**CAPÍTULO 2.**

1. **SOLUCIÓN IMPLANTADA**

Como se pudo observar en el capítulo anterior, el incremento en las toneladas de basura recogidas diariamente, fue el principal causante de los problemas detectados en el terminal de transferencia ET-1.

Considerando que la evacuación de los desechos sólidos, se realiza en un horario de trabajo de 07h00 a 19h00 y que el servicio de recolección de desechos es a doble turno, desde las 06h30 hasta las 17h00 en el turno diurno, y de las 18h30 hasta las 04h00 del día siguiente, para el turno nocturno, se observa claramente que a partir de las 19h00, la basura descargada de los recolectores, se acumula en el terminal de transferencia, sin que exista evacuación alguna, la misma que inicia desde las 07h00 del día siguiente hasta aproximadamente las 11h30, sin interrupciones, ya que a partir de esta hora llegan los primeros carros recolectores a descargar, volviéndose un ciclo continuo de operación.

Esta acumulación de basura en la noche, ocasiona los problemas más graves, debido a que por la falta de espacio físico, las maniobras de los vehículos que realizan la operación de desalojo, se dificultan al momento de ser cargados y se empeoran, cuando llegan los recolectores con la carga de basura recolectada en el primer viaje, formándose un cuello de botella a la entrada del terminal, provocando una demora en el proceso de recolección y los consiguientes atrasos en el inicio del segundo recorrido de cada turno y en la hora de llegada de los recolectores al campamento luego de cumplidas sus labores, dejando muy poco tiempo, para realizar los respectivos mantenimientos preventivos y correctivos de las unidades, previo al inicio de las labores del turno nocturno.

* 1. **Propuesta de mejoramiento.**

Una vez que se levantó la información y se obtuvo los índices de productividad, tanto para la recolección como para el desalojo en el terminal de transferencia, se comenzó a trabajar en una propuesta de solución a los problemas presentados.

Es importante recalcar, que el objetivo principal de esta propuesta de mejoramiento, estuvo direccionado a la obtención de una solución, que permita una equilibrada evacuación de desechos del terminal de transferencia.

Primeramente, se investigó a través de Internet sobre empresas que se dedicaran a la misma actividad, de donde se pudo extraer alternativas de solución. Asimismo, se realizaron consultas al fabricante de las cajas compactadoras de los vehículos recolectores, para obtener información sobre nuevas formas o equipos que pudieran ayudar a optimizar esta tarea.

Luego de la información recibida de los proveedores, como primera alternativa, se buscó aumentar la capacidad de carga de los vehículos que realizan el desalojo de los desechos del terminal de transferencia ET-1, para lo cual se pensó como propuesta, la de contratar vehículos de mayor tamaño, con bañeras de mayor capacidad de carga, sin embargo, esta alternativa generó sólo una solución parcial.

Existía un mejoramiento en el desalojo de los desechos sólidos por utilizar vehículos con mayor capacidad y se disminuía la cantidad de viajes realizados, sin embargo, el costo de cada viaje realizado, era mayor, producto de operar un vehículo de mayor tamaño.

La cantidad de viajes realizados por día para el desalojo de los desechos sólidos, con los vehículos con bañeras de mayor capacidad de detallan en la tabla No. 7:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **LUNES** |
|  | **TIPO** | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | BAÑERAS | 9.44 | 8.90 | 7.41 | 7.54 | 10.04 | 8.23 | 8.66 | 8.63 |
| 2 | BAÑERAS | 10.20 | 10.79 | 8.49 | 8.58 | 7.45 | 8.93 | 9.79 | 10.15 |
| 3 | BAÑERAS | 9.18 | 8.97 | 9.17 | 9.31 | 8.48 | 9.37 | 9.25 | 9.09 |
| 4 | BAÑERAS | 10.18 | 9.39 | 9.25 | 8.55 | 9.94 | 8.51 | 9.21 | 7.43 |
| 5 | BAÑERAS | 7.15 | 9.51 | 8.81 | 8.71 | 9.02 | 9.12 | 8.02 | 8.75 |
| 6 | BAÑERAS | 10.48 | 9.78 | 9.39 | 8.92 | 8.31 | 9.38 | 10.32 | 9.42 |
| 7 | BAÑERAS | 8.76 | 8.63 | 9.64 | 10.64 | 9.75 | 10.19 | 8.59 | 8.13 |
| 8 | BAÑERAS | 7.80 | 8.32 | 8.93 | 7.84 | 8.96 | 8.60 | 7.90 | 9.19 |
| 9 | BAÑERAS | 9.67 | 8.97 | 9.07 | 10.41 | 8.05 | 10.18 | 8.69 | 8.45 |
| 10 | BAÑERAS | 9.61 | 7.56 | 9.33 | 8.50 | 8.30 | 9.05 | 9.30 | 9.51 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **MARTES** |
|  | **TIPO** | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | BAÑERAS | 8.80 | 7.81 | 9.25 | 8.32 | 8.29 | 9.66 | 9.31 | 8.12 |
| 2 | BAÑERAS | 9.87 | 7.88 | 9.71 | 7.89 | 10.02 | 10.35 | 8.84 | 8.36 |
| 3 | BAÑERAS | 9.41 | 10.02 | 9.10 | 8.80 | 9.31 | 9.13 | 8.42 | 9.35 |
| 4 | BAÑERAS | 7.71 | 7.93 | 9.17 | 8.40 | 8.43 | 7.47 | 9.95 | 8.97 |
| 5 | BAÑERAS | 8.76 | 7.33 | 8.43 | 9.53 | 8.47 | 9.61 | 8.70 | 9.47 |
| 6 | BAÑERAS | 9.44 | 9.90 | 8.64 | 8.84 | 8.98 | 7.24 | 8.81 | 8.20 |
| 7 | BAÑERAS | 9.33 | 8.56 | 9.39 | 8.96 | 8.39 | 8.91 | 8.80 | 10.43 |
| 8 | BAÑERAS | 8.69 | 7.41 | 9.65 | 9.55 | 8.89 | 8.83 | 9.20 | 7.90 |
| 9 | BAÑERAS | 8.83 | 8.04 | 8.80 | 8.24 | 9.16 | 10.02 | 8.11 | 9.51 |
| 10 | BAÑERAS | 10.01 | 7.50 | 9.65 | 8.80 | 8.81 | 10.17 | 8.02 | 8.32 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **MIERCOLES** |
|  | **TIPO** | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | BAÑERAS | 10.27 | 8.67 | 7.75 | 9.22 | 8.04 | 8.72 | 8.29 | 10.55 |
| 2 | BAÑERAS | 9.49 | 7.49 | 8.66 | 7.21 | 10.10 | 9.23 | 8.66 | 8.42 |
| 3 | BAÑERAS | 8.88 | 7.77 | 9.54 | 8.65 | 10.77 | 9.29 | 8.65 | 9.96 |
| 4 | BAÑERAS | 9.61 | 7.54 | 9.38 | 8.06 | 7.75 | 10.22 | 9.23 | 8.91 |
| 5 | BAÑERAS | 9.74 | 8.95 | 8.03 | 9.61 | 9.26 | 9.61 | 7.96 | 10.80 |
| 6 | BAÑERAS | 10.53 | 9.65 | 8.54 | 8.51 | 9.18 | 10.14 | 9.10 | 9.59 |
| 7 | BAÑERAS | 8.76 | 9.52 | 8.42 | 9.54 | 8.09 | 9.30 | 9.58 | 8.66 |
| 8 | BAÑERAS | 8.89 | 7.24 | 9.51 | 9.49 | 8.22 | 8.77 | 7.77 | 9.93 |
| 9 | BAÑERAS | 7.68 | 8.36 | 9.76 | 9.37 | 8.64 | 9.32 | 10.46 | 8.90 |
| 10 | BAÑERAS | 8.62 | 9.11 | 10.55 | 9.36 | 9.79 | 10.62 | 9.83 | 7.86 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **JUEVES** |
|  | **TIPO** | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | BAÑERAS | 9.54 | 9.59 | 8.83 | 10.58 | 8.92 | 9.76 | 8.58 | 8.10 |
| 2 | BAÑERAS | 8.06 | 9.28 | 8.54 | 8.36 | 7.26 | 8.68 | 8.19 | 8.78 |
| 3 | BAÑERAS | 9.98 | 7.71 | 9.11 | 9.88 | 7.29 | 9.03 | 7.88 | 8.82 |
| 4 | BAÑERAS | 7.90 | 8.75 | 8.38 | 9.09 | 8.37 | 10.05 | 9.55 | 10.07 |
| 5 | BAÑERAS | 8.93 | 9.47 | 8.40 | 10.08 | 8.97 | 8.01 | 8.35 | 9.97 |
| 6 | BAÑERAS | 8.92 | 8.63 | 9.21 | 8.15 | 8.93 | 9.40 | 10.29 | 7.76 |
| 7 | BAÑERAS | 8.93 | 9.59 | 9.65 | 10.47 | 8.74 | 7.97 | 8.01 | 9.67 |
| 8 | BAÑERAS | 8.80 | 8.58 | 8.91 | 8.28 | 8.96 | 7.87 | 9.03 | 9.61 |
| 9 | BAÑERAS | 10.62 | 8.68 | 8.51 | 9.21 | 9.35 | 9.54 | 9.60 | 9.68 |
| 10 | BAÑERAS | 8.95 | 8.98 | 10.71 | 9.55 | 8.34 | 9.29 | 9.66 | 8.76 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **VIERNES** |
|  | **TIPO** | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | BAÑERAS | 8.75 | 9.50 | 7.13 | 7.82 | 9.60 | 8.26 | 9.22 | 9.75 |
| 2 | BAÑERAS | 7.61 | 10.36 | 9.42 | 8.04 | 7.64 | 7.32 | 10.04 | 10.13 |
| 3 | BAÑERAS | 8.65 | 8.74 | 8.66 | 8.71 | 9.24 | 8.80 | 8.57 | 8.92 |
| 4 | BAÑERAS | 9.23 | 7.65 | 10.22 | 10.05 | 8.30 | 10.41 | 8.82 | 10.63 |
| 5 | BAÑERAS | 7.99 | 9.81 | 10.54 | 9.10 | 9.33 | 9.04 | 10.13 | 9.83 |
| 6 | BAÑERAS | 8.83 | 9.11 | 8.44 | 9.78 | 7.51 | 9.42 | 7.89 | 9.34 |
| 7 | BAÑERAS | 8.71 | 8.10 | 10.13 | 9.31 | 8.65 | 8.42 | 10.55 | 7.55 |
| 8 | BAÑERAS | 8.57 | 8.61 | 9.29 | 8.93 | 9.83 | 9.95 | 9.08 | 8.88 |
| 9 | BAÑERAS | 10.80 | 8.63 | 9.54 | 9.18 | 8.87 | 10.22 | 8.69 | 10.04 |
| 10 | BAÑERAS | 7.78 | 8.93 | 10.39 | 9.35 | 7.73 | 9.01 | 9.61 | 10.63 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **SABADO** |
|  | **TIPO** | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | BAÑERAS | 8.88 | 8.59 | 10.17 | 8.77 | 8.75 | 8.36 | 10.24 | 9.49 |
| 2 | BAÑERAS | 9.45 | 8.12 | 7.65 | 9.44 | 9.24 | 9.15 | 9.65 | 8.84 |
| 3 | BAÑERAS | 9.70 | 7.46 | 7.67 | 9.28 | 9.30 | 10.58 | 9.39 | 9.40 |
| 4 | BAÑERAS | 8.03 | 8.05 | 10.46 | 9.05 | 9.37 | 8.39 | 9.89 | 7.83 |
| 5 | BAÑERAS | 8.37 | 8.21 | 9.41 | 8.91 | 8.19 | 9.59 | 8.12 | 7.56 |
| 6 | BAÑERAS | 9.61 | 8.56 | 9.76 | 7.84 | 8.61 | 9.04 | 8.83 | 8.34 |
| 7 | BAÑERAS | 7.77 | 10.36 | 9.96 | 8.22 | 8.67 | 9.77 | 8.36 | 10.03 |
| 8 | BAÑERAS | 8.10 | 8.28 | 8.33 | 9.20 | 9.37 | 8.58 | 8.68 | 8.87 |
| 9 | BAÑERAS | 9.52 | 9.14 | 10.24 | 8.09 | 9.82 | 9.31 | 8.42 | 9.53 |
| 10 | BAÑERAS | 9.30 | 10.46 | 9.28 | 7.73 | 9.02 | 7.61 | 8.16 | 9.37 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **DOMINGO** |
|  | **TIPO** | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | BAÑERAS | 9.31 | 10.34 | 8.42 | 9.22 | 9.05 | 9.28 | 9.88 | 9.62 |
| 2 | BAÑERAS | 9.51 | 9.43 | 9.22 | 7.79 | 8.27 | 8.42 | 8.27 | 8.72 |
| 3 | BAÑERAS | 10.30 | 8.25 | 9.46 | 9.46 | 10.52 | 9.31 | 8.62 | 8.83 |
| 4 | BAÑERAS | 9.60 | 9.58 | 8.58 | 8.61 | 9.74 | 9.05 | 8.28 | 9.32 |
| 5 | BAÑERAS | 8.75 | 7.36 | 7.91 | 9.14 | 9.12 | 10.33 | 9.28 | 9.78 |
| 6 | BAÑERAS | 8.47 | 8.98 | 8.76 | 9.55 | 8.58 | 8.29 | 10.78 | 7.15 |
| 7 | BAÑERAS | 8.99 | 9.95 | 7.75 | 8.00 | 9.76 | 8.37 | 9.55 | 8.96 |
| 8 | BAÑERAS | 10.18 | 8.74 | 7.41 | 9.54 | 8.78 | 9.04 | 10.45 | 9.80 |
| 9 | BAÑERAS | 10.46 | 8.93 | 9.60 | 8.41 | 9.78 | 8.92 | 7.65 | 8.73 |
| 10 | BAÑERAS | 9.52 | 7.62 | 9.61 | 8.01 | 9.19 | 7.40 | 8.02 | 7.94 |

 **Tabla No. 7 EVACUACION AUMENTANDO LA CAPACIDAD DE CARGA.**

En la tabla No. 8 se resume los datos de una semana de operación de desalojo, con vehículos de mayor capacidad de carga.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **ITEM** | **TIPO** | **CAP.** | **FREC** | **DIAS** | **VIAJES** | **TONS.** | **TONS.** | **TONS.** |
|  |  | **(M3)** | **D** | **TRAB** | **DIA** | **PROM** | **PROM** | **PROM** |
|  |  |  | **DN** |  |  | **VIAJE** | **DIA** | **SEMANA** |
| 1 | BAÑER. | 14 | DN | 7 | 8 | 8.97 | 71.74 | 502.21 |
| 2 | BAÑER. | 14 | DN | 7 | 8 | 8.85 | 70.78 | 495.44 |
| 3 | BAÑER. | 14 | DN | 7 | 8 | 9.06 | 72.48 | 507.38 |
| 4 | BAÑER. | 14 | DN | 7 | 8 | 8.97 | 71.79 | 502.50 |
| 5 | BAÑER. | 14 | DN | 7 | 8 | 8.95 | 71.62 | 501.35 |
| 6 | BAÑER. | 14 | DN | 7 | 8 | 9.00 | 72.01 | 504.07 |
| 7 | BAÑER. | 14 | DN | 7 | 8 | 9.07 | 72.55 | 507.88 |
| 8 | BAÑER. | 14 | DN | 7 | 8 | 8.82 | 70.57 | 494.01 |
| 9 | BAÑER. | 14 | DN | 7 | 8 | 9.19 | 73.49 | 514.42 |
| 10 | BAÑER. | 14 | DN | 7 | 8 | 9.00 | 72.01 | 504.09 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | **TOTAL** | **5,033.34** |

 **Tabla No. 8 DESALOJO SEMANAL EN EL ET-1.**

Una vez que se puso en práctica esta primera solución, se evidenció un ahorro inmediato en el costo de la operación de desalojo. En la tabla No. 9 se puede observar la diferencia en el costo de la Tonelada de basura desalojada, equivalente a $2.09 por tonelada transportada. De lo anterior se concluye, que existía un ahorro aproximado de $543,000 (Quinientos cuarenta y tres mil dólares) netos anualizados, si se considera 260,000 toneladas de basura recogidas al año.

**COSTO TONELADA DESALOJADA**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **VOLQUETES** | **BAÑERAS** | **MULAS** | **TOTAL** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **VIAJES SEM.** | 392 | 168 |  | 168 |  |  | 728 |  |
| **COSTO X VIAJE** | $60 | $80 |  | $75 |  |  |  |  |
| **TOTAL SEM.** | $23,520 | $13,440 | $12,600 | $49,560 |
| **TOTAL TONS.** | 2,014.79 | 1,496.78 | 1,356.32 | 4,867.88 |
| **$/TONS** | $11.67 | $8.98 | $9.29 | $10.18 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **VOLQUETES** | **BAÑERAS** | **MULAS** | **TOTAL** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **VIAJES SEM.** |  | 560 |  |  |  |  | 560 |  |
| **COSTO X VIAJE** |  | $80 |  |  |  | $80 |
| **TOTAL SEM.** |  | $44,800 |  | $44,800 |
| **TOTAL TONS.** |  | 5,538.86 |  | 5,538.86 |
| **$/TONS** |   | $8.09 |   | $8.09 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **DIFERENCIA EN COSTO POR TON. DESALOJADA** |  |  | $2.09 |  |

 **TABLA No. 9 COSTO DE LA TONELADA DESALOJADA.**

A pesar del ahorro en los costos de la operación de desalojo de los desechos del terminal de transferencia ET-1 y de la disminución de la cantidad de viajes realizados hacia el botadero final, la solución implantada, no resultó completa, debido a la no eliminación de los cuellos de botella y demoras en la descarga de los recolectores dentro del terminal de transferencia.

El principal indicador económico que disminuyó fue el valor o costo de la tonelada transportada, sin embargo, cada viaje resultaba aún ineficiente, ya que el peso promedio aproximado en toneladas transportadas por viaje fue de aproximadamente 9 Toneladas cada uno.

Una segunda alternativa que surgió durante las discusiones para implantar una mejora en el desalojo, fue la de transportar más cantidad de basura y mayor peso en los mismos vehículos tipo bañera, para lo cual se sometería a los desechos sólidos a un proceso de compactación y posterior empaque o amarre, de tal forma que se aproveche mejor la capacidad de carga de cada vehículo, sin embargo, la propuesta seguía siendo ineficiente, producto de la imposibilidad de encontrar una forma adecuada de amarrar las pacas, dado la poca consistencia y mucha soltura que presentan estos tipos de desechos.

Luego de varias discusiones, se propuso una tercera alternativa, que consistió en la utilización de cajas roll-on estacionarias, este tipo de cajas, se utilizaron en otros cantones del país, sobre todo en los mercados de altísima generación de desechos.

Estos contenedores estacionarios son de similares características a los contenedores de 25m3 o cajas Roll-on, utilizadas para el transporte de basura de industrias de alta generación, pero con la diferencia que son cerradas en la parte superior y que tienen una modificación en la puerta de acceso, que les permite acoplar un compactador de pared retráctil, accionada por un cilindro hidráulico. Poseen las mismas características y diseños, que les permiten ser transportadas con los vehículos tipo Roll-on.

Esta solución remediaría el problema de optimización de espacio y aprovechamiento de la capacidad de carga para cada uno de los viajes realizados por los vehículos de transporte, la basura se sometería a un proceso previo de compactación, proceso que se realizaría independientemente de la presencia de los vehículos, de esta forma, se utilizaría al máximo el volumen disponible en la caja Roll-on, sin embargo, se presentó un problema adicional, ya que no se contaba con vehículos tipo Roll-on, con su sistema apropiado de sobre-chasis abatible para la movilización de dichas cajas.



**Fig. 2.1. COMPACTADOR ESTACIONARIO CON SU CAJA.**

La capacidad instalada de vehículos tipo Roll-on, con los que contaba la compañía, estaba a su máxima ocupación, adicionalmente, por lo estipulado en el contrato de prestación del servicio de recolección de basura, no se podía desviar estos vehículos a otra operación que no sea la de recolección de desechos en la industria o puntos de alta generación de desperdicios

Ante estos inconvenientes, se recurrió a la compañía Matriz, la cual contaba con vehículos usados de este tipo, los cuales fueron utilizados durante la recolección de basura en una contratación anterior, estos equipo podían ser sometidos a una reparación general para que estén en perfecto estado de funcionamiento.

Asimismo, de este contrato anterior existían cajas Roll-on, a las cuales se las sometería a un proceso de recuperación, reparación y modificación, de tal forma que puedan ser acopladas a los compactadores estacionarios de pared retráctil, como los de la figura 2.1., los mismos que tendrían que ser construidos en base a los diseños enviados por el proveedor respectivo.

* 1. **Maquinaria y equipos requeridos.**

Una vez que ambas compañías se pusieron de acuerdo sobre la utilización de los equipos anteriormente citados, se realizó un inventario de los equipos disponibles (tabla 10) a efectos de realizar los respectivos cálculos para su reacondicionamiento y construcción.

|  |
| --- |
| **EQUIPOS A REACONDICIONAR** |
|  |  |
| **EQUIPOS** | **CANTIDAD** |
| VEHICULOS ROLL-ON ANTIGUOS | 5 |
| CAJAS ROLL-ON ANTIGUAS | 10 |

**Tabla No. 10 EQUIPOS A REACONDICIONAR**

Adicionalmente, se requirió de 5 bombas hidráulicas, con sus respectivos controles accionadores de arranque y parada en una centralina y de la construcción de 10 compactadores estacionarios de pared retráctil, los cuales se construyeron según diseños recibidos.

* 1. **Implantación del nuevo método.**

Una vez que se acordó, que la mejor propuesta era la utilización de las cajas Roll-on estacionarias, con sus respectivas paredes compactadoras, se puso en marcha un plan de acción y planificación que justifique económicamente la implantación de esta solución.

Se inició con un inventario y diagnóstico mecánico exhaustivo de los vehículos a ser refaccionados, con la finalidad de determinar el estado de cada unidad y así, proceder a elaborar el respectivo presupuesto de reparación, considerando los tiempos de reparación que se tomarían en talleres, tanto en la parte de mantenimientos correctivos y preventivos.

Se procedió de igual forma con las cajas Roll-on, se inventarió y se escogió las de mejor estado, se evaluó técnicamente el estado físico y funcional de las mismas y se preparó los respectivos presupuestos de reparación y adaptación.

En lo que se refiere a las centralinas hidráulicas, se cotizó con un proveedor local la construcción de las mismas, de igual forma para las cajas con pared compactadora, se solicitó a una compañía especializada en metalmecánica, que presente las respectivas ofertas de acuerdo al diseño recibido.

Una vez obtenida toda la información referente a los costos de reparación y mantenimiento de los equipos, así como, los costos de construcción de las centralinas y paredes compactadoras, se elaboró un cronograma de implementación, con las actividades más relevantes, que permitan establecer los tiempos necesarios para el arranque luego de tomar la decisión final de inversión, como se observa en la figura 2.2.

**CRONOGRAMA DE IMPLANTACION**



**Fig.2.2. CRONOGRAMA DE IMPLANTACION.**

Adicionalmente, se presentó la información respectiva de flujos de caja, incluyendo los gastos de operación y los montos de inversión, se estableció una tasa de descuento referencial, para comparación con la TIR (Tasa Interna de Retorno) y el VAN (Valor Actual Neto) del proyecto, para justificar la inversión y el tiempo de recuperación de la inversión

* 1. **Productividad del nuevo método**

En la tabla No. 11 se observa la nueva productividad en la evacuación de los desechos sólidos del Terminal de Transferencia ET-1, una vez que se implementó el nuevo método de desalojo.

Se aprovechó la disponibilidad de las 10 cajas Roll-on, para lograr una constante y continua rotación de los vehículos tipo Roll-on, de tal forma que cada vez que un vehículo regresara vacío al Terminal, estuviera lista una caja llena, para ser transportada.

 **EVACUACIÓN EN CAJAS ROLL-ON ESTACIONARIAS**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **TIPO** | **LUNES** |
|  |  | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | ROLL-ON 01 | 20.15 | 20.44 | 19.92 | 20.43 | 21.21 | 20.33 | 19.18 | 20.56 |
| 2 | ROLL-ON 02 | 19.89 | 18.96 | 18.80 | 19.91 | 20.76 | 20.11 | 18.79 | 21.10 |
| 3 | ROLL-ON 03 | 19.24 | 20.82 | 21.15 | 19.81 | 21.27 | 20.44 | 21.14 | 21.56 |
| 4 | ROLL-ON 04 | 19.91 | 20.13 | 19.53 | 20.33 | 18.12 | 19.28 | 20.21 | 18.70 |
| 5 | ROLL-ON 05 | 20.82 | 20.80 | 20.62 | 19.74 | 20.73 | 19.74 | 18.54 | 20.07 |
|  |  | **MARTES** |
|  |  | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | ROLL-ON 01 | 20.23 | 20.65 | 19.77 | 20.08 | 18.45 | 20.24 | 21.52 | 19.80 |
| 2 | ROLL-ON 02 | 19.00 | 19.91 | 19.56 | 19.78 | 19.89 | 20.36 | 20.40 | 19.53 |
| 3 | ROLL-ON 03 | 19.71 | 20.85 | 21.18 | 19.73 | 18.72 | 18.91 | 19.99 | 18.51 |
| 4 | ROLL-ON 04 | 19.34 | 20.97 | 20.94 | 20.11 | 19.82 | 19.45 | 20.81 | 19.87 |
| 5 | ROLL-ON 05 | 19.84 | 19.34 | 18.35 | 20.80 | 20.41 | 19.35 | 20.78 | 20.20 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **MIERCOLES** |
|  |  | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | ROLL-ON 01 | 21.09 | 19.33 | 19.09 | 21.00 | 20.91 | 21.14 | 19.62 | 19.02 |
| 2 | ROLL-ON 02 | 20.92 | 20.06 | 20.78 | 19.76 | 20.10 | 19.13 | 20.86 | 20.64 |
| 3 | ROLL-ON 03 | 19.91 | 21.84 | 20.28 | 20.45 | 20.26 | 19.48 | 19.97 | 20.27 |
| 4 | ROLL-ON 04 | 19.49 | 20.01 | 20.24 | 20.18 | 19.46 | 20.58 | 19.33 | 20.39 |
| 5 | ROLL-ON 05 | 18.34 | 19.92 | 20.63 | 20.87 | 19.90 | 20.59 | 21.14 | 21.42 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **JUEVES** |
|  |  | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | ROLL-ON 01 | 19.43 | 20.00 | 19.86 | 20.12 | 20.71 | 20.99 | 20.87 | 19.83 |
| 2 | ROLL-ON 02 | 21.35 | 20.21 | 19.32 | 20.73 | 20.33 | 19.31 | 21.40 | 20.14 |
| 3 | ROLL-ON 03 | 19.79 | 20.82 | 20.86 | 18.78 | 20.04 | 20.00 | 19.43 | 20.13 |
| 4 | ROLL-ON 04 | 19.08 | 21.46 | 20.50 | 19.91 | 20.48 | 19.62 | 21.05 | 19.61 |
| 5 | ROLL-ON 05 | 19.04 | 19.99 | 20.42 | 21.21 | 20.72 | 18.53 | 18.77 | 20.00 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **VIERNES** |
|  |  | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | ROLL-ON 01 | 21.19 | 21.04 | 20.51 | 18.35 | 21.60 | 21.40 | 21.78 | 20.26 |
| 2 | ROLL-ON 02 | 19.09 | 19.39 | 20.07 | 20.65 | 20.54 | 20.53 | 19.49 | 20.50 |
| 3 | ROLL-ON 03 | 21.58 | 20.34 | 19.90 | 20.96 | 19.38 | 18.86 | 19.76 | 19.32 |
| 4 | ROLL-ON 04 | 20.56 | 18.92 | 19.26 | 19.57 | 21.60 | 18.50 | 19.96 | 19.35 |
| 5 | ROLL-ON 05 | 21.60 | 20.49 | 20.28 | 19.20 | 21.17 | 20.13 | 21.24 | 20.27 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **SABADO** |
|  |  | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | ROLL-ON 01 | 20.13 | 19.68 | 19.43 | 18.92 | 19.50 | 18.81 | 21.37 | 21.65 |
| 2 | ROLL-ON 02 | 20.03 | 19.63 | 20.30 | 19.90 | 21.19 | 20.98 | 21.26 | 19.07 |
| 3 | ROLL-ON 03 | 21.47 | 20.25 | 20.74 | 19.22 | 19.74 | 20.22 | 19.73 | 20.34 |
| 4 | ROLL-ON 04 | 21.15 | 19.72 | 20.76 | 20.33 | 18.55 | 21.32 | 21.25 | 19.41 |
| 5 | ROLL-ON 05 | 19.88 | 20.87 | 20.22 | 20.83 | 20.00 | 19.81 | 20.69 | 20.71 |
|  |  | **DOMINGO** |
|  |  | **V1** | **V2** | **V3** | **V4** | **V5** | **V6** | **V7** | **V8** |
| 1 | ROLL-ON 01 | 20.06 | 20.69 | 21.52 | 21.64 | 21.52 | 18.81 | 19.59 | 19.23 |
| 2 | ROLL-ON 02 | 19.84 | 19.86 | 21.02 | 20.42 | 19.94 | 18.72 | 20.79 | 20.65 |
| 3 | ROLL-ON 03 | 21.23 | 18.97 | 20.83 | 20.50 | 19.71 | 19.71 | 18.86 | 20.14 |
| 4 | ROLL-ON 04 | 18.34 | 18.76 | 19.37 | 19.17 | 19.49 | 19.71 | 19.54 | 20.00 |
| 5 | ROLL-ON 05 | 20.92 | 19.45 | 18.99 | 19.84 | 20.23 | 18.52 | 19.71 | 20.13 |

 **Tabla No. 11 EVACUACION EN CONTENEDORES ESTACIONARIOS.**

En la tabla No. 12 se resume la semana de operación, indicando los días trabajados, la cantidad de viajes por día, los pesos promedio en toneladas por viaje, los pesos promedio de toneladas recogidas en el día y finalmente la cantidad de toneladas recogidas durante la semana.

 **DESALOJO SEMANAL EN CAJAS ROLL-ON**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ITEM** | **TIPO** | **CAP.** | **FREC** | **DIAS** | **VIAJES** | **TONS.** | **TONS.** | **TONS.** |
|  |  | **(m3)** | **D** | **TRAB** | **DIA** | **PROM** | **PROM** | **PROM** |
|  |  |  | **DN** |  |  | **VIAJE** | **DIA** | **SEMANA** |
| 1 | ROLL-ON | 25 | DN | 7 | 8 | 20.26 | 162.09 | 1,134.65 |
| 2 | ROLL-ON | 25 | DN | 7 | 8 | 20.10 | 160.80 | 1,125.62 |
| 3 | ROLL-ON | 25 | DN | 7 | 8 | 20.13 | 161.02 | 1,127.14 |
| 4 | ROLL-ON | 25 | DN | 6 | 8 | 19.98 | 159.86 | 959.14 |
| 5 | ROLL-ON | 25 | DN | 5 | 8 | 20.15 | 161.21 | 806.03 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | **TOTAL** |  **5,152.57**  |

**Tabla No. 12 DESALOJO SEMANAL EN CAJAS ROLL-ON**

* 1. **Comparativos de Productividad.**

Con la finalidad de justificar el proyecto se procedió con el levantamiento de nueva información, que contribuyera con datos que permitan cuantificar el ahorro, producto de la implantación de esta nueva forma de realizar la evacuación del Terminal de Transferencia (ET-1). Este comparativo se detalla en la tabla 13.

 **COMPARATIVO DE PRODUCTIVIDAD Y COSTOS**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **SISTEMA** | **SISTEMA** |  |
|  | **ANTERIOR** | **MEJORADO** | **VARIACIÓN** |
|  |  |  |  |
| **EVACUACIÓN SEMANAL (TONS)** |  4,868  |  5,105  | 4.86% |
|  |  |  |  |
| **EVACUACIÓN ANUAL (TONS)** |  253,130  |  265,436  | 4.86% |
|  |  |  |  |
| **VEHÍICULOS UTILIZADOS** |  12  |  5  | -58.33% |
|  |  |  |  |
| **VIAJES A LA SEMANA** |  672  |  256  | -61.90% |
|  |  |  |  |
| **VIAJES AL AÑO PROYECTADOS** |  34,944  |  13,312  | -61.90% |
|  |  |  |  |
| **PESO PROMEDIO POR VIAJE (TONS)** |  7.24  |  20.12  | 177.90% |
|  |  |  |  |
| **COSTO SEMANAL DE EVACUACIÓN** | $48,906.67 | $17,694.44 | -63.82% |
|  |  |  |  |
| **COSTO ANUAL DE EVACUACIÓN** | $2,515,200.00 | $910,000.00 | -63.82% |
|  |  |  |  |
| **COSTO DE TONELADA EVACUADA** | $9.94 | $3.43 | -65.50% |

 **Tabla No. 13 COMPARATIVO DE PRODUCTIVIDAD Y COSTOS**

Una vez que se recolectó la información de viajes con los equipos requeridos para la nueva solución, se pudo observar que se tenía la capacidad suficiente para realizar la evacuación de todos los desechos sólidos recogidos durante la semana. Cuando se realizó la medición de las productividades luego de implantar la mejora del proceso, se obtuvo una diferencia en toneladas recogidas que no superaba el 5%, variación producto de que la curva de aprendizaje del nuevo personal disminuía y se realizaron las labores diarias con una mejor práctica.

El índice más determinante de la mejoría del proceso, está dado por la reducción de los viajes que se realizan para la evacuación, de 12 unidades de transporte se reducen a sólo 5 y la cantidad de viajes se reduce en la misma proporción, esto es en 61.90%. Se está evacuando un 4.86% más de toneladas de desecho con un 61.90% menos de unidades de transporte, esto es, mejorando el retorno de la inversión de la compañía, mayor utilidad con menor uso de activos.

Si se considera que el costo de cada uno de los viajes se mantiene, el simple hecho de reducir la cantidad de viajes en un 60% genera que el costo de transportar la misma cantidad de desechos se va a reducir en aproximadamente la misma proporción. Lo anterior es producto de que ahora con la mejora implantada, el peso de la basura transportada en cada viaje, aumenta en un 177.90%, prácticamente 3 veces más, consecuencia de la compactación de la basura.

La reducción de la cantidad de viajes realizados y por consiguiente el ahorro asociado a la reducción de esta actividad, permitieron la elaboración de un flujo de caja, que ayudó con el análisis financiero de la inversión y su respectiva justificación, mediante la obtención de los principales índices de evaluación como los son la TIR y el VAN.

* 1. **Índices financieros y análisis de sensibilidad.**

Una vez que la dirección de la empresa dio su visto bueno a la propuesta planteada para el mejoramiento de la evacuación de desechos sólidos, solicitó la presentación de un análisis financiero que justificara la inversión de recursos económicos y adicionalmente un análisis de sensibilidad, donde se pueda observar el comportamiento de estos índices financieros, ante situaciones económicas que cambien drásticamente.

Como primer pasó se elaboró un cuadro de costos de operación y transporte de los desechos sólidos, ya que el mejoramiento de este proceso, contempló que el manejo operativo fuera realizado con personal, recursos y equipos propios, mientras que en la situación anterior, estos costos estaban incluidos en el pago al proveedor. El detalle se encuentra en la Tabla No. 14.

**COSTOS DE EVACUACIÓN**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **SISTEMA** | **SISTEMA** | **SISTEMA** | **SISTEMA** |
|  | **ANTERIOR** | **MEJORADO** | **ANTERIOR** | **MEJORADO** |
|  | **MENSUAL** | **MENSUAL** | **ANUALIZADO** | **ANUALIZADO** |
| **MANO DE OBRA** |  |  |  |  |
| Supervisores | $2,400 | $2,400 | $28,800 | $28,800 |
| Control de pesos | $1,600 | $1,600 | $19,200 | $19,200 |
| Radio operador | $1,600 | $1,600 | $19,200 | $19,200 |
| Operadores de pala | $6,000 | $3,000 | $72,000 | $36,000 |
| Choferes de Roll-on | $0 | $10,000 | $0 | $120,000 |
| Ayudantes | $0 | $6,000 | $0 | $72,000 |
| Operadores | $0 | $3,200 | $0 | $38,400 |
|  |  |  |  |  |
| **INSUMOS** |  |  |  |  |
| Combustibles | $0 | $31,200 | $0 | $374,400 |
| Llantas  | $0 | $7,000 | $0 | $84,000 |
| Lubricantes | $0 | $3,500 | $0 | $42,000 |
|  |  |  |  |  |
| **COSTOS INDIRECTOS** |  |  |  |
| Seguros |  | $3,333 |  | $40,000 |
| Peajes |  | $3,000 |  | $36,000 |
| Alquiler de vehículos | $198,000 |   | $2,376,000 |   |
| **TOTAL COSTO** | $209,600 | $75,833 | $2,515,200 | $910,000 |
|  |  |  |  |  |
| **AHORRO ANUAL** |  |  |  | **$1,605,200** |

**Tabla No. 14 COSTOS DE EVACUACION**

Para el respectivo análisis financiero, se elaboró un flujo de caja a 5 años, período durante el cual estaría aún vigente el contrato de recolección de basura. De este flujo se obtuvo el TIR y el VAN y el tiempo de recuperación de la inversión.

Para la elaboración del flujo de caja, primero se elaboró un cuadro de inversión inicial que se detalla en la tabla No. 15, el cual contempló los siguientes supuestos.

El primer supuesto que se adoptó para el análisis, fue que los vehículos a utilizar para el transporte de las cajas compactadoras, no serían refaccionados, por el contrario se consideró la adquisición de vehículos nuevos, que garanticen la operación continua de transporte.

Adicionalmente, se solicitó la adquisición de un vehículo adicional, que sirva de respaldo ante daños de los otros vehículos o para entrar en operación durante los períodos de mantenimiento de los 5 vehículos que se asignaron a esta tarea.

Dentro del monto de inversión inicial, también se consideró el costo de mantener la situación anterior de alquiler de transporte a empresas particulares, durante un período de 6 meses, tiempo necesario para la adquisición de los vehículos nuevos y para la construcción de las cajas compactadoras con sus respectivos accesorios.

Adicionalmente, se consideró una multa equivalente a 6 meses de operación, como pago por stand-by, exigido por el proveedor de transporte, producto de la terminación unilateral y anticipada del contrato, la misma que se pagaría cuando se implemente el nuevo sistema.

|  |
| --- |
| **INVERSIÓN INICIAL** |
|  |  |  |
| Compra vehículos nuevos |  | $1´200,000 |
| Fabricación de Cajas compactadoras |  | $600,000 |
| Compra de Accesorios |  | $100,000 |
| Fase implementación |  | $1´257,600 |
| Penalidad por recisión de contrato |  | $1´188,000 |
| **TOTAL** |  | **$4´345,600** |

 **Tabla No. 15 INVERSION INICIAL**

Una vez que se determinó el monto de inversión inicial, se procedió con la elaboración del flujo de caja anualizado, información que permite obtener los primeros índices financieros, necesarios para la evaluación del proyecto y su justificación financiera.

El flujo de caja se lo realizó por un período de 5 años, tiempo remanente de duración del contrato, para brindar el servicio de recolección de desechos sólidos domiciliarios. Por otro lado, se tomó en cuenta que el financiamiento fue del propio giro de negocio, para lo cual no se contempló un costo adicional por intereses.

Finalmente, se consideró que al término del contrato, todos los equipos necesarios para la evacuación de desechos, los vehículos Roll-on, las cajas compactadoras y centralinas, quedarían inservibles, por lo que no existiría un valor residual de los mismos. El flujo de caja se presenta en la tabla No. 16

|  |
| --- |
| **FLUJO DE CAJA ANUALIZADO** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Inversiones** |  | **Año 0** | **Año 1** | **Año 2** | **Año 3** | **Año 4** | **Año 5** |
| Compra vehículos nuevos | -$1,200 |  |  |  |  |  |
| Fabricación de cajas compactadoras | -$600 |  |  |  |  |  |
| Compra de accesorios | -$100 |  |  |  |  |  |
| Fase implementación |  | -$1,258 |  |  |  |  |  |
| Penalidad por recisión de contrato | -$1,188 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Ingresos** |  |  |  |  |  |  |  |
| Ahorro en operación anual |  | $1,605 | $1,605 | $1,605 | $1,605 | $1,605 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Impacto en flujo de caja | -$4,346 | $1,605 | $1,605 | $1,605 | $1,605 | $1,605 |
| Flujo acumulado |  | -$4,346 | -$2,740 | -$1,135 | $470 | $2,075 | $3,680 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tasa referencial de descuento | 15% |  |  |  |  |  |
| **TIR** |  | 24.68% |  |  |  |  |  |
| **VAN** |  | $900 |  |  |  |  |  |
| Recuperación de inversión (años) | 2.71 |  |  |  |  |  |

**Tabla No. 16 FLUJO DE CAJA ANUALIZADO**

Como se puede observar en la tabla No. 16, en el año 0, tenemos el monto total de inversión que ascendió a US$4´346.000, que incluyó la compra de 6 vehículos Roll-on, la fabricación de 10 cajas compactadoras estacionarias, la compra de los accesorios para la fabricación de las centralinas hidráulicas, el costo de 6 meses de operación adicional, con el método de evacuación anterior y el pago de una multa por recisión de contrato con la compañía de transportes.

Durante los siguientes 5 años, se asumió que el costo de operación sería constante, por lo tanto el ahorro anual será uniforme, ahorro que se convertirá en nuestro ingreso, para efectos de la evaluación financiera. El ahorro anual equivale a la suma de US$1´605,200, que es la diferencia entre el costo de operación con el mejoramiento y el costo de alquilar a proveedores los vehículos de transporte.

Se utilizó una tasa de descuento referencial del 15% anual, la cual se consideró una opción interesante en comparación a las tasas de rendimiento que se conseguían en inversiones bancarias o en el exterior, las cuales no superaban el 8% anual.

Con estas consideraciones, se obtuvo un VAN positivo de alrededor de US$900,000 y una TIR del 24.68%, con un tiempo de recuperación de la inversión de 2.7 años.

Considerando los resultados que se obtuvieron del análisis financiero y de los índices respectivos, se llevaría a cabo la implementación de la mejora en el proceso de evacuación de desechos, sin embargo, la dirección de la empresa solicitó la elaboración de un análisis de sensibilidad donde se pueda evidenciar el comportamiento de los índices financieros, durante el período de evaluación del proyecto, de tal forma que pueda soportar variaciones críticas en los costos de operación.

Para realizar este análisis de sensibilidad, se consideró 3 escenarios de evaluación: el primero de ellos, se enfocó en el principal costo de una operación de transporte, esto es, el costo del combustible, que como se conoce, en el Ecuador el combustible y en particular el Diesel es subsidiado por el estado, convirtiéndose en un factor de riesgo que puede distorsionar el resultado de los índices.

Se hizo la evaluación, tomando en cuenta el precio del Diesel sin subsidio, tomando el precio de venta internacional, esto es $3.29 por galón de Diesel 2, esto es, más de tres veces el valor actual considerado en los costos de operación.

Con esta consideración, se realizó nuevamente el cálculo de los costos de operación de transporte de las cajas compactadoras estacionarias hacia el botadero final. Los costos fueron así mismo anualizados y evaluados hasta la finalización del contrato, sin embargo, para efectos del cálculo del ahorro, se consideró que las tarifas de transporte de las compañías subcontratadas se mantendría fija durante todo este tiempo, situación que se sabe improbable.

El cuadro de costos quedaría como se detalla en la Tabla No. 17

|  |
| --- |
| **COSTOS DE EVACUACIÓN ESCENARIO 1** |
|  |  |  |  |  |
| **ESCENARIO 1** | **VARIACIÓN DEL PRECIO DEL DIESEL AL** | **326%** |
|  |  |  |  |  |
|  | **SISTEMA** | **SISTEMA** | **SISTEMA** | **SISTEMA** |
|  | **ANTERIOR** | **MEJORADO** | **ANTERIOR** | **MEJORADO** |
|  | **MENSUAL** | **MENSUAL** | **ANUALIZADO** | **ANUALIZADO** |
| **MANO DE OBRA** |  |  |  |  |
| Supervisores | $2,400 | $2,400 | $28,800 | $28,800 |
| Control de pesos | $1,600 | $1,600 | $19,200 | $19,200 |
| Radio operador | $1,600 | $1,600 | $19,200 | $19,200 |
| Operadores de pala | $6,000 | $3,000 | $72,000 | $36,000 |
| Choferes de Roll-on | $0 | $10,000 | $0 | $120,000 |
| Ayudantes | $0 | $6,000 | $0 | $72,000 |
| Operadores | $0 | $3,200 | $0 | $38,400 |
|  |  |  |  |  |
| **INSUMOS** |  |  |  |  |
| Combustibles | $0 | **$101,632** | $0 | $1´219,580 |
| Llantas  | $0 | $7,000 | $0 | $84,000 |
| Lubricantes | $0 | $3,500 | $0 | $42,000 |
|  |  |  |  |  |
| **COSTOS INDIRECTOS** |  |  |  |  |
| Seguros |  | $3,333 |  | $40,000 |
| Peajes |  | $3,000 |  | $36,000 |
| Alquiler de vehículos | $198,000 |   | $2´376,000 |   |
| **TOTAL COSTO** | $209,600 | $146,265 | $2´515,200 | $1´755,180 |
|  |  |  |  |  |
| **AHORRO ANUAL** |  |  |  | **$760,020** |

**Tabla No. 17 Costos de evacuación escenario 1**

Luego de establecer los nuevos costos de operación, se elabora nuevamente el flujo de caja correspondiente, para obtener los nuevos índices financieros que permitan la evaluación del proyecto con un entorno económico diferente. Este flujo de caja se detalla en la tabla No. 18

|  |
| --- |
| **FLUJO DE CAJA ANUALIZADO ESCENARIO 1** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Inversiones** |  | **Año 0** | **Año 1** | **Año 2** | **Año 3** | **Año 4** | **Año 5** |
| Compra vehículos nuevos | -$1,200 |  |  |  |  |  |
| Fabricación de Cajas compactadoras | -$600 |  |  |  |  |  |
| Compra de Accesorios |  | -$100 |  |  |  |  |  |
| Fase implementación |  | -$1,258 |  |  |  |  |  |
| Penalidad por recisión de contrato | -$1,188 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Ingresos** |  |  |  |  |  |  |  |
| Ahorro en operación anual |  | $760 | $760 | $760 | $760 | $760 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Impacto en flujo de caja |  | -$4,346 | $760 | $760 | $760 | $760 | $760 |
| Flujo acumulado |  | -$4,346 | -$3,586 | -$2,826 | -$2,066 | -$1,306 | -$546 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tasa referencial de descuento | 15% |  |  |  |  |  |
| **TIR** |  | -4.31% |  |  |  |  |  |
| **VAN** |  | -$1,563 |  |  |  |  |  |
| Recuperación de inversión (años) | 5.72 |  |  |  |  |  |

 **Tabla No. 18 Flujo de caja anualizado escenario 1**

Los resultados que se obtuvieron en este primer escenario, denotaron lo importante y lo crítico que resultó ser el componente combustible en la operación de transporte. Si bien es cierto que existe un ahorro anual aproximado de US$760,000, este ahorro no alcanza para recuperar la inversión en menos de 5 años y con la tasa mínima de retorno de la inversión del 15%.

No se debe olvidar que el escenario fue realizado considerando que el costo de contratación del transporte, se mantendría fijo durante el período de duración del contrato, situación muy poco probable, ya que de existir un incremento en este rubro principal, se tendría que realizar una revisión de las tarifas.

La TIR y el VAN, resultaron negativos, lo que indicó que no se debería hacer la inversión en los equipos, sin embargo, la intención final es poder observar el comportamiento de los índices financieros mediante un análisis de sensibilidad, modificando variables hacia situaciones extremas o muy conservadoras.

Para el segundo escenario, se tomó la decisión de analizar el comportamiento de los índices financieros, incrementando el costo de los lubricantes y de las llantas en un 300%, basado en la posibilidad de un incremento del precio, producto del aumento del precio internacional del barril de petróleo, materia prima para la elaboración de estos productos y adicionalmente, previendo un aumento considerable en los costos de importación y aranceles.

Con estas modificaciones, los costos mensuales y anuales de operación quedaron evidenciados en el cuadro de costos que se muestra en la tabla No. 19

|  |
| --- |
| **COSTOS DE EVACUACIÓN ESCENARIO 2** |
|  |  |  |  |  |
| **Escenario 2** | **Variación precio llantas y lubricantes al** | **300%** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  | **SISTEMA** | **SISTEMA** | **SISTEMA** | **SISTEMA** |
|  | **ANTERIOR** | **MEJORADO** | **ANTERIOR** | **MEJORADO** |
|  | **MENSUAL** | **MENSUAL** | **ANUALIZADO** | **ANUALIZADO** |
| **MANO DE OBRA** |  |  |  |  |
| Supervisores | $2,400 | $2,400 | $28,800 | $28,800 |
| Control de pesos | $1,600 | $1,600 | $19,200 | $19,200 |
| Radio operador | $1,600 | $1,600 | $19,200 | $19,200 |
| Operadores de pala | $6,000 | $3,000 | $72,000 | $36,000 |
| Choferes de Roll-on | $0 | $10,000 | $0 | $120,000 |
| Ayudantes | $0 | $6,.000 | $0 | $72,000 |
| Operadores | $0 | $3,200 | $0 | $38,400 |
|  |  |  |  |  |
| **INSUMOS** |  |  |  |  |
| Combustibles | $0 | $31,200 | $0 | $374,400 |
| Llantas | $0 | **$21,000** | $0 | $252,000 |
| Lubricantes | $0 | **$10,500** | $0 | $126,000 |
|  |  |  |  |  |
| **COSTOS INDIRECTOS** |  |  |  |  |
| Seguros |  | $3,333 |  | $40,000 |
| Peajes |  | $3,000 |  | $36,000 |
| Alquiler de vehículos | $198,000 |  | $2´376,000 |  |
| **TOTAL COSTO** | $209,600 | $96,833 | $2´515,200 | $1´162,000 |
|  |  |  |  |  |
| **AHORRO ANUAL** |  |  |  | **$1´353,200** |

 **Tabla No. 19 COSTOS DE EVACUACION ESENARIO 2**

En el análisis de la variación de costos, si bien es cierto que el incremento en los precios de combustible y llantas en importante en magnitud, se pudo apreciar que sigue existiendo un ahorro en dólares por sobre el millón, lo que a primera vista evidenció la factibilidad del llevar a cabo la inversión e implementar la mejora.

Con estos nuevos costos, se elaboró el respetivo flujo de caja, que permite obtener los nuevos índices financieros, que se encuentra detallado en la tabla No. 20

|  |
| --- |
| **FLUJO DE CAJA ANUALIZADO** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Inversiones** |  | **Año 0** | **Año 1** | **Año 2** | **Año 3** | **Año 4** | **Año 5** |
| Compra vehículos nuevos | -$1,200 |  |  |  |  |  |
| Fabricación de Cajas compactadoras | -$600 |  |  |  |  |  |
| Compra de Accesorios |  | -$100 |  |  |  |  |  |
| Fase implementación |  | -$1,258 |  |  |  |  |  |
| Penalidad por recisión de contrato | -$1,188 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Ingresos** |  |  |  |  |  |  |  |
| Ahorro en operación anual |  | $1,353 | $1,353 | $1,353 | $1,353 | $1,353 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Impacto en flujo de caja |  | -$4,346 | $1,353 | $1,353 | $1,353 | $1,353 | $1,353 |
| Flujo acumulado |  | -$4,346 | -$2,992 | -$1,639 | -$286 | $1,067 | $2,420 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tasa referencial de descuento | 15% |  |  |  |  |  |
| **TIR** |  | 16.84% |  |  |  |  |  |
| **VAN** |  | $166 |  |  |  |  |  |
| Recuperación de inversión (años) | 3.21 |  |  |  |  |  |

**Tabla No. 20 FLUJO DE CAJA ANUALIZADO ESCENARIO 2**

Los nuevos índices financieros mostraron la factibilidad de llevar a cabo la inversión en la compra de equipos, con un incremento hasta del 300% en el costo de lubricantes y llantas. La TIR es superior a la tasa referencial de descuento y se obtuvo un VAN positivo, permitiendo que al inversión se recupere en un plazo de 3.21 años. Este análisis nos aseguró que se puede soportar fuertes incrementos en estos costos, sin poner en riesgo la recuperación de la inversión.

Finalmente, para un tercer análisis o escenario, se consideró un incremento en el monto de inversión, sobre todo en el costo de los vehículos. Se analizó el comportamiento de los índices financieros basados en un incremento en el precio de los vehículos equivalente a un 60%, por encima del precio original base considerado en la presentación original del proyecto.

Esta consideración se la tomó pensando que durante la fase de implementación del proyecto, podrían haber cambios en las condiciones arancelarias para la importación de los vehículos y cuidando de que al momento de solicitar las ofertas a los proveedores de estos vehículos Roll-on, no se hayan cometido errores y se haya considerado los precios correctos basados en las especificaciones técnicas adecuadas para la operación, así como, la posibilidad de adquirir equipos adicionales o complementarios para realizar esta actividad durante todo el período evaluado. La información de costos de operación e inversión inicial se detalla en la tabla No. 21

|  |
| --- |
| **COSTOS DE EVACUACIÓN ESCENARIO 3** |
|  |  |  |  |  |
| **Escenario 3** | **Incremento costo de vehículos** | **60%** |
|  |  |  |  |  |
|  | **SISTEMA** | **SISTEMA** | **SISTEMA** | **SISTEMA** |
|  | **ANTERIOR** | **MEJORADO** | **ANTERIOR** | **MEJORADO** |
|  | **MENSUAL** | **MENSUAL** | **ANUALIZADO** | **ANUALIZADO** |
| **MANO DE OBRA** |  |  |  |  |
| Supervisores | $2,400 | $2,400 | $28,800 | $28,800 |
| Control de pesos | $1,600 | $1,600 | $19,200 | $19,200 |
| Radio operador | $1,600 | $1,600 | $19,200 | $19,200 |
| Operadores de pala | $6,000 | $3,000 | $72,000 | $36,000 |
| Choferes de Roll-on | $0 | $10,000 | $0 | $120,000 |
| Ayudantes | $0 | $6,000 | $0 | $72,000 |
| Operadores | $0 | $3,200 | $0 | $38,400 |
|  |  |  |  |  |
| **INSUMOS** |  |  |  |  |
| Combustibles | $0 | $31,200 | $0 | $374,400 |
| Llantas  | $0 | $7,000 | $0 | $84,000 |
| Lubricantes | $0 | $3,500 | $0 | $42,000 |
|  |  |  |  |  |
| **COSTOS INDIRECTOS** |  |  |  |  |
| Seguros |  | $3,333 |  | $40,000 |
| Peajes |  | $3,000 |  | $36,000 |
| Alquiler de vehículos | $198,000 |   | $2´376,000 |   |
| **TOTAL COSTO** | $209,600 | $75,833 | $2´515,200 | $910,000 |
|  |  |  |  |  |
| **AHORRO ANUAL** |  |  |  | **$1´605,200** |

**Tabla No. 21 COSTOS DE EVACUACION ESENARIO 3**

El flujo de caja para el escenario 3 contempló el incremento en el valor de compra de los vehículos, anteriormente mencionado, también sirvió para evaluar el comportamiento de los índices financieros, en caso de que se tenga que invertir en unidades o equipos adicionales a las que se proyectaron utilizar en la operación de evacuación, por lo tanto el monto de inversión se vio afectado como se observa en la tabla No. 22

|  |
| --- |
| **FLUJO DE CAJA ANUALIZADO** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Inversiones** |  | **Año 0** | **Año 1** | **Año 2** | **Año 3** | **Año 4** | **Año 5** |
| Compra vehículos nuevos | **-$1,920** |  |  |  |  |  |
| Fabricación de cajas compactadoras | -$600 |  |  |  |  |  |
| Compra de accesorios |  | -$100 |  |  |  |  |  |
| Fase implementación |  | -$1,258 |  |  |  |  |  |
| Penalidad por recisión de contrato | -$1,188 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Ingresos** |  |  |  |  |  |  |  |
| Ahorro en operación anual |  | $1,605 | $1,605 | $1,605 | $1,605 | $1,605 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Impacto en flujo de caja |  | -$5,066 | $1,605 | $1,605 | $1,605 | $1,605 | $1,605 |
| Flujo acumulado |  | -$5,066 | -$3,460 | -$1,855 | -$250 | $1,355 | $2,960 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tasa referencial de descuento | 15% |  |  |  |  |  |
| TIR |  | 17.60% |  |  |  |  |  |
| VAN |  | $274 |  |  |  |  |  |
| Recuperación de inversión (años) | 3.16 |  |  |  |  |  |

**Tabla No. 22 FLUJO DE CAJA ANUALIZADO ESCENARIO 3**

Este escenario indica que, en caso de haber un incremento en el costo de adquisición de los vehículos o en su defecto se necesite invertir en unidades o equipos adicionales para llevar a cabo el desalojo, la implementación de la mejora sigue siendo viable

El TIR resultó por sobre la tasa de descuento esperada con un VAN positivo y un tiempo de recuperación de la inversión de 3.16 años, prácticamente a mitad de periodo de contrato.

A continuación, se muestra en la tabla No. 23, un cuadro resumen, con los diferentes resultados obtenidos de los índices financieros, tanto la TIR, el VAN y el tiempo de recuperación de la inversión, en cada uno de los escenarios propuestos.

|  |
| --- |
| **RESUMEN DE ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD** |
|  |  |  |  |  |
| **ESCENARIOS** | **VARIACIÓN** | **TIR** | **VAN** | **PERIODO DE** |
| **PORCENTUAL** | **RECUPERAC.** |
| Escenario 0, sin modificaciones | 0% | 24.68% | 900.20 | 2,71 |
| Escenario 1, incremento en precio del diesel | 326% | -4.31% | -1,563.40 | 5,72 |
| Escenario 2, incremento en precio de llantas y lubricantes | 300% | 16.84% | 165.70 | 3,21 |
| Escenario 3, incremento en costo de vehículos | 60% | 17.60% | 274.20 | 3,16 |

**Tabla No. 23 RESUMEN DE ANALISIS DE SENSIBILIDAD**

Con esta última tabla, se completó el análisis financiero, que permitió contar con toda la información y elementos de juicio, que permitieron que la propuesta de mejoramiento fuera implementada.