

Sectorización, recuperación de caudales y su impacto en el consumo energético



Por Leonel H. Ochoa Alejo

1er Seminario Nacional de uso eficiente de energía y agua en organismos operadores de agua y saneamiento

9 y 10 de diciembre de 2003



Un sistema de agua potable consume energía eléctrica por el uso de equipos de bombeo principalmente

$$\text{Potencia} = \frac{9.8 \gamma Q H_b}{\eta}$$



Costo de Bombeo anual = C_{kw} x Potencia x No. horas anuales

$$\text{Potencia} = \frac{9.8 \gamma Q H_b}{\eta}$$

El exceso de consumo de energía se presenta cuando:

- Los equipos se deterioran y pierden eficiencia



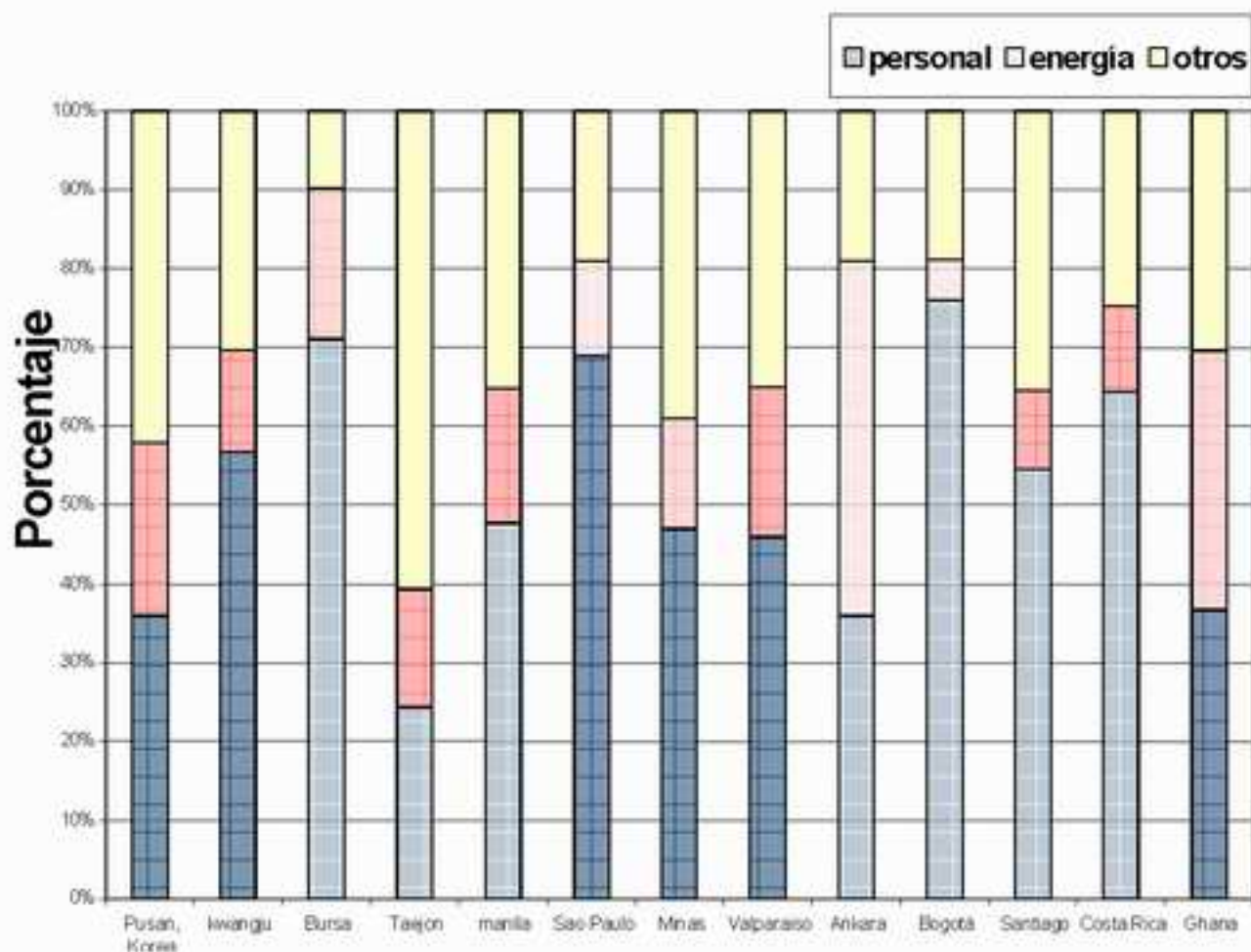
- La carga H_{bombeo} aumenta por deterioro de las tuberías



- El caudal de agua aumenta por las fugas



Porcentajes de costo publicados por el Banco Mundial

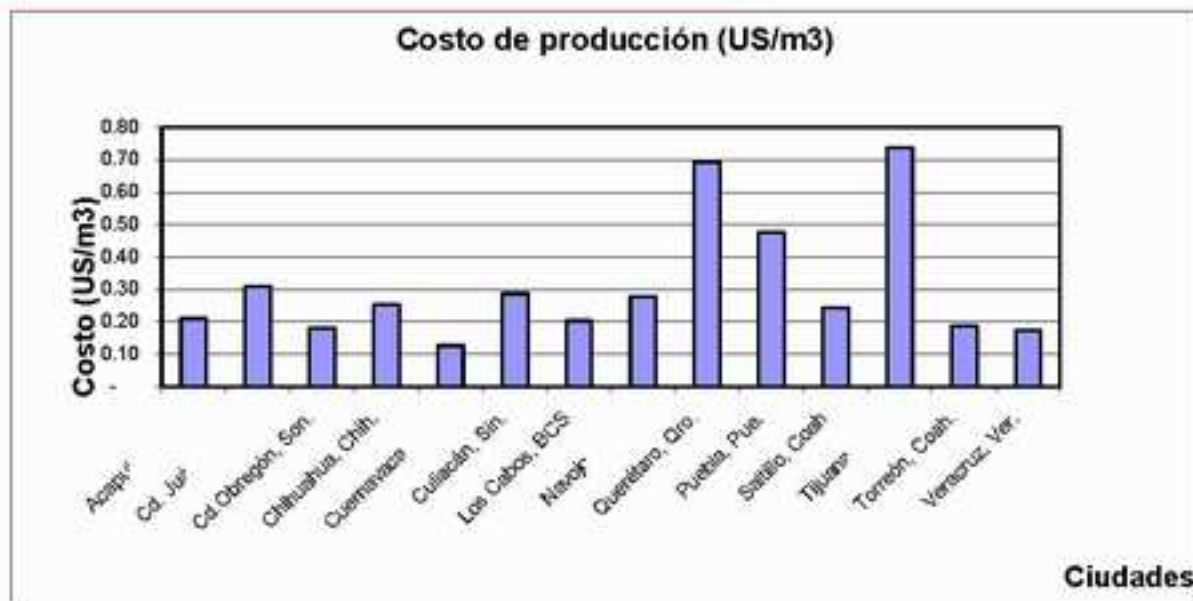
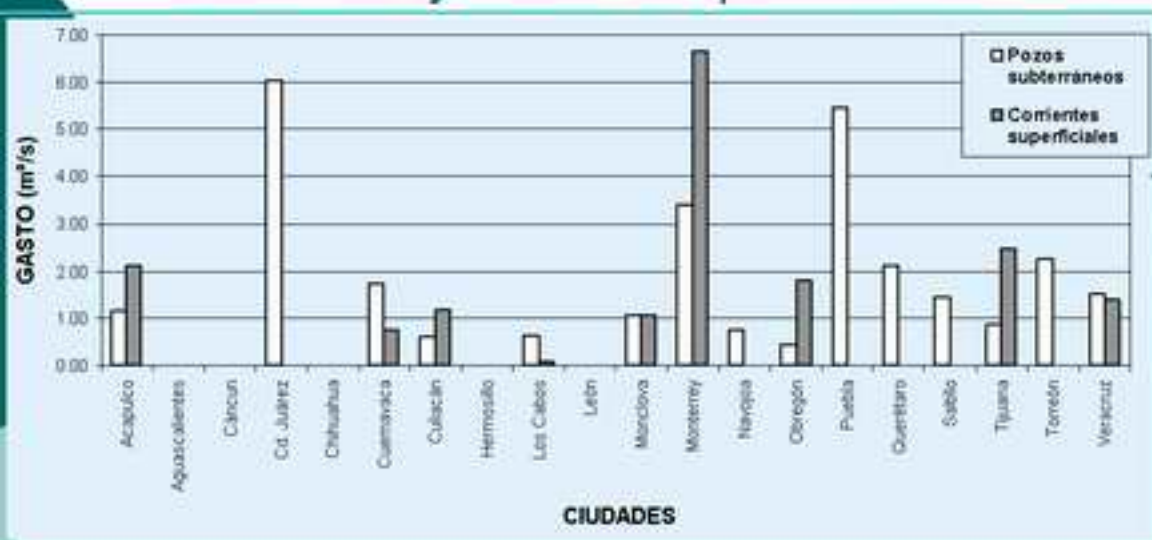


Valores del Costo de Operación de Sistemas de Agua Potable (Banco Mundial)

CONCEPTO	BAJO %	PROMEDIO %	ALTO %
Personal	11.10	46.00	73.40
Energía	5.30	18.40	44.00
Otros	11.50	35.60	63.60



Caudales y costos de producción en ciudades de México



Costo unitario de producción de agua por proceso promedio en ciudades de México

Proceso	Costo anual ejercido en el proceso (US\$)	Volumen anual de agua manejado en el proceso (m3)	Costo unitario por proceso (\$/m3)	Costo unitario por proceso (US\$/m3)
Captación	6,248,623	20'380,932.00	2.85	0.3
Conducción	567,607	6'182,640.00	0.855	0.09
Potabilización	274,388	-----	-----	-----
Almacenamiento	717,785	-----	-----	-----
Distribución	3,067,332	7'191,040.40	3.99	0.42
Costo total de producción	10,875,736	20'380,932.00	5.04	0.53
Saneamiento	815,374	6'112,384.34	1.24	0.13

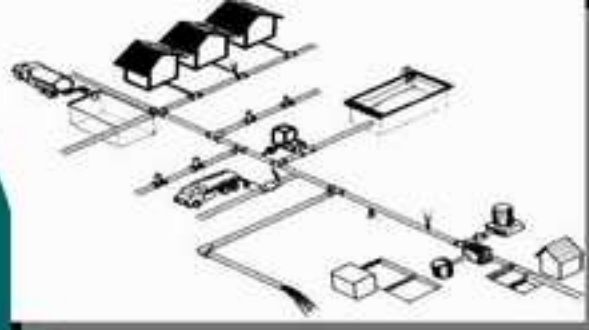
i Por lo tanto, se deben ejecutar acciones encaminadas a reducir los costos de producción de agua en ciudades con una capacidad importante de bombeo, a través de programas de:

1) Mejoramiento de la eficiencia electromecánica de los equipos

2) Rehabilitación de tuberías de conducción

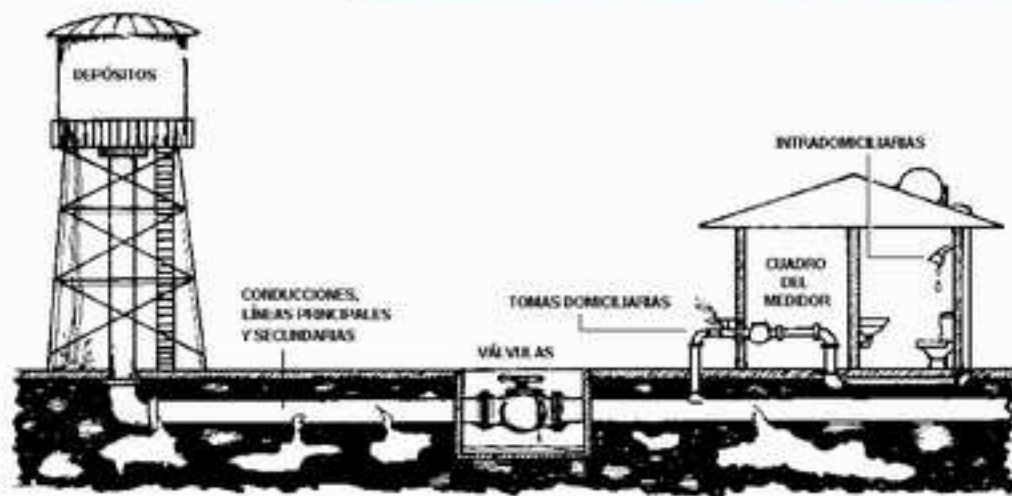
3) Reducción de pérdidas físicas !



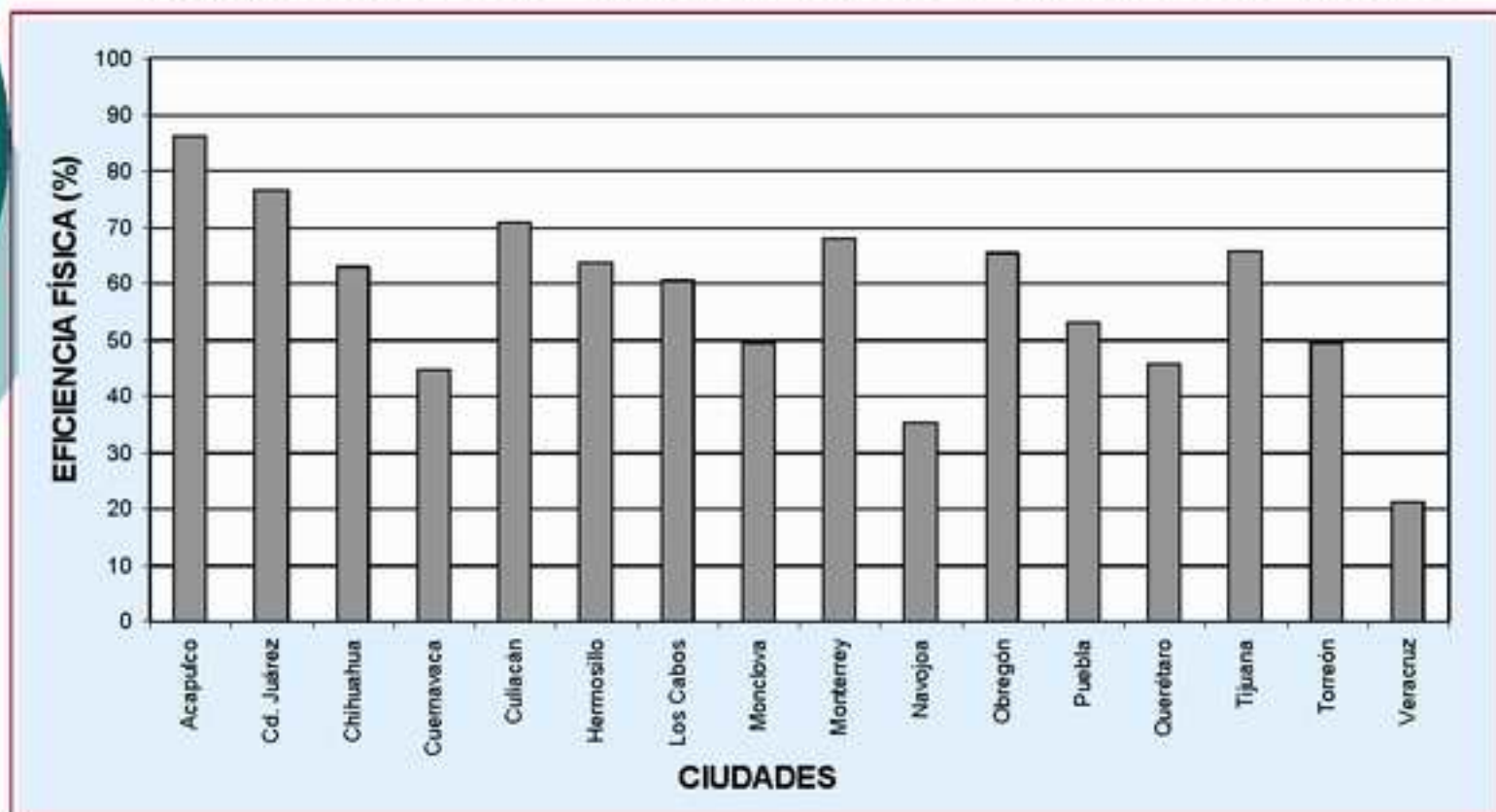


EFFECTOS DE LAS FUGAS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE

- > Desperdicio de agua
- > Contaminación de agua
- > Aumento del consumo de cloro
- > Aumento del consumo de energía eléctrica
- > Mala imagen institucional
- > Aumento del riesgo de la infraestructura



Algunos datos de eficiencia física en ciudades de México



$$E_{\text{física}} = \frac{\text{Volumen facturado}}{\text{Volumen producido}} \times 100$$

Proyecto CEA - IMTA



OBJETIVO

Incrementar la
eficiencia física en
32 células de
distribución de agua
potable

Número y nombre de las células ejecutadas





<i>Por : La CEA de Querétaro</i>	<i>Por : Ingeniería Integral del Agua, S.A. de C.V.</i>	<i>Por : Consultoría 80, S.A. de C.V.</i>	<i>Por : Eco Ingeniería, S.A. de C.V.</i>
# 9 Las Azucenas	# 1 Jurica P/A	# 11 San Pedro Martir	# 2 Jurica P/M
# 17 Menchaca P/B	# 7 Satélite	# 55 Insurgentes	# 3 Jurica P/B
# 18 Menchaca P/M	# 8 Cerrito Colorado	# 62 Sta. Mónica II	# 12 La Esmeralda
# 19 Menchaca P/A	# 10 Villas de Guadalupe	# 97 Lomas de C. B. P/B	# 58 El Rocío
# 20 Victoria Popular	# 128 La Loma	# 100 Reforma Agraria P/B	# 61 Sta. Mónica I
# 29 Bolaños P/B		# 101 Reforma Agraria P/A	# 64 Sta. Ma. Magdalena
# 66 Arteaga		# 102 Lomas de C. B. P/A	# 80 Centro Expositor
# 65 Las Teresas			# 96 Lázaro Cárdenas
# 84 Jardines de la Hda. P/B			
# 88 Jardines de la Hda. P/A			
# 89 El Pocito			
# 111 Francisco Villa			
12 CÉLULAS	5 CÉLULAS	7 CÉLULAS	8 CÉLULAS

Método técnico de trabajo



Actualización y digitalización del padrón de usuarios y catastro de redes

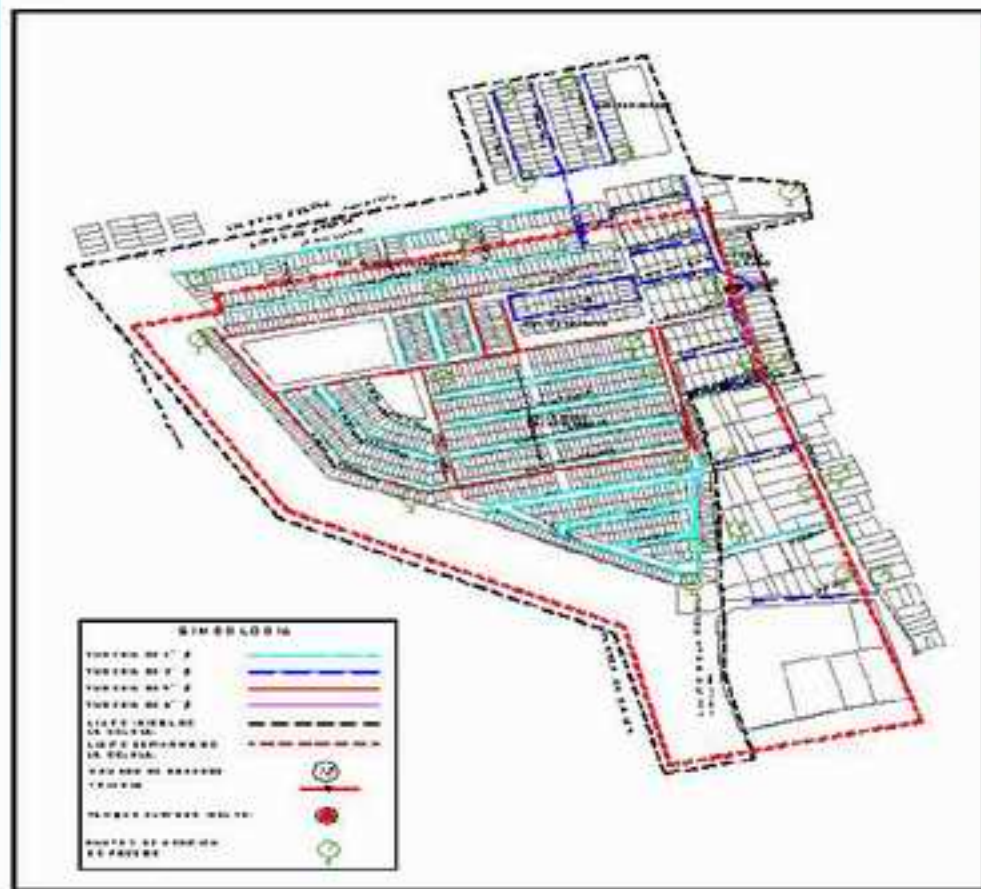
-  **Usuarios Clandestinos**
-  **Predios Contratados**



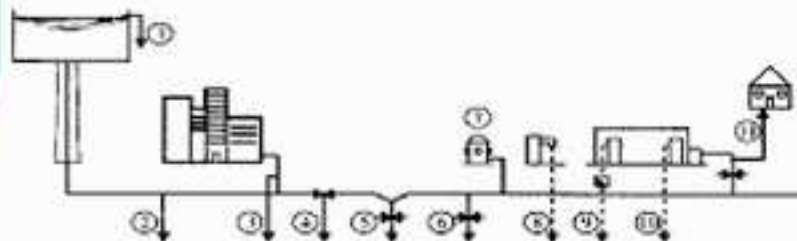
Localización de pozos de abastecimiento y medidores existentes



Verificación del aislamiento de la célula



Balance de agua Célula Querétaro



- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Pérdidas por el calentamiento | 7. Pérdidas en los hidrantes |
| 2. Pérdidas por la coacción | 8. Agua desperdiciada en fuentes |
| 3. Pérdidas en válvulas | 9. Medidor defectuoso |
| 4. Pérdidas en conexiones | 10. Agua desperdiciada en los usuarios sin medidor |
| 5. Pérdidas en conexiones de fugas | 11. Pérdidas por tomas clandestinas |
| 6. Pérdidas en purga final de la red | |



Localización y reparación de fugas visibles e identificación de usos no autorizados



Prueba de cierre y evaluación de eficiencia física



¿Y cuáles fueron los resultados globales de todo el proyecto?



Características de células eficientadas



No. DE CÉLULA	NOMBRE DE LA CÉLULA.	TOTAL DE HABITANTES	TOTAL DE PREDIOS	PREDIOS BALDÍOS	TOMAS TOTALES	TOMAS POR REGULARIZAR	TOMAS BAJO CONTRATO
01	Junca parte alta	1720	475	127	348	4	344
02	Junca parte media	3905	894	113	781	0	781
03	Junca parte baja	3735	1097	260	747	0	747
07	Satélite	10250	2707	657	2050	195	1855
08	Centro Colorado	26850	6703	1333	5370	14	5356
09	Las Azucenas	17755	3888	295	3593	42	3551
10	Villas de Guadalupe	33200	7450	564	6886	246	6640
11	San Pedro Martir	1859	395	0	395	0	395
12	La Esmeralda	3745	1017	92	925	178	747
17	Menchaca P/B	1595	383	10	373	54	319
18	Menchaca P/M	3875	917	32	885	110	775
19	Menchaca P/A	4075	1080	218	872	57	815
20	Victoria Popular	1340	288	15	273	5	268
29	Bolafos P/B	1930	369	9	360	4	356
55	Insurgentes	11355	2415	96	2319	0	2319
58	El Rocio	26230	5500	118	5393	147	5246
61	Sta. Mónica I	16185	3252	15	3237	0	3237
62	Sta. Mónica II	11066	2314	3	2311	0	2311
64	Sta. Ma. Magdalena	4285	1031	174	857	0	857
65	Las Teresas	8945	1900	30	1814	0	1814
66	Arteaga	5485	1376	251	1125	28	1097
80	Centro Expositor	11165	2272	39	2233	0	2233
84	Jardines de la Hda. P/B	6150	1310	88	1230	0	1230
88	Jardines de la Hda. P/A	3215	705	58	647	4	643
89	El poote	4275	992	117	875	20	855
96	Lázaro Cárdenas	14270	2929	75	2854	12	2842
97	Lomas de C. B. P/B	13872	3038	0	3038	0	3038
100	Reforma Agraria P/B	8090	1829	0	1829	0	1829
101	Reforma Agraria P/A	14457	3072	2	3070	0	3070
102	Lomas de C. B. P/A	26386	5834	0	5834	0	5834
111	Francisco Villa	2310	572	4	568	108	462
128	La Loma	5505	1756	655	1101	93	1008
	TOTALES	309,020	69,544	5,511	64,003	1,319	62,714
	EN PORCENTAJE		100 %	8 %	92 %	2 %	98 %

Volúmenes producidos



Empresa ejecutora	No. de Célula	Volumen Diario Promedio m ³ /día	Volumen Mensual Promedio m ³ /mes	Volumen Anual en m ³ /año	Número de tomas domiciliarias	Dotación m ³ /mes/toma
V.I.D	9	1,899	57,761	693,135	3,593	16,1
	17	280	8,522	102,264	373	22,8
	18	938	28,526	342,308	885	32,2
	19	1,178	35,842	430,105	872	41,1
	20	139	4,216	50,589	273	15,4
	29	383	11,647	139,759	390	29,9
	65	1,781	54,182	650,181	1,814	29,9
	66	1,411	42,915	514,983	1,125	38,1
	84	1,358	41,300	495,599	1,230	33,6
	88	949	28,856	346,274	647	44,6
	89	769	23,390	280,685	875	26,7
111	733	22,289	267,469	568	39,2	
ECO Ingeniería	2	962	29,263	351,150	781	37,5
	3	1,931	58,736	704,830	747	78,6
	12	348	10,593	127,121	925	11,5
	58	2,805	85,331	1,023,974	5,393	15,8
	61	3,619	110,087	1,321,043	3,237	34,0
	64	2,811	85,489	1,025,866	857	99,8
	80	3,479	105,830	1,269,955	2,233	47,4
96	2,114	64,308	771,694	2,854	22,5	
Ingeniería Integral	1	1,222	37,157	445,884	348	106,8
	8	3,240	98,550	1,182,600	5,370	18,4
	10	4,622	140,598	1,687,176	6,886	20,4
	7	6,457	196,388	2,356,659	2,050	95,8
	128	350	10,633	127,397	1,101	9,7
Consultoría 80	11	476	14,466	173,598	395	36,6
	55	1,101	33,500	401,996	2,319	14,4
	62	1,599	48,632	583,586	2,311	21,0
	97	2,080	63,280	759,358	3,038	20,8
	100	1,528	46,476	557,711	1,639	28,4
	101	2,739	83,315	999,786	3,070	27,1
	102	8,499	258,504	3,102,051	5,834	44,3
	SUMA	63,800	1,940,582	23,286,986	64,033	1160,5
	PROMEDIO POR CÉLULA		1,994	60,643	727,718	2,001

Volúmenes facturados



Empresa	Célula	Consumo Medido m ³ /año	Consumo Estimado m ³ /año	Consumo Facturado m ³ /año	Consumo Promedio Mensual Fact. m ³ /mes	Consumo Promedio Mensual m ³ /toma/mes	Consumo Promedio unitario litros/hab/día
V.E.O	9	184,926.0	49,348.0	234,237.0	19,519.8	5.4	35.7
	17	34,533.0	12,244.0	46,777.0	3,898.1	10.5	68.7
	18	78,459.0	28,971.0	107,430.0	8,952.5	10.1	66.5
	19	62,422.0	23,793.0	86,211.0	7,184.3	8.2	54.2
	20	22,486.0	21,169.0	34,665.0	2,888.8	10.6	69.6
	29	48,512.0	18,817.0	67,329.0	5,610.8	14.4	94.6
	65	182,889.0	123,686.0	306,575.0	25,547.9	14.1	92.6
	66	64,891.0	25,227.0	90,118.0	7,509.8	6.7	43.9
	84	194,295.0	60,642.0	254,937.0	21,244.8	17.3	113.6
	88	146,868.0	50,032.0	196,920.0	16,410.0	25.4	166.8
	89	119,066.0	44,785.0	163,851.0	13,654.3	15.6	102.6
111	7,426.0	8,220.0	15,646.0	1,303.8	2.3	15.1	
ECO Ingeniería	2	264,058.0	65,261.0	329,319.0	27,443.3	35.1	231.0
	3	276,319.0	77,203.0	353,522.0	29,460.2	39.4	259.3
	12	22,826.0	26,595.0	49,421.0	4,118.4	4.5	29.3
	58	612,616.0	168,208.0	780,824.0	65,068.7	12.1	79.3
	61	319,506.0	98,526.0	418,032.0	34,836.0	10.8	70.8
	64	166.0	187,910.0	188,076.0	15,673.0	18.3	120.3
	80	525,072.3	19,269.7	544,342.0	45,361.8	20.3	133.6
96	366,353.0	116,072.0	482,425.0	40,202.1	14.1	92.6	
Ingeniería Integral	1	174,081	43,007	217,088.0	18,090.7	52.0	341.8
	8	776,203.0	183,264.0	959,467.0	79,955.6	14.9	97.9
	10	634,826.0	145,938.0	780,764.0	65,063.7	9.4	62.1
	7	280,151.0	98,662.0	378,813.0	31,567.8	15.4	101.3
	128	72,952.9	30,153.7	103,106.6	8,592.2	7.8	51.3
Consultoría 80	11	41,971.0	21,764.0	63,735.0	5,311.3	13.4	88.4
	55	212,711.0	64,459.0	277,170.0	23,097.5	10.0	65.5
	62	375,213.0	61,735.0	436,948.0	36,412.3	15.8	103.6
	97	462,496.0	175,366.0	637,862.0	53,155.2	17.5	115.0
	100	231,849.0	39,974.0	271,823.0	22,651.9	13.8	90.9
	101	447,975.0	81,694.0	529,669.0	44,139.1	14.4	94.5
102	799,528.0	289,474.0	1,089,002.0	90,750.2	15.6	102.3	
	SUMA	8,043,646.2	2,461,469.4	10,498,104.6	874,675.4	495.0	3,254.7
	PROMEDIO POR CÉLULA	2'513,63.9	76,920.9	328,003.3	27,333.6	15.5	101.7

Pérdidas iniciales



DATOS DE LA CÉLULA		DISTRIBUCIÓN DE LAS PÉRDIDAS INICIALES					EFICIENCIA
No.	Nombre	TOMAS (%)	TUBOS (%)	NO AUTORIZADOS (%)	IDENTIFICADAS (%)	PERDIDAS TOTALES (%)	(%)
01	Juasca parte alta	15	6	25	0	46	54
02	Juasca parte media	2	1	1	0	4	96
03	Juasca parte baja	24	8	15	0	47	53
07	Sañilte	31	2	26	0	69	31
08	Cerrito Colorado	17	2	0	0	19	81
09	Las Arzucenas	29	4	29	2	64	36
10	Villas de Guadalupe	8	1	19	0	28	72
11	San Pedro Martir	17	9	32	0	58	42
12	La Esmeralda	3	3	52	0	58	42
17	Menchaca P/B	2	46	2	0	50	50
18	Menchaca P/M	19	7	26	11	63	37
19	Menchaca P/A	33	4	33	8	78	22
20	Victoria Popular	12	2	12	14	40	69
29	Bolaños P/B	14	3	14	17	48	52
55	Insurgentes	6	11	7	0	24	76
58	El Rocio	6	2	4	0	12	88
61	Sta. Mónica I	32	10	20	0	62	38
62	Sta. Mónica II	11	2	11	0	24	76
64	Sta. Ma. Magdalena	41	14	27	0	82	18
65	Las Terezas	13	10	12	6	46	54
66	Arriaga	36	4	36	5	81	19
80	Centro Expositor	26	8	16	0	50	50
84	Jardines de la Hda. P/B	15	6	21	3	45	55
88	Jardines de la Hda. P/A	16	2	17	3	38	62
89	El pozo	15	2	16	4	37	63
96	Lázaro Cárdenas	11	3	7	0	21	79
97	Lomas de C. B. P/B	7	1	6	0	14	86
100	Reforma Agraria P/B	24	10	15	0	49	51
101	Reforma Agraria P/A	22	9	14	0	45	55
102	Lomas de C. B. P/A	33	12	19	0	64	36
111	Francisco Villa	34	13	46	0	93	7
128	La Loma P/A	9	1	0	11	21	79
	PÉRDIDAS PROMEDIO	18	7	18	3	46	54

Fugas eliminadas

DATOS DE LA CÉLULA		NÚMERO DE FUGAS POR TIPO DE FALLA					No. DE FUGAS POR CÉLULA
No.	Nombre	Llaves de paso	Medidores	Tomos	Válvulas	Tuberías	Totales
01	Jurica parte alta	23	3	3	2	1	32
02	Jurica parte media	13	0	7	9	4	33
03	Jurica parte baja	30	2	5	10	3	50
07	Sañete	184	21	27	17	3	252
08	Cerrito Colorado	157	37	6	44	6	250
09	Las Azucenas	166	80	2	3	-	251
10	Villas de Guadalupe	130	35	23	5	3	196
11	San Pedro Martir	41	7	26	0	3	77
12	La Esmeralda	56	2	17	0	0	75
17	Menchaca P/B	33	0	0	0	1	34
18	Menchaca P/M	163	131	3	9	2	308
19	Menchaca P/A	154	134	0	5	0	293
20	Victoria Popular	71	19	1	4	6	101
29	Bolaños P/B	63	1	0	1	0	65
55	Insurgentes	201	14	20	2	14	251
58	El Rocio	103	17	36	14	4	174
61	Sta. Mónica i	64	2	7	11	10	94
62	Sta. Mónica ii	169	17	17	4	0	207
64	Sta. Ma. Magdalena	79	0	9	5	4	97
65	Las Teresas	178	51	14	6	1	250
66	Arteaga	177	48	1	3	0	229
80	Centro Expositor	76	1	6	6	5	94
84	Jardines de la Hda. P/B	130	201	2	7	1	341
88	Jardines de la Hda. P/A	10	117	0	1	0	128
89	El pocito	116	31	0	0	1	148
96	Lázaro Cárdenas	253	10	4	20	6	293
97	Lomas de C. B. P/B	67	0	30	12	2	111
100	Reforma Agraria P/B	70	27	17	2	6	122
101	Reforma Agraria P/A	101	26	9	14	4	154
102	Lomas de C. B. P/A	375	6	27	50	4	462
111	Francisco Villa	10	79	77	0	0	166
128	La Loma P/A	2	0	0	0	1	3
	TOTAL DE FUGAS ELIMINADAS	3,465	1,119	396	266	95	5,341
	EN PORCENTAJE	65 %	21 %	7 %	5 %	2 %	100



Volumen y monto por fugas eliminadas



No.	Nombre	Total de fugas Reparadas	Gasto recuperado (l/s)	Volumen perdido anual (m ³ /año)	Costo de producción (m ³)	No. de personas con servicio de agua (*)	Importe recuperado anual (\$)
01	Jurica parte alta	32	2.01	65,412	3.84	1158	243,989
02	Jurica parte media	33	0.25	8,123	7.64	111	62,964
03	Jurica parte baja	50	0.19	6,212	8.98	85	55,780
07	Sauzón	252	5.67	178,875	3.84	3267	686,881
08	Centro Colorado	250	3.00	94,608	3.84	1728	363,294
09	Las Arceutas	251	3.87	122,161	3.84	1673	469,098
10	Villas de Guadalupe	196	2.27	71,889	3.84	1313	276,055
11	San Pedro Martir	77	1.89	59,839	6.38	820	381,726
12	La Esperanza	75	0.12	3,866	3.08	53	11,908
17	Monchaca P/B	34	0.93	29,530	3.84	404	133,295
18	Monchaca P/M	308	4.97	156,957	3.84	2130	602,713
19	Monchaca P/A	293	3.50	110,584	3.84	1514	424,643
20	Victoria Popular	101	2.39	75,680	3.84	1036	290,611
29	Dolafos P/B	65	1.34	42,283	3.84	579	162,367
55	Insurgentes	251	1.85	58,511	6.38	801	373,305
58	El Rocío	174	0.38	12,056	2.69	365	32,431
61	Sta. Mónica I	94	1.85	58,426	5.32	800	322,513
62	Sta. Mónica II	207	0.62	19,700	6.38	270	123,729
64	Sta. Ma. Magdalena	97	0.32	10,116	6.65	138	62,276
65	Las Terras	250	1.36	43,182	6.38	391	275,502
66	Arceaga	229	3.82	120,555	3.84	1651	462,931
80	Centro Esperanza	94	2.36	74,585	6.72	1021	301,216
84	Jardines de la Hda. P/B	341	7.87	238,834	3.84	3272	947,123
88	Jardines de la Hda. P/A	128	0.29	9,186	3.84	125	35,274
89	El pricito	188	2.87	90,691	3.84	1362	348,233
96	Lázaro Cárdenas	293	0.68	21,586	2.6	295	56,124
97	Lomas de C. B. P/B	111	4.19	132,243	6.38	1811	843,710
100	Reforma Agraria P/B	122	3.97	123,276	6.38	1716	799,265
101	Reforma Agraria P/A	154	3.02	95,538	6.38	1308	609,534
102	Lomas de C. B. P/A	462	10.85	342,376	6.38	4690	2'184,364
111	Francisco Villa	166	1.29	40,807	3.84	359	136,699
128	La Loma P/A	3	0.17	5,361	3.84	73	20,386
	Resultados globales	Fugas	(l/s)	(m³)	Costo promedio	Personas	Importe de recuperación
		5,341	80.01	2'523,069	5 4.89	36,419	5 10'091,573

(*) Se ha considerado una dotación de 200 l/hab/día para el cálculo y el costo de producción fue proporcionado por la CEA a las empresas

Eliminación e identificación de usos irregulares

NO. DE CÉLULA	NOMBRE DE LA CÉLULA	TOMAS CLANDESTINAS			CONSUMO MENSUAL M ³ /MES.	VOLUMEN ANUAL POR FACTURAR M ³ /AÑO	TARIFA MENSUAL \$/MES	IMPORTE POR FACTURAR ANUAL \$	COSTO POR CONEXIÓN \$	INGRESOS POR CONTRATOS \$	INGRESOS TOTALES: POR FACTURAR + CONEXIONES \$
		DOMÉSTICAS	ROBOS	NO. TOTAL							
1	Jurica parte alta	13	0	13	108.02	16.851	1,698.2	264.918	5.738.64	74.602	339.520
2	Jurica parte media	1	0	1	37.43	449	286.0	3.432	5.738.64	5.739	9.170
3	Jurica parte baja	1	0	1	78.73	945	705.4	8.465	5.738.64	5.639	14.104
7	Satélite	143	0	143	86.86	149.050	965.8	1,657.264	5.738.64	820.626	2,477.990
8	Cerrito Colorado	135	7	142	18.36	31.279	58.5	99.667	5.738.64	47.777	147.444
9	Las Azucenas	119	0	119	8.41	12.009	37.9	54.050	5.738.64	682.898	736.948
10	Villas de Guadalupe	489	32	521	21.18	132.386	281.0	1,756.499	5.738.64	2,806.195	4,562.694
11	San Pedro Martir	54	30	84	15.00	15.120	47.2	47.547	6.280.00	527.520	575.067
12	La Esmeralda	138	19	157	8.78	16.542	30.8	58.065	5.738.64	791.932	849.997
17	Menchaca P/B	211	0	211	9.72	24.621	43.8	110.800	5.738.64	1,210.853	1,321.653
18	Menchaca P/M	10	0	10	10.51	1.261	47.3	5.676	5.738.64	57.386	63.062
19	Menchaca P/A	49	0	49	8.67	5.100	39.0	22.950	5.738.64	281.193	304.143
20	Victoria Popular	0	0	0	0.00	0	0.0	0	0.00	0	0
29	Bolafos P/B	4	0	4	13.67	656	61.5	2.952	5.738.64	22.955	25.907
55	Insurgentes	194	2	196	15.00	35.280	47.2	110.944	6.280.00	1,230.880	1,341.824
58	El Rosio	177	28	205	15.25	37.515	40.4	99.458	5.738.64	1,015.739	1,115.197
61	Sta. Mónica i	34	0	34	33.54	13.684	187.8	76.622	5.738.64	195.114	271.736
62	Sta. Mónica ii	227	7	234	15.00	42.120	47.2	132.453	6.280.00	1,469.520	1,601.973
64	Sta. Ma. Magdalena	551	0	551	46.11	304.879	305.9	2,022.412	5.738.64	3,161.991	5,184.403
65	Las Teresas	107	105	212	135.99	345.961	110.6	281.265	6.120.00	654.840	936.105
66	Arteaga	2	0	2	13.14	315	59.1	1.419	5.738.64	11.477	12.896
80	Centro Expositor	2	0	2	46.74	1.122	315.7	7.577	5.738.64	11.477	19.054
84	Jardines de la Hda. P/B	10	0	10	17.61	2.113	79.2	9.509	5.738.64	57.386	66.895
88	Jardines de la Hda. P/A	4	0	4	24.70	1.186	111.2	5.336	5.738.64	22.955	28.290
89	El pocino	18	0	18	24.70	5.336	111.2	24.011	5.738.64	103.296	127.306
96	Lazaro Cardenas	18	3	21	26.30	6.627	73.2	18.444	5.738.64	120.511	138.955
97	Lomas de C. B. P/B	197	94	291	15.00	52.380	47.2	164.718	6.280.00	1,827.480	1,992.198
100	Reforma Agraria P/B	17	18	35	15.00	6.300	47.2	19.811	6.280.00	219.800	239.611
101	Reforma Agraria P/A	64	27	91	15.00	16.380	47.2	51.510	6.280.00	571.480	622.990
102	Lomas de C. B. P/A	84	27	111	15.00	19.980	47.2	62.830	6.280.00	697.080	759.910
111	Francisco Viala	100	0	100	10.51	12.614	47.3	56.260	5.738.64	573.864	630.624
128	La Loma	645	0	645	22.81	176.573	4.2	32.276	322.47	207.993	240.269
Resultados Globales		Domésticas No. de Conexiones	Robos No. de Conexiones	Total de Conexiones Clandestinas	Consumo Mensual Promedio m³/mes	Volumen Anual por facturar m³/año	Tarifa Promedio Mensual \$	Importe por Facturar Anual \$/año	Costo Promedio por conexión \$	Ingresos por Contratación \$	Monto Total Recuperado \$
		3818	399	4217	29.15	1'486,634	188.47	7'269,739	5,520.39	19'488,198	26'757,937

Eficiencias físicas alcanzadas



No. CÉLULA	NOMBRE DE LA CÉLULA	PERDIDAS FÍSICAS EN PRUEBA DE CIERRE (%)	EFICIENCIA EN PRUEBA DE CIERRE (%)
1	Jurica parte alta	13.00	87.00
2	Jurica parte media	10.10	89.90
3	Jurica parte baja	11.19	88.81
7	Satélite	14.00	86.00
8	Cerrito Colorado	11.00	89.00
9	Las Azucenas	11.50	88.50
10	Villas de Guadalupe	12.20	87.80
11	San Pedro Martir	10.15	89.85
12	La Esmeralda	14.64	85.36
17	Menchaca P/B	16.60	83.40
18	Menchaca P/M	12.70	87.30
19	Menchaca P/A	17.00	83.00
20	Victoria Popular	12.70	87.30
29	Bolaños P/B	17.00	83.00
55	Insurgentes	6.87	93.13
58	El Rocío	12.09	87.91
61	Sta. Mónica i	9.52	90.48
62	Sta. Mónica ii	7.88	92.12
64	Sta. Ma. Magdalena	33.14	66.86
65	Las Teresas	10.67	89.33
66	Arteaga	13.60	86.40
80	Centro Expositor	11.53	88.47
84	Jardines de la Hda. P/B	13.00	87.00
88	Jardines de la Hda. P/A	15.40	84.60
89	El pocito	17.60	82.40
96	Lázaro Cárdenas	12.81	87.19
97	Lomas de C. B. P/B	7.08	92.92
100	Reforma Agraria P/B	14.77	85.23
101	Reforma Agraria P/A	10.67	89.33
102	Lomas de C. B. P/A	14.12	85.88
111	Francisco Villa	20.00	80.00
128	La Loma	10.00	90.00
	Resultados Globales promedio	Pérdidas físicas (%) 13.27	Eficiencia física alcanzada (%) 86.73

RESUMEN DE RESULTADOS

ACCIONES		FEBRERO 2002 - FEBRERO 2003
Número de células		32
No. De habitantes beneficiados de la Zona Metropolitana de la Cd. de Querétaro		309,020 38.5 %
Agua no contabilizada (lps)	Fugas físicas	80
	Tomas clandestinas	47.1
TOTAL		127
Inversiones MDP		\$8.00
Ingresos (MDP)	Por ahorro en agua producida	\$10.09
	Por contratación	\$19.48
	Por facturación	\$7.27
	Total	\$36.84
Relación Beneficio / Costo		4.60



Conclusión final

“La reducción de pérdidas de agua en las 32 células que se ha llevado a cabo, implica que la CEA **ha recuperado 80 l/s.**”

Este caudal recuperado representa un ahorro en la producción de agua de **10.09 millones de pesos**, fundamentalmente en energía eléctrica.



Participantes en el proyecto

POR LA CEA:

Ing. Edgar Segura Azpeltia

Ing. Gerardo Torres Guerrero

LAE Javier Cabrera Marquina

Arq. Francisco Méndez López

Área de operación, mantenimiento y comercial

Empresas:

Ingeniería Integral del Agua S.A. de C.V.

Eco Ingeniería S. A. de C.V.

Consultoría 80 S.A. de C.V.

Por el IMTA:

M en I. Leonel H. Ochoa Alejo

Ing. Juan Maldonado Silvestre

Ing. José Ángel Ruiz Aparicio

M en I. Ignacio Caldiño Villagómez

M en I. Víctor J. Bourguett Ortiz

