

# Capítulo No. 5

INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO  
E INVERSIONES REQUERIDAS PARA EL  
MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

## INFRAESTRUCTURA, EQUIPAMIENTO E INVERSIONES REQUERIDAS PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Para definir la infraestructura necesaria que permita un manejo racional y sustentable de los residuos sólidos en el en el municipio de León Guanajuato, con base en los tres grandes principios de la sustentabilidad “ambiente-población-economía”; se deben precisar los criterios que permitan el mejor aprovechamiento de la infraestructura a realizar para el manejo de la basura, privilegiando el concepto de la “Economía de Escala”.

Para llevar a cabo la evaluación de la factibilidad financiera de las diferentes acciones, establecidas para modernizar y fortalecer el manejo de los residuos sólidos urbanos, se realizó el análisis de los costos de inversión y operación para la infraestructura sugerida, de tal forma que se pudiera formular una especie de presupuesto de inversión y de operación para el municipio, que incluyera los requerimientos para el barrido manual, así como las inversiones y gastos operacionales para el centro de valorización de residuos (CEVALORA), y las estaciones de transferencia.

## DETERMINACIÓN DE INVERSIONES Y COSTOS DE OPERACIÓN ASOCIADOS A LOS REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA.

### a) Costos de Inversión y Operación para centros de transbordo.

A continuación, se presenta la inversión necesaria para la operación e infraestructura necesaria para desarrollar la actividad del barrido en el municipio de León, Guanajuato. La cual considera los implementos de trabajo y la infraestructura de los 15 centros de transbordo propuestos para el periodo 2020-2040 los cuales incluyen:

#### Operación:

- Salario de personal
- Implementos (Dotación anual)

#### Infraestructura (Centro de transbordo de barrido):

- Limpieza de terreno
- Trazo y nivelación
- Cimentación
- Albañilería
- Acabados
- Instalaciones
- Accesos
- Mobiliario

### COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN PARA QUINCE CENTROS DE TRANSBORDO DE BARRIDO, PARTE 1.

PERIODO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	24,783,185.63										
<b>OPEX</b>	<b>6,435,000</b>	<b>6,628,050</b>	<b>6,826,892</b>	<b>7,031,698</b>	<b>7,242,649</b>	<b>7,459,929</b>	<b>7,683,727</b>	<b>7,914,238</b>	<b>8,151,665</b>	<b>8,396,215</b>	<b>8,648,102</b>
<b>Gastos Administración y Operación</b>											
CENTRO DE TRANSBORDO DE BARRIDO (15 INSTALACIONES)	\$6,435,000.00	\$6,628,050.00	\$6,826,891.50	\$7,031,698.25	\$7,242,649.19	\$7,459,928.67	\$7,683,726.53	\$7,914,238.32	\$8,151,665.47	\$8,396,215.44	\$8,648,101.90
Incluye: Personal, Implementos (Dotación anual), herramientas (Dotación anual) y suministros.											
<b>CAPEX</b>	<b>5,250,000</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ejecución de obra</b>											
CENTRO DE TRANSBORDO DE BARRIDO (15 INSTALACIONES)	\$5,250,000.00										
Incluye: Limpieza de terreno, trazo y nivelación, cimentación, albañilería, acabados, instalaciones, accesos y mobiliario.											
No incluye: Costo por adquisición de terrenos.											
<b>INGRESOS</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CENTRO DE TRANSBORDO DE BARRIDO (15 INSTALACIONES)											
<b>FLUJO NETO</b>	<b>11,685,000</b>	<b>6,628,050</b>	<b>6,826,892</b>	<b>7,031,698</b>	<b>7,242,649</b>	<b>7,459,929</b>	<b>7,683,727</b>	<b>7,914,238</b>	<b>8,151,665</b>	<b>8,396,215</b>	<b>8,648,102</b>
<b>Flujo neto acumulado</b>	<b>11,685,000</b>	<b>18,313,050</b>	<b>25,139,942</b>	<b>32,171,640</b>	<b>39,414,289</b>	<b>46,874,218</b>	<b>54,557,944</b>	<b>62,472,182</b>	<b>70,623,848</b>	<b>79,020,063</b>	<b>87,668,165</b>
<b>Tasa de crecimiento en costos del 3%</b>											

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

### COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN PARA QUINCE CENTROS DE TRANSBORDO DE BARRIDO, PARTE 2.

PERIODO	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	24,783,185.63									
<b>OPEX</b>	<b>8,907,545</b>	<b>9,174,771</b>	<b>9,450,014</b>	<b>9,733,515</b>	<b>10,025,520</b>	<b>10,326,286</b>	<b>10,636,075</b>	<b>10,955,157</b>	<b>11,283,811</b>	<b>11,622,326</b>
<b>Gastos Administración y Operación</b>										
CENTRO DE TRANSBORDO DE BARRIDO (15 INSTALACIONES)	\$8,907,544.96	\$9,174,771.31	\$9,450,014.45	\$9,733,514.88	\$10,025,520.33	\$10,326,285.94	\$10,636,074.51	\$10,955,156.75	\$11,283,811.45	\$11,622,325.80
Incluye: Personal, Implementos (Dotación anual), herramientas (Dotación anual) y suministros.										
<b>CAPEX</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ejecución de obra</b>										
CENTRO DE TRANSBORDO DE BARRIDO (15 INSTALACIONES)										
Incluye: Limpieza de terreno, trazo y nivelación, cimentación, albañilería, acabados, instalaciones, accesos y mobiliario.										
No incluye: Costo por adquisición de terrenos.										
<b>INGRESOS</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CENTRO DE TRANSBORDO DE BARRIDO (15 INSTALACIONES)										
<b>FLUJO NETO</b>	<b>8,907,545</b>	<b>9,174,771</b>	<b>9,450,014</b>	<b>9,733,515</b>	<b>10,025,520</b>	<b>10,326,286</b>	<b>10,636,075</b>	<b>10,955,157</b>	<b>11,283,811</b>	<b>11,622,326</b>
<b>Flujo neto acumulado</b>	<b>96,575,710</b>	<b>105,750,482</b>	<b>115,200,496</b>	<b>124,934,011</b>	<b>134,959,531</b>	<b>145,285,817</b>	<b>155,921,892</b>	<b>166,877,048</b>	<b>178,160,860</b>	<b>189,783,186</b>
<b>Tasa de crecimiento en costos del 3%</b>										

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

**b) Costos de Inversión y Operación para centros de valorización de residuos sólidos urbanos "CEVALORA".**

En cuanto a los 15 centros de valorización de residuos a continuación se presenta un resumen las inversiones en el periodo 2020-2040 el cual incluye los costos de operación e inversión correspondientes que se listan en seguida:  
Operación:

- Salario de personal
- Implementos y herramientas (Dotación anual)

**Infraestructura (Centro de transbordo de barrido):**

- Limpieza de terreno
- Trazo y nivelación
- Cimentación
- Albañilería
- Acabados
- Instalaciones
- Accesos
- Mobiliario

**Equipamiento**

- Contenedores móviles
- Prensa manual de acero
- Molino de plástico
- Flejadora automática
- Transportadora móvil
- Bascula de piso

**COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN PARA QUINCE CENTROS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS "CEVALORA", PARTE 1.**

PERIODO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>OPEX</b>	118,260,000	121,807,800	125,462,034	129,225,895	133,102,672	137,095,752	141,206,625	145,444,883	149,808,230	154,302,477	158,931,551
<b>Gastos Administración y Operación</b>											
CENTRO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS "CEVALORA" (15 INSTALACIONES) Incluye: Personal, Implementos (Dotación anual), herramientas (Dotación anual) y suministros. Reembolso al usuario	\$48,060,000.00	\$49,501,800.00	\$50,986,854.00	\$52,516,459.62	\$54,091,953.41	\$55,714,712.01	\$57,386,153.37	\$59,107,737.97	\$60,880,970.11	\$62,707,399.21	\$64,588,621.19
	\$70,200,000.00	\$72,306,000.00	\$74,475,180.00	\$76,709,435.40	\$79,010,718.46	\$81,381,040.02	\$83,822,471.22	\$86,337,145.35	\$88,927,259.71	\$91,595,077.50	\$94,342,929.83
<b>CAPEX</b>	8,247,276	-	-	-	-	-	-	1,497,276	-	-	-
<b>Ejecución de obra</b>											
CENTRO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS "CEVALORA" (15 INSTALACIONES) Incluye: Limpieza de terreno, trazo y nivelación, cimentación, albañilería, acabados, instalaciones, accesos y mobiliario. <b>No incluye: Costo por adquisición de terrenos.</b> EQUIPOS Incluye contenedores móviles, prensa manual de acero, molino de plástico, flejadora automática, transportadora móvil, báscula de piso.	\$6,750,000.00										
	\$1,497,276.00							1,497,276			
<b>INGRESOS</b>	93,600,000	96,408,000	99,300,240	102,279,247	105,347,625	108,508,053	111,763,295	115,116,194	118,569,680	122,126,770	125,790,573
CENTRO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS "CEVALORA" (15 INSTALACIONES)	\$93,600,000.00	\$96,408,000.00	\$99,300,240.00	\$102,279,247.20	\$105,347,624.62	\$108,508,053.35	\$111,763,294.96	\$115,116,193.80	\$118,569,679.62	\$122,126,770.01	\$125,790,573.11
<b>FLUJO NETO</b>	32,907,276	25,399,800	26,161,794	26,946,648	27,755,047	28,587,699	29,445,330	31,825,966	31,238,550	32,175,707	33,140,978
<b>Tasa de crecimiento en costos del 3%</b>											

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

**COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN PARA QUINCE CENTROS DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS "CEVALORA", PARTE 2.**

PERIODO	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
<b>OPEX</b>	163,699,498	168,610,482	173,668,797	178,878,861	184,245,227	189,772,583	195,465,761	201,329,734	207,369,626	213,590,715
<b>Gastos Administración y Operación</b>										
CENTRO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS "CEVALORA" (15 INSTALACIONES) Incluye: Personal, Implementos (Dotación anual), herramientas (Dotación anual) y suministros. Reembolso al usuario	\$66,526,279.83	\$68,522,068.22	\$70,577,730.27	\$72,695,062.18	\$74,875,914.04	\$77,122,191.46	\$79,435,857.21	\$81,818,932.92	\$84,273,500.91	\$86,801,705.94
	\$97,173,217.72	\$100,088,414.26	\$103,091,066.68	\$106,183,798.68	\$109,369,312.65	\$112,650,392.02	\$116,029,903.79	\$119,510,800.90	\$123,096,124.93	\$126,789,008.67
<b>CAPEX</b>	-	-	-	1,497,276	-	-	-	-	-	-
<b>Ejecución de obra</b>										
CENTRO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS "CEVALORA" (15 INSTALACIONES) Incluye: Limpieza de terreno, trazo y nivelación, cimentación, albañilería, acabados, instalaciones, accesos y mobiliario. <b>No incluye: Costo por adquisición de terrenos.</b> EQUIPOS Incluye contenedores móviles, prensa manual de acero, molino de plástico, flejadora automática, transportadora móvil, báscula de piso.				1,497,276						
<b>INGRESOS</b>	129,564,290	133,451,219	137,454,756	141,578,398	145,825,750	150,200,523	154,706,538	159,347,735	164,128,167	169,052,012
CENTRO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS "CEVALORA" (15 INSTALACIONES)	\$129,564,290.30	\$133,451,219.01	\$137,454,755.58	\$141,578,398.25	\$145,825,750.19	\$150,200,522.70	\$154,706,538.38	\$159,347,734.53	\$164,128,166.57	\$169,052,011.57
<b>FLUJO NETO</b>	34,135,207	35,159,263	36,214,041	38,797,739	38,419,476	39,572,061	40,759,223	41,981,999	43,241,459	44,538,703
<b>Tasa de crecimiento en costos del 3%</b>										



### c) Costos de Inversión y Operación para una Estación de Transferencia.

En cuanto a la Estación de Transferencia en los cuadros siguientes, se detalla los costos de operación e inversión correspondientes para el periodo 2020-2040. Los cuales incluyen:

#### Operación:

- Salario de personal
- Implementos y herramientas (Dotación anual)

### Infraestructura (Centro de transbordo de barrido):

- Vialidades
- Oficinas
- Señalamientos
- Edificio de transferencia
- Anclaje de tolvas
- techumbres
- Toda la obra civil para su perfecta operación
- Equipamiento (El necesario para su perfecta operación)

### COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN PARA DOS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA, PARTE 1.

PERIODO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>OPEX</b>	4,992,000	5,141,760	5,296,013	5,454,893	5,618,540	5,787,096	5,960,709	6,139,530	6,323,716	6,513,428	6,708,831
<b>Gastos Administración y Operación</b>											
ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA (2 INSTALACIONES) Incluye: Personal, Implementos (Dotación anual),	\$4,992,000.00	\$5,141,760.00	\$5,296,012.80	\$5,454,893.18	\$5,618,539.98	\$5,787,096.18	\$5,960,709.06	\$6,139,530.34	\$6,323,716.25	\$6,513,427.73	\$6,708,830.57
<b>CAPEX</b>	89,150,000	-	-	-	-	-	-	19,150,000	-	-	-
<b>Ejecución de obra</b>											
ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA (2 INSTALACIONES) Incluye: Vialidades, oficinas, señalamientos, edificio de	\$70,000,000.00										
<b>No Incluye: Costo por adquisición de terrenos, EQUIPOS</b>	\$19,150,000.00							\$19,150,000.00			
<b>INGRESOS</b>	31,200,000	32,136,000	33,100,080	34,093,082	35,115,875	36,169,351	37,254,432	38,372,065	39,523,227	40,708,923	41,930,191
ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA (2 INSTALACIONES) (TARIFA \$100.00 /TONELADA)	\$31,200,000.00	\$32,136,000.00	\$33,100,080.00	\$34,093,082.40	\$35,115,874.87	\$36,169,351.12	\$37,254,431.65	\$38,372,064.60	\$39,523,226.54	\$40,708,923.34	\$41,930,191.04
<b>FLUJO NETO</b>	62,942,000	(26,994,240)	(27,804,067)	(28,638,189)	(29,497,335)	(30,382,255)	(31,293,723)	(13,082,534)	(33,199,510)	(34,195,496)	(35,221,360)
<b>Flujo neto acumulado</b>	62,942,000	35,947,760	8,143,693	(20,494,496)	(49,991,831)	(80,374,086)	(111,667,809)	(124,750,343)	(157,949,853)	(192,145,349)	(227,366,709)
<b>Tasa de crecimiento en costos del 3%</b>											

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

### COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN PARA DOS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA, PARTE 2.

PERIODO	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>OPEX</b>	6,910,095	7,117,398	7,330,920	7,550,848	7,777,373	8,010,695	8,251,015	8,498,546	8,753,502	9,016,107
<b>Gastos Administración y Operación</b>										
ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA (2 INSTALACIONES) Incluye: Personal, Implementos (Dotación anual),	\$6,910,095.48	\$7,117,398.35	\$7,330,920.30	\$7,550,847.91	\$7,777,373.34	\$8,010,694.54	\$8,251,015.38	\$8,498,545.84	\$8,753,502.22	\$9,016,107.28
<b>CAPEX</b>	-	-	-	19,150,000	-	-	-	-	-	-
<b>Ejecución de obra</b>										
ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA (2 INSTALACIONES) Incluye: Vialidades, oficinas, señalamientos, edificio de										
<b>No Incluye: Costo por adquisición de terrenos, EQUIPOS</b>				\$19,150,000.00						
<b>INGRESOS</b>	43,188,097	44,483,740	45,818,252	47,192,799	48,608,583	50,066,841	51,568,846	53,115,912	54,709,389	56,350,671
ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA (2 INSTALACIONES) (TARIFA \$100.00 /TONELADA)	\$43,188,096.77	\$44,483,739.67	\$45,818,251.86	\$47,192,799.42	\$48,608,583.40	\$50,066,840.90	\$51,568,846.13	\$53,115,911.51	\$54,709,388.86	\$56,350,670.52
<b>FLUJO NETO</b>	(36,278,001)	(37,366,341)	(38,487,332)	(20,491,952)	(40,831,210)	(42,056,146)	(43,317,831)	(44,617,366)	(45,955,887)	(47,334,563)
<b>Flujo neto acumulado</b>	(263,644,711)	(301,011,052)	(339,498,384)	(359,990,335)	(400,821,545)	(442,877,692)	(486,195,522)	(530,812,888)	(576,768,775)	(624,103,338)
<b>Tasa de crecimiento en costos del 3%</b>										

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

## PROGRAMAS DE INVERSIÓN Y GASTOS DE OPERACIÓN.

Con base en la información presentada en los cuadros el inciso anterior, se formuló el programa de inversiones, así como el de gastos operacionales, considerando que la infraestructura básica de los centros de transbordo de barrido, los centros de valorización de residuos sólidos urbanos y las estaciones de transferencia; se definieron como inversiones únicas a ejecutarse en el primer año del programa.

Además de todo lo antes señalado a continuación se presentan algunas otras consideraciones empleadas para realizar los programas de inversiones y gastos operacionales.

- a) Las reinversiones para reemplazar los equipos tanto para el centro de valorización de residuos sólidos urbanos como para las estaciones de transferencia; se harán cada 7 años periodo establecido para considerar la vida útil de los equipos.
- b) Se consideró una tasa de crecimiento del 3% en costos de operación.
- c) Dentro de los gastos de operación se incluyeron los siguientes conceptos:

Combustibles, mantenimiento, sueldos del personal, implementos, insumos, ropa de trabajo, imprevistos y cargo por seguros, depreciación y mantenimiento. Otra importante consideración en estos análisis fue la inclusión de los equipos para la operación de los "CEVALORA" y de las estaciones de transferencia como parte de las inversiones; ya que se consideró más conveniente excluir este requerimiento, del gasto operacional (renta de equipos).

Por otro lado, en cuanto a los criterios financieros, se tomaron las siguientes consideraciones:

- Tanto para inversiones y gastos se utilizó un horizonte de evaluación de 20 años.
- Todo está hecho para pesos del año 2020.
- La inversión inicial, cubre una capacidad instalada de al menos 20 años.
- Los cálculos se hicieron considerando el Impuesto al Valor Agregado.