96	4.16	0.95	0.44
	Con Proyecto	396.13	215.94	10.82	5.9	1.19	0.65
	Incremental	129.02	91.89	1.86	1.74	0.24	0.21

† Montos en miles de pesos deflactados a precios de 1993 de acuerdo al IPI del PIB del Sector agropecuario.

hectárea se reduce ligeramente al pasar de 9.5 mil m³ a 9.1 mil m³.

- La productividad bruta de la tierra presentó un incremento general del orden de \$1860 ha⁻¹, mientras que en la productividad neta de la tierra el incremento fue del orden de \$1740 ha⁻¹. La productividad bruta del agua presentó un incremento de \$0.24 m⁻³ y la productividad neta del agua se incrementó en \$0.21 m⁻³.
- El presente estudio sirve como referencia y parámetro comparativo para la evaluación del impacto de la rehabilitación de la infraestructura de riego en el caso específico de unidades de riego por bombeo.

LITERATURA CITADA

- Blaney, H. F. and W. D. Criddle, 1962. Determining consumptive use and irrigation water requirements. USDA (ARS), Tech. Bull. 1275. Washington, DC, USA.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 1994. Uso eficiente del agua y la energía eléctrica. CONAGUA. México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2005. Estadísticas del agua en México. Síntesis. Sistema Unificado de Información Básica del Agua. CONAGUA. México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2006. Estadísticas agrícolas de los Distritos de Riego. Año Agrícola 2004-2005. Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola. Gerencia de Distritos y Unidades de Riego. México, D.F.
- Doorembos, J. y W. O. Pruitt. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudios de riego y drenaje No 24. FAO. Roma.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2007. Sistema de cuentas nacionales. Producto interno bruto trimestral. Índice de precios implícitos por sector de actividad económica. <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVA10000700040010#ARBOL> (Consulta: marzo 5, 2007).
- Ogrosky, H. O. y V. Mockus 1964. Hidrology of agricultural lands. Handbook of applied hydrology. Ven Te Chow (ed.). McGraw Hill. NY, USA.
- Palacios V., E. 1981. Response functions of crop yield to soil moisture stress. Water Res. Bull. 17: 699-703.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). 2006. Información Agrícola de los años 1980 a 2005. SAGARPA. México, D.F.
- Sistema de Información de Unidades de Riego (SIUR). 1998. Catálogo de unidades de riego a nivel nacional. CNA. México, D.F.