

## HDT 10: La recolección primaria y secundaria

Capítulo 10. Los residuos sólidos en los países en desarrollo  
Frank Flintoff

---

### Indice general

- [Transferencia de corta distancia](#)
  - [Estaciones de transferencia a corta distancia](#)
- 

### 10.1 Transferencia a corta por distancia

La transferencia a corta distancia es un sistema que divide la recolección de desechos en dos fases: la recolección primaria y secundaria. La recolección primaria, de puerta en puerta, se lleva a cabo con un vehículo pequeño no motorizado, tal como una carretilla de mano o carreta de tracción animal. Cuando el vehículo de recolección primaria se ha llenado se lo descarga directamente a un vehículo motorizado grande, el cual se emplea únicamente en el transporte a alta velocidad de cargas completas. [Los principios fundamentales de este proceso se explican detalladamente en el Capítulo 7, el cual trata sobre los sistemas tractor-remolque.]

- [10.1.1 Recolección primaria mediante carretilla de mano](#)
- [10.1.2 Recolección secundaria mediante remolques](#)
- [10.1.3 Recolección primaria mediante carretas de tracción animal o triciclos motorizados](#)
- [10.1.4 Recolección secundaria de la estación de transferencia](#)
- [10.1.5 Comparación de la productividad de mano de obra/vehículos](#)

#### 10.1.1 Recolección primaria mediante carretilla de mano

El tipo de carretilla recomendado para la recolección primaria es aquel que lleva hasta seis recipientes [descrito en el Capítulo 7]. Durante los años cuarenta, se utilizaron carretillas de este diseño en Dagenham, Inglaterra, para la recolección de puerta en puerta de los desperdicios de cocina almacenados por separado y recolectados con el fin de transformarlos en alimentos para cerdos y aves de corral. Se realizaban cerca de 10 recorridos y el promedio de viviendas visitadas diarias por hombre fue de 388. La operación consistía en entrar al jardín exterior, coger el tacho con los desperdicios de cocina, el cual era normalmente colocado en el umbral de la puerta por el ama de casa, vaciarlo luego en uno de los recipientes de la carretilla y, por último, devolver el tacho. Sin embargo, el peso diario por vivienda era menos de un kilogramo, mientras que la recolección diaria de la mayor parte de las casas en los países en desarrollo sería de cerca de dos kilogramos.

Durante un proyecto piloto en Katinandú, se utilizaron carretillas con dos y cuatro recipientes y se llevaron a cabo tres recorridos.. Aunque la carretilla de dos recipientes tenía muy poca capacidad, y por consiguiente requería recurrir frecuentemente al remolque que constituía la recolección secundaria, el rendimiento promedio de los tres recolectores era cerca de 250 viviendas/hombre/día. No se dejaban los tachos de los desechos en las aceras, pero cada recolector tenía una campanilla que hacía sonar por intervalos. Al escuchar la señal, las amas de casa llevaban la basura hasta la puerta delantera y entregaban sus tachos (a menudo una vieja lata para gasolina) al recolector, el cual los vaciaba y los devolvía. Muchas de las calles que recibían servicio eran muy estrechas, algunas apenas sobrepasaban de un metro, por lo que este tipo de recolección resultó ser la única forma posible de servicio domiciliario.

Un típico cálculo de rendimiento para la recolección de desechos por medio de carretillas sería el siguiente:

Suponga que la carretilla lleve seis recipientes con una capacidad de 50 litros cada uno, siendo el tamaño reducido una función de la alta densidad de los desechos. Una vez llenados los recipientes de la carretilla, ésta sería empujada hasta los remolques con capacidad de unos 6 m<sup>3</sup>, colocados a intervalos de un kilómetro, aproximadamente. Así que los recolectores de cada remolque trabajarían dentro de un radio de aproximadamente 700 metros y su distancia promedio del remolque sería de unos 400 metros.

Capacidad de la carretilla, 6 recipientes x 50 litros	300 litros
Por lo tanto, una carga de la carretilla a una densidad de 330 kg/m <sup>3</sup>	100 kg
Si la producción de desechos es de 2 kg/vivienda/día, una carga de carretilla equivale a	50 viviendas
Tiempo por carga:	
Recolección, 1.5 minutos/vivienda	75 minutos
Recorrido, 400 metros x 2 a 3 km/h	16 minutos
Descarga	5 minutos
Factor de demora	10 minutos
Tiempo total/carga	106 minutos
Tiempo de trabajo/turno = 420 minutos =	4 cargas/turno
Producción por turno =	200 viviendas ó 400 kg

### 10.1.2 Recolección secundaria mediante remolques

Suponga que los remolques tengan una capacidad de 6 m<sup>3</sup> y cuando están llenos son intercambiados mediante un tractor agrícola que los lleva hasta el sitio de disposición final.

Considere un recorrido promedio de ida y vuelta al sitio de disposición de 12 km y una velocidad promedio de 15 km/h:

Tiempo de cada recorrido	48 minutos
Intercambio de a remolques	5 minutos
Descarga	10 minutos
Tiempo total de recorrido	63 minutos

Si se considera una demora de 7 minutos/recorrido, entonces el tiempo promedio de recorrido sería 70 minutos, equivalente a 6 viajes/día en una jornada de trabajo de 7 horas.

Si la carga promedio del remolque es de 2.4 toneladas (equivalente a una densidad cargada de 400 kg/m<sup>3</sup>), entonces:

La producción del tractor/turno = 14 toneladas

El número de remolques requerido depende principalmente de la densidad de la población. Un remolque intercambiado 6 veces/día podría acomodar 36 recolectores que sirven a una población de 43,000 habitantes, pero debido al limitado radio de operación de una carretilla de mano, dicha unidad compuesta de 36 hombres debe incluirse en un área de un kilómetro cuadrado. Así es que, en este ejemplo si la densidad de la población es menor de unos 43,000 habitantes/km<sup>2</sup> se requerirá más de un punto de transferencia de remolques. Dos puntos de transferencia, cada uno con un intercambio de remolque 3 veces/día, haría posible que el tractor y los 36 recolectores cubran un área de 2 km<sup>2</sup> con una densidad poblacional de 21,500 habitantes/km<sup>2</sup>.

En el primer ejemplo, el requerimiento teórico de remolques sería dos por tractor, uno estacionario en el punto de transferencia y el otro en camino. En el segundo ejemplo, el número de remolques sería tres por tractor, uno en cada uno de los dos puntos de transferencia y el otro en camino. En la práctica por lo general se requiere proporcionar capacidad de sobrecarga en el punto de transferencia, ya que las tasas de recolección mediante carretillas de mano y del intercambio de remolques, varían constantemente. El número de remolques estaría, por consiguiente, en la escala siguiente.

Densidad óptima de la población

3 remolques/tractor, 2 en transferencia

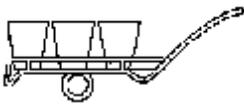
1/2 densidad óptima de la población

5 remolques/tractor, 2 en

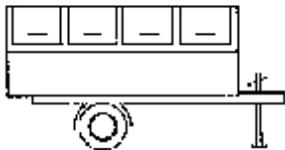
**Figura 9 : Transferencia a corta distancia  
Diagrama de flujo del sistema de carretilla de mano a remolque**



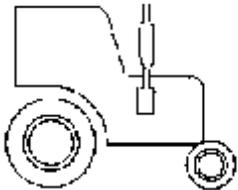
1,200 personas viven en 200 viviendas. Cada vivienda produce 2 kg/día de desechos domésticos que son almacenados en un tacho con capacidad de 6 litros. La densidad inicial se supone que sea de 330 kg/m<sup>3</sup>, pero ésta tiende a incrementar en cada etapa de la recolección debido a la compactación natural en el recipiente o vehículo.



Un recolector de desechos con una carretilla de mano de capacidad de 300 litros (6 recipientes x 50 litros) pasa por 200 viviendas/día, recolectando un peso total de 400 kg/día



En un remolque con capacidad de 6,000 litros se vacían los recipientes de las carretillas de mano, equivalente a los desechos de un día de 6 carretillas. Una carga de remolque de 2.4 toneladas representa 1,200 viviendas y 7,200 personas.



Un tractor agrícola lleva los remolques llenos de desechos al sitio de disposición final. Bajo condiciones normales, un tractor puede intercambiar hasta seis remolques/día, 14 toneladas/día, de 36 recolectores, al servicio de 7,200 viviendas y una población que supera los 43,000 habitantes.

La densidad mínima de población que podrían cubrir los carretillas de mano sería de 7,200 habitantes/km<sup>2</sup>, cuando cada km<sup>2</sup> requiera el servicio de seis recolectores y un remolque/punto de transferencia. No se necesitará la capacidad de sobrecarga; entonces la relación de remolques a tractores sería 7:1, seis en los puntos de transferencia y uno en camino.

Todas estas cifras se basan en los datos básicos presentados al inicio del presente capítulo, que deben adaptarse para cualquier ciudad específicamente en conformidad con los datos locales. Por regla general, el uso de transferencia a corta distancia mediante carretillas de mano es aplicable a las condiciones que se dan a continuación:

- producción baja de desechos per cápita - desechos de alta densidad - alta densidad poblacional - baja escala de salarios

Cuando uno o más de las mencionadas condiciones está ausente, el principio de transferencia podría permanecer válido, pero sería necesario emplear vehículos más grandes.

### 10.1.3 Recolección primaria mediante carretas de tracción animal o triciclos motorizados

Se sientan las siguientes hipótesis:

Capacidad del vehículo	2,000 litros
	ó 700 kg
Una carga del vehículo =	350 viviendas

Tiempo por carga:

2 recolectores x 40 viviendas/hombre/hora	4 horas 22 minutos
Viaje 2 km: carreta de tracción animal (3 km/h)	40 minutos
: triciclo motorizado (20 km/h)	6 minutos

Descarga		
minutos		
Tiempo total/carga: carreta/animal		5 horas 12 minutos
triciclo motorizado		4 horas 38 minutos

Cargas/día:

Carreta de tracción animal, 1-1/4 cargas	peso total/día 275 kg
Triciclo motorizado, 1-1/2 cargas	peso total/día 1,050 kg

Producción/hombre/ turno:

Carreta/animal, 2 recolectores	437 kg, 219 viviendas
Triciclo motorizado, 2 recolectores	525 kg, 262 viviendas

#### 10.1.4 Recolección secundaria de la estación de transferencia

La principal ventaja que brindan las carretas de tracción animal o pequeños vehículos motorizados es su radio de acción más amplio. El animal es igual de lento a una carretilla de mano, pero el volumen del vehículo es mucho mayor, de modo que sólo se necesitan dos viajes a la estación de transferencia en vez de cuatro o más, con una carretilla de mano. Por tanto, con la carreta hay más tiempo para la recolección misma. El pequeño vehículo motorizado tiene tanto una mayor capacidad como una velocidad más, alta.

Este sistema permite que cada estación de transferencia sirva un área más extensa y por lo tanto una población mayor o poblaciones de baja densidad. Para carretas de tracción animal, una estación de transferencia para un área de 5 km<sup>2</sup>, implica un viaje de ida y vuelta de 2 km. Los triciclos motorizados servirían áreas mucho más extensas.

El proceso de transferencia, sin embargo, es mucho más complejo que el método descrito anteriormente de vaciar los recipientes en los remolques. Se requiere transferir cargas de 2m<sup>3</sup> o mayores en vehículos grandes. [En el Capítulo 11 se describen las formas de hacerlo.]

Por el momento se supone que las carretas de tracción animal o triciclos motorizado se descarguen desde un nivel superior directamente en camiones volquetes de 7 toneladas de capacidad con costados alargados con el fin de incrementar su volumen, y que cada camión transporte una carga promedio de 5 toneladas. Este es un sistema bien comprobado, y el tiempo requerido podría ser:

Carga	30 minutos
Viaje de ida y vuelta de 12 km a 25 km/h	30 minutos
Descarga	10 minutos
Tiempo total/viaje	70 minutos

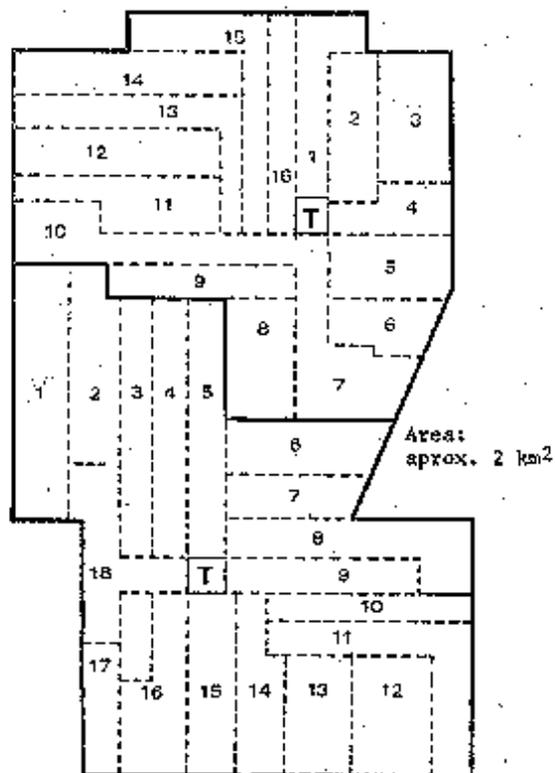
Tomando en cuenta algunas demoras, la productividad podría ser:

5 cargas/día x 5 toneladas	25 toneladas/día
----------------------------	------------------

#### 10.1.5 Comparación de la productividad de mano de obra/vehículos

[Al término del Capítulo 9 se calcula la productividad comparativa los cuatro métodos básicos de recolección y se seleccionan los cuatro más productivos. Ahora es posible extender dicha comparación agregando las cifras de transferencia a corta distancia]

**Figura 10**  
**Disposición típica de rutas para un distrito de transferencia a corta distancia**



Población: 43,000 Viviendas: 7,200 Total 14 toneladas/día

1 tractor 2 puntos de transferencia, cada uno con 2 remolques (3 intercambios/día en cada punto)

36 recolectores, cada uno con carretilla de manto. Cada punto de transferencia sirve a 18 recolectores.

En lo posible, las rutas de recolección estarán dispuestas en forma radial hacia los puntos de transferencia, mostrados con la letra T.

Por orden de productividad de vehículos pesados, que constituye el criterio en los países con bajos niveles de salarios, el cuadro comparativo es el siguiente:

	Toneladas	
	Hombre/día	Vehículo/día
Transferencia a corta distancia		
Triciclos motorizados*	0.53	25
Carretas de tracción animal*	0.44	25
Carretillas de mano*	0.40	14
Tambores comunales de 200 litros	5.0	10
Recolección por manzana	3.5	7
Recolección de desechos al borde de las aceras	1.8	7
Recintos comunales de mampostería	1.4	7

Es preciso advertir que, aunque las cifras utilizadas con fines de ilustración en el presente capítulo y el anterior se basen en una experiencia real, resulta poco probable que el lector las encuentre válidas para su ciudad, debido a las grandes variaciones que se presentan en los factores determinantes en diferentes partes del mundo.

Los factores más importantes son:

- producción de desechos/cápita x tamaño promedio de familias
- densidad de desechos en la fuente
- densidad de población

- escala de salarios
  - costos comparativos de las carretas de tracción animal y vehículos motorizados
  - costo de combustible para los vehículos motorizados
- 

## 10.2 Estaciones de transferencia a corta distancia

- [10.2.1 Sitios nivelados](#)
- [10.2.2 Sitios de dos niveles](#)
- [10.2.3 Compactadoras estacionarias](#)
- [10.2.4 Combinación estación de transferencia/depósitos distrital](#)

- Las estaciones de transferencia a corta distancia se clasifican en dos categorías principales:
- sitios nivelados, ente que por lo general se lleva a cabo la transferencia mediante el vaciado manual de recipientes pequeños;
- sitios de dos niveles, en los cuales se descargan por gravedad pequeños vehículos ente grandes vehículos.
- Los vehículos que se utilizan para la recolección secundaria en las estaciones de transferencia se clasifican ente los siguientes grupos principales;
- remolques, generalmente con una capacidad de unos 4 m<sup>3</sup>, remolcados por un tractor agrícola. También se puede utilizar remolques más pequeños remolcados por jeeps;
- semí-remolques con capacidad de 15 m<sup>3</sup> y mayor;
- vehículos abiertos con costados alargados para alcanzar capacidades de 12 m<sup>3</sup> y mayores;
- contenedores metálicos de 8 m<sup>3</sup> y mayores, transportados por vehículos rígidos de capacidad de 5 toneladas y mayor;
- recipientes "roll-on" con capacidad de 15 m<sup>3</sup> y superior llevados por vehículos montacarga ("winch-onte").

Cuando los desechos son de baja densidad, los cajones metálicos, recipientes "roll-on" y semí-remolques podrían ser alimentados mediante una compactadora estacionaria que comprime los desechos dentro de la caja.

### 10.2.1 Sitios nivelados

De manera más sencilla, se podría decir que este tipo de estación de transferencia no es más que un estacionamiento donde se localiza un 5 remolque o contenedor metálico. Para mantenerlo limpio y seguro es más conveniente cercar el sitio.

El plan del sitio podría tomar como referencia el modelo sugerido para los mercados [ilustrado en el Capítulo 8]. Si el espacio disponible es muy limitado, el plan ilustrado en el presente capítulo satisfecerá los requisitos fundamentales, pero traerá como consecuencia dos desventajas:

- un remolque tendría que entrar en retroceso
- el intercambio implica cuatro operaciones comparadas con dos cuando se halla disponible un espacio de reserva.

Las compactadoras estacionarias pueden utilizarse en sitios de un solo nivel cuando se empleen carretillas de mano para la recolección primaria o triciclos motorizados cuyas cajas pueden volcarse a un metro de altura o más. Se considera dichas compactadoras más adelante en este capítulo.

### 10.2.2 Sitios de dos niveles

Cuando se requiere la descarga directa de la caja de un vehículo en otro, se necesita un sitio de dos niveles al menos que se instale la planta como una tolva subterránea, la cual alimenta un transportador elevador.

La forma tradicional de una estación de transferencia a dos niveles lo conforma una plataforma de carga (unos 3 metros sobre el nivel del suelo) que se comunica con un caminó inclinado con adecuado declive para vehículos más pequeños: por lo general se acepta 1:12 y requiere un camino de acceso de 40 metros de longitud. Si la circulación del tráfico en un solo sentido es deseable, se requerirá dos rampas.

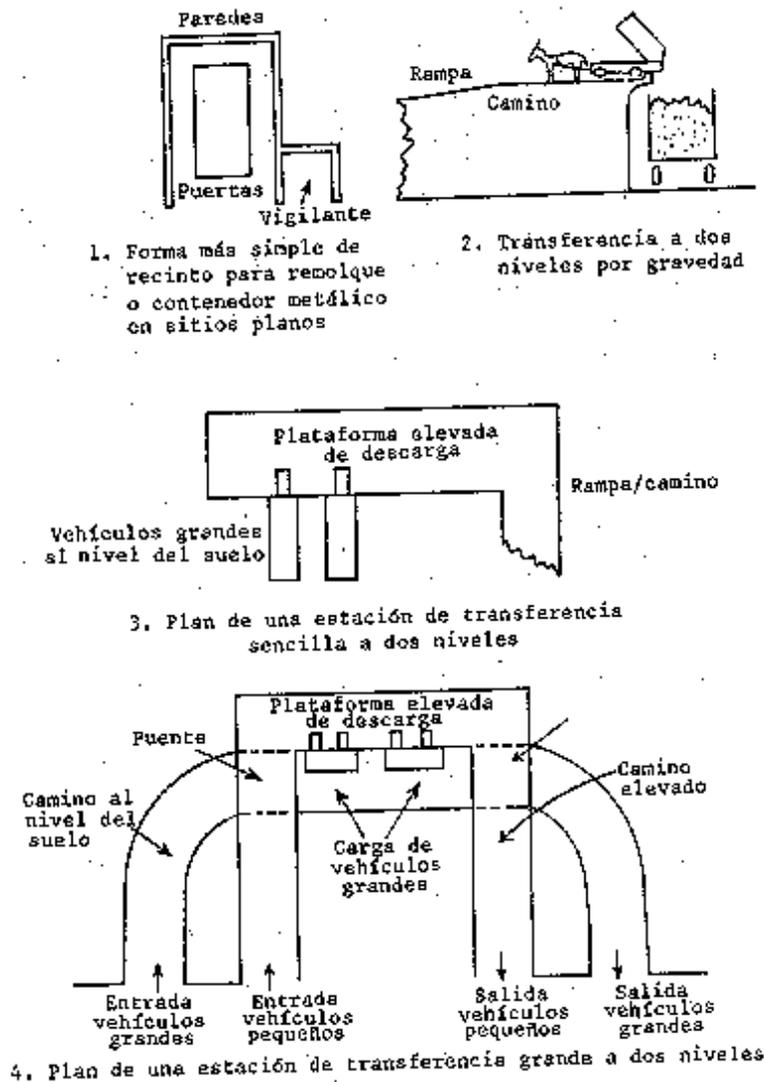
### 10.2.3 Compactadoras estacionarias

En los países industrializados se utiliza mucho grandes compactadoras estacionarias, localizadas en estaciones de transferencia a larga distancia, destinadas a recibir cargas de vehículos compactadores con capacidad de 5 toneladas para su transferencia; luego, a vehículos con capacidades de carga que llegan hasta 18 toneladas y su transporte a sitios de disposición, los cuales pueden estar ubicados a distancias de hasta 80 km. Deben comprimirse los desechos con el fin de obtener cargas del peso mencionado. El sistema empleado consiste en descargar los desechos de entrada en una tolva a nivel inferior de la cual se los alimenta hacia el vehículo receptor mediante una placa de presión hidráulica. Estos sitios son generalmente de dos niveles.

Pequeñas compactadoras estacionarias que se operan en un sitio plano se utilizan comúnmente en fábricas para llenar contenedores con capacidad de 8 m<sup>3</sup> y superior con desechos industriales de densidad baja. Dichas compactadoras pueden adaptarse fácilmente a las estaciones de transferencia a corta distancia siempre y cuando se justifique su costo. Es muy probable que estas condiciones se encuentren en los países en desarrollo más prósperos, en los cuales los materiales de envase constituyen un elemento significativo de desechos domésticos, de manera que las densidades de tales desechos se asemejan a las de Europa o Estados Unidos. Algunos consultores de Riyadh, ente Arabia Saudita, propusieron un sistema de compactadoras estacionarias para una serie de estaciones de transferencia, las cuales utilizarán, ente parte, carretillas de manto y, en parte, pequeños vehículos motorizados.

El rendimiento potencial de una compactadora estacionaria es muy alto. Utilizando un contenedor con un volumen de 15 m<sup>3</sup> y obteniendo una relación de compactación de 2:1, donde los contenedores se o intercambien cinco veces/día, se logra un rendimiento teórico de la compactadora de 150 m<sup>3</sup>/día, lo que equivale a 30 toneladas a una densidad de 200 kg/m<sup>3</sup>. Tal capacidad alta puede ser de gran utilidad ente un área densamente poblada, o en la cual exista una producción bastante elevada de desechos provenientes de los mercados, reduciéndose así el número de estaciones de transferencia requeridas, ya que es en dichas áreas donde es más difícil hallar sitios para las estaciones.

Figura 11. Estaciones de Transferencia



#### 10.2.4 Combinación estación de transferencia/depósitos distrital

Sería muy beneficioso construir una estación de transferencia en combinación con un depósito cuando dicha estación sirva a una población de entre 20,000 y 50,000 habitantes.

Para una población de este tamaño habrá probablemente entre 40 y 150 trabajadores manuales empleados en la recolección de desechos, limpieza de calles, y servicios auxiliares. Esto representa una unidad de trabajo de tamaño apropiado para el cargo de menos antigüedad en la administración capacitada, el de inspector distrital.

Un depósito distrital debería incluir las siguientes instalaciones:

- instalaciones para el uso de los trabajadores: casilleros, servicios higiénicos, duchas
- depósitos pequeños: escobas, palas, materiales de limpieza, lubricantes, etc.
- instalaciones de estacionamiento para las carretillas de los barrenderos, y de los recolectores de desechos
- oficina y teléfono para el inspector distrital.

Un buen diseño básico para un depósito distrital/estación de transferencia sería el siguiente:

Planta baja	instalaciones de transferencia y estacionamiento
Primer piso	oficina y depósitos
Segundo piso	vestuario con casilleros, servicios higiénicos, duchas.

---