



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN MECÁNICA E INDUSTRIAL

ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN ESTACIONES
DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

MARINA PEDRO ABURTO

DIRECTOR DE TESIS : M. C. CONSTANTINO GUTIÉRREZ PALACIOS



MÉXICO, D.F

MAYO , 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Índice.....	2
Planteamiento del problema.....	7
Objetivo.....	9
Hipótesis.....	9
Introducción.....	10
Capítulo 1: Aspectos generales del ciclo de los Residuos Sólidos Urbanos.....	14
1.1. Descripción del Ciclo de los residuos.....	14
1.2. Generación de residuos en el Distrito Federal.....	19
1.3. Número de Vehículos recolectores en el Distrito Federal.....	20
1.4. Recepción de residuos en las estaciones de transferencia.....	21
1.5. Normatividad ambiental nacional.....	24
Capítulo 2: Estaciones de transferencia.....	27
2.1. Sistemas de Transferencia.....	27
2.2. Residuos admitidos por estaciones de transferencia.....	28
2.3. Ventajas de las estaciones de transferencia.....	28
2.4. Desventajas.....	29
2.5. Costos.....	29
2.6. Tipos de estaciones de transferencia (INE , 1996).....	31
2.7. Estructuras importantes.....	32
2.8. Tecnología de transferencia.....	37
2.9. Procesamiento de Recursos.....	38
2.10. Normas de operación y medidas de seguridad.....	40
2.11. Vehículos de recolección de residuos sólidos comúnmente usados en el medio mexicano.....	41
2.12. Vehículos de transferencia.....	43
2.13. Estaciones de transferencia del DF.....	45
Capítulo 3: Estudio de tiempos y movimientos.....	47
3.1. Definiciones.....	47
3.2. Componentes del tiempo total del trabajo.....	48
3.3. Selección del trabajo para estudio:.....	49
3.4. Registro de los hechos.....	49
3.5. Calificación del desempeño.....	51
3.6. Análisis de movimientos.....	52
3.7. Método propuesto.....	52

3.1. Estudio de tiempos.....	53
3.2. Determinación de número de observaciones por ciclo	56
3.3. Métodos de calificación.....	57
3.4. Estudio de movimientos	61
3.5. Tablas de tiempos predeterminados.....	66
Capítulo 4: Caso de estudio. Estación de Transferencia Coyoacán.....	71
4.1. Descripción de la Estación.....	71
4.2. Problemas previamente encontrados al estudio	75
4.3. Problemas de operación:.....	76
4.4. Diseño del muestreo de trabajo.....	77
4.5. Proceso ingreso al patio de maniobras:.....	78
4.6. Vehículos que ingresan a la estación de transferencia.....	81
4.7. Diagramas de recorrido.....	83
5.-Resultados.....	90
5.1. Análisis de tiempos movimientos vehículos descarga trasera.	90
5.2. Análisis de vehículos descarga lateral	99
5.3. Análisis de movimientos vehículos doble descarga.....	105
5.4. Tabla resumen.....	109
6. Conclusiones	110
Anexos: Tablas registro de tiempos	113
Relación entre horas pico y falta de cajas de transferencia	127
7.Bibliografía	128

Glosario

D.F: Distrito Federal

E= Therbling efectivo

EPA: Environmental Protection Agency

ET: Estación de Transferencia

I= Therbling inefectivo

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

INNEC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

LGEEPA: Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

NOM: Norma Oficial Mexicana

NOM: Norma Oficial Mexicana

PGIRS Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Distrito Federal

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

SEDEMA: Secretaria del Medio Ambiente

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA DE SISTEMA DE RECOLECCIÓN POR PARADA FIJA.....	12
FIGURA 2: DESCRIPCIÓN DEL CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DF.....	14
FIGURA 3: ALMACENAMIENTO DOMICILIARIO	15
FIGURA 4: ALMACENAMIENTO NO DOMICILIARIO, BASUREROS EN CHAPULTEPEC	16
FIGURA 5: RECOLECCIÓN POR METODO DE PARADA FIJA	16
FIGURA 6: VEHÍCULO DE TRANSFERENCIA	17
FIGURA 7: SELECCIÓN DE MATERIALES	18
FIGURA 8: ACONDICIONAMIENTO DE PLÁSTICOS.....	18
FIGURA 9: SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL	18
FIGURA 10 : GRÁFICA DE GENERACIÓN DE RESIDUOS EN EL DISTRITO FEDERAL EN EL AÑO 2012.....	20
FIGURA 11: ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA	27
FIGURA 12: ESQUEMA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE DESCARGA DIRECTA	31
FIGURA 13: DIAGRAMA DE LA ET DE DESCARGA	32
FIGURA 14: CARRIL DE DESACELERACIÓN.....	33
FIGURA 15: CARRIL DE ENCOLAMIENTO.....	34
FIGURA 16: RAMPAS CORTE LONGITUDINAL	34
FIGURA 17: PATIO DE -MANIOBRAS	35
FIGURA 18: LÍNEAS DE SERVICIO	35
FIGURA 19: TECHUMBRE.....	36
FIGURA 20: EQUIPO DE EXTRACCIÓN	36
FIGURA 21: SISTEMA SURGE PIT	37
FIGURA 22 : SITEMA PRECOMPACTADOR	37
FIGURA 23: SISTEMA DE BALEROS	38
FIGURA 24: SISTEMA DE PRE COMPACTACIÓN EN VEHÍCULO DE TRANSFERENCIA	39
FIGURA 25: SISTEMA DE TRITURACIÓN	39
FIGURA 26: TREN DE ENFARMIENTO	39
FIGURA 27: VEHÍCULO CARGA LATERAL IMAGEN DE ET COYOACÁN	41
FIGURA 28: VEHÍCULO CARGA TRASERA IMAGEN TOMADA DE CIUDAD UNIVERSITARIA	42
FIGURA 29: VEHÍCULO DE REDILAS	42
FIGURA 30: TRACTOR AGRÍCOLA CON REMOLQUE	42
FIGURA 31: CAMIÓN DE TRANSFERENCIA	43
FIGURA 32: VEHÍCULO CON CARROCEÍA CERRADA	43
FIGURA 33: SISTEMA INTERMODAL	44
FIGURA 34: LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA	45
FIGURA 35: MAPA DE INSTALACIONES DE LA ET COYOACÁN	72
FIGURA 36: ÁREA DE MANIOBRAS, PUENTE DE DESACELERACIÓN Y TECHUMBRE.....	73
FIGURA 37: ZONA DE CARGA.....	73
FIGURA 38: VEHÍCULOS DE TRANSFERENCIA LLENOS.....	73
FIGURA 39: INGRESO DE VEHÍCULO DE TRANSFERENCIA	74
FIGURA 40: REGISTRO DE VEHÍCULO DE TRANSFERENCIA	74
FIGURA 41: TRASCABO	75
FIGURA 42: LIMPIEZA MANUAL DE TOLVA C.....	75
FIGURA 43: ENCOLAMIENTO	76
FIGURA 44: DIAGRAMA DE GRUPO OPERACIÓN INGRESO A PATIO DE MANIOBRAS.....	80
FIGURA 45: DIAGRAMA DE PROCESO INGRESO DE LOS VEHÍCULOS RECOLECTORES	80
FIGURA 46: VEHÍCULO REDILAS SIN SISTEMA DE DESCARGA MECÁNICA IMAGEN TOMADA EN LA ET	81
FIGURA 47: VEHÍCULO DESCARGA LATERAL.....	81
FIGURA 48: VEHÍCULO DOBLE DESCARGA.....	82
FIGURA 49: VEHÍCULO CARGA TRASERA Y DESCARGA MANUAL DE BOLSAS Y BULTOS	82
FIGURA 50: VEHÍCULO TUBULAR	82
FIGURA 51: VEHÍCULO DE VOLTEO.....	83
FIGURA 52: DIAGRAMA INGRESO A LA ESTACIÓN	83
FIGURA 53 : INGRESO AL PATIO DE MANIOBRAS	83
FIGURA 54: VEHÍCULOS EN ZONA DE ESPERA.....	83

FIGURA 55: OPERARIO ACCIONANDO MECANISMO DE DESCARGA	84
FIGURA 56: DIAGRAMA DE RECORRIDO VEHÍCULOS DESCARGA TRASERA, TUBULAR Y VOLTEO.	85
FIGURA 57: DIAGRAMA DE RECORRIDO VEHÍCULOS DESCARGA LATERAL.....	87
FIGURA 58:DIAGRAMA DE RECORRIDO VEHÍCULOS DE DOBLE DESCARGA Y CARGA TRASERA (CON DESCARGA MANUALA DE BULTOS.....	89
FIGURA 59: CURSOGRAMA ANALITICO OPERACIONES DE DESCARGA VEHÍCULO DE CARGA TRASERA.....	91
FIGURA 60:DIAGRAMA BIMANUAL DE LA OPERACIÓN QUITAR SEGURO	92
FIGURA 61: DIAGRAMA DE PROCESO PROPUESTO DE DESCARGA MANUAL.	96
FIGURA 62: DIAGRAMA DE DE RECORRIDO PROPUESTO PARA VEHÍCULOS DE DESCARGA LATERAL.....	100
FIGURA 63: CURSOGRAMA ANALITICO PROPUESTO DE VEHÍCULOS DESCARGA LATERAL.....	102
FIGURA 64: CURSOGRAMA ANALITICO DE VEHÍCULO DE DOBLE DESCARGA.....	106

Índice de tablas

TABLA 1: ANALISIS DE FACTORES	8
TABLA 2:GENERACIÓN DE RESIDUOS EN CADA DELEGACIÓN	19
TABLA 3: VEHÍCULOS RECOLECTORES POR DELEGACIÓN	20
TABLA 4 RECEPCIÓN DE RESIDUOS EN ET EN EL AÑO 2002 Y 2008	21
TABLA 5: DESTINO DE LOS RESIDUOS	23
TABLA 6: TABLA DESCRIPCIÓN DE PUESTOS Y FUNCIONES (SEDESOL)	30
TABLA 7: DESCRIPCIÓN ESTACIONES DE TRANSFERENCIA	46
TABLA 8: CUADRO DE DIAGRAMAS PARA EL REGISTRO	49
TABLA 9 : SUPLEMENTOS Y TOLERANCIAS	54
TABLA 10: VALOR DE LOS SUPLEMENTOS CONTINUACIÓN	55
TABLA 11: NÚMERO DE CICLOS RECOMENDADOS POR DURACIÓN DE TIEMPO (SHAW).....	56
TABLA 12 TABLA DE CALIFICACIÓN DE LA HABILIDAD	57
TABLA 13: TABLA ESFUERZO	58
TABLA 14: CONDICIONES DE TRABAJO	58
TABLA 15: TABLA CONSISTENCIA (LOWRY).....	59
TABLA 16: CRITERIOS CALIFICACIÓN POR RITMO	60
TABLA 17: CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTOS	62
TABLA 18: THERBLINGS EFECTIVOS	63
TABLA 19: TABLA THERBLINGS NO EFECTIVOS.....	63
TABLA 20 SÍMBOLOS UTILIZADOS EN DIAGRAMA BIMANUAL	64
TABLA 21: TABLA MOVIMIENTOS DEL CUERPO, PIERNA Y PIE.....	66
TABLA 22: ALCANZAR	67
TABLA 23: MOVER.....	68
TABLA 24: DESMONTAR	68
TABLA 25 : ASIR	69
TABLA 26: APLICAR PRESIÓN.....	69
TABLA 27: GIRAR	69
TABLA 28: POSICIONAR	70
TABLA 30: SOLTAR	70
TABLA 31: MOVIMIENTO OCULAR	70
TABLA 29: EQUIVALENCIAS DE TIEMPO	70
TABLA 32 : NÚMERO DE CICLOS ADECUADOS	77
TABLA 33: CURSOGRAMA ANALITICO ACTUAL DE VEHÍCULOS DE DESCARGA TRASERA.....	90
TABLA 34: TABLA DE TIEMPO MANIOBRA ENTRADA	92
TABLA 35: TIEMPOS PREDETERMINADOS DE LA OPERACIÓN QUITAR SEGURO	94
TABLA 36: TABLA ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS PREDETERMINADOS, OPERACIÓN DESCARGA MANUAL.....	97
TABLA 37: TABLA DE TIEMPOS OPERACIÓN CAMBIO DE TOLVA	98
TABLA 38: TIEMPOS DE DESCARGA MECANICA	98
TABLA 39 TIEMPOS Y VALORACIÓN OPERACIÓN SALIDA	99
TABLA 40: CURSOGRAMA ANALITICO ACTUAL DE VEHÍCULOS DE DESCARGA LATERAL.....	101
TABLA 41: TIEMPOS MANIOBRA DE ENTRADA DE VEHÍCULOS DE DESCARGA LATERAL	103
TABLA 42: TABLA DE TIEMPOS DE DESCAGA LATERAL	103

TABLA 43: TIEMPO DE CAMBIO DE TOLVA DE VEHÍCULO DESCARGA LATERAL	104
TABLA 44: TIEMPOS DE DESCARGA TRASERA DE VEHÍCULOS DE DESCARGA LATERAL	104
TABLA 45: TIEMPOS DE MANIOBRA DE SALIDA DE VEHÍCULO DE DESCARGA LATERAL	105
TABLA 46: CURSOGRAMA ANALITICO ACTUAL DE VEHÍCULO DE DOBLE DESCARGA	105
TABLA 47: MANIOBRA DE ENTRADA VEHÍCULO DE DOBLE DESCARGA	106
TABLA 48: TIEMPOS DE DESCARGA DE RESIDUOS INORGÁNICOS DE VEHÍCULOS DE DOBLE DESCARGA	107
TABLA 49: TIEMPOS DE CAMBIO DE TOLVA DE VEHÍCULOS DE DOBLE DESCARGA	107
TABLA 50: TIEMPOS DE DESCARGA DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE VEHÍCULOS DE DOBLE DESCARGA	108
TABLA 51: TIEMPOS DE MANIOBRA DE SALIDA DE VEHÍCULOS DE DOBLE DESCARGA	108

Planteamiento del problema.

El crecimiento de la generación de residuos ha creado de analizar su forma de gestión. Dentro de este ciclo las estaciones de transferencia tiene un papel fundamental ya que representan el enlace entre la recolección de los residuos, las plantas de selección y los sitios de disposición final. Por ello es importante realizar estudios que permitan que estas infraestructuras operen de forma eficiente.

Una de las estaciones más importantes del DF es la Estación Coyoacán al brindar servicio a 3 delegaciones y ha presentado algunos problemas en su operación. Con el propósito de analizar las causas de esta problemática se realizó un Estudio de Tiempos y movimientos.

La primera actividad realizada en la Estación de Transferencia fue observar las actividades relacionadas en la zona de descarga y el patio de maniobras.

Para determinar la eficiencia con la que opera la estación de transferencia utilice el método de funciones o factores. Los factores analizados fueron: Medios de producción, Función, Suministros, Fuerza de trabajo. La escala de valoración se describe a continuación:

Escala de calificación:

A: la función se lleva a cabo correctamente

B: La función se lleva a cabo de forma regular

C: la función no se lleva a cabo correctamente

D: no aplica

$$E = \frac{A + \frac{B}{2} + C/4}{n}$$

Dónde:

E= eficiencia

I= ineficiencia

n=∑de actividades de A + B + C. Ideal E=1

En la siguiente tabla enumero los factores observados en la zona de carga y patio de maniobras así como la calificación asignada según la escala de valoración mencionada.

Factores de operación		A	B	C	D
Medios de producción	Tipo de estación: descarga directa sin procesamiento de residuos				x
	Capacidad de la estación para recepción de RSU	x			
	Numero de tolvas y servidores	x			
	Disponibilidad de cajas de transferencia		x		
	Duración de proceso de descarga		x		
Función	Controles ambientales			x	
	Horario de operación de la estación		x		
	Distribución de tolvas		x		
	Numero de delegaciones a las que prestan servicios				x
Financiamiento	Mantenimiento de vehículos			x	
Fuerza de trabajo	Condiciones de trabajo		x		
	Capacitación del personal de la estación de transferencia		x		
	Condiciones de trabajo		x		
	No Encolamiento			x	

Tabla 1: Analisis de factores ¹

$$E = \frac{2+7(.5)+4(.25)}{12} = 0.54 \quad I = 1-0.54 = 0.46$$

Este análisis muestra que la estación de transferencia tiene una ineficiencia de 46% , esta ineficiencia muestra que existen áreas de oportunidad por ejemplo mejorar las condiciones de trabajo al rehabilitar la maquinaria de controles ambientales , dar capacitación a los trabajadores que laboran en el patio de maniobras , mejorar el proceso de descarga de residuos y dar capacitación a los trabajadores del patio de maniobras.

Con respecto a las largas filas de vehículos recolectores en el 2009 se realizó un estudio de teoría de colas en las 13 estaciones de transferencia del DF que mostro que la estación Coyoacán es 1 de las 5 estaciones de trasferencia con los mayores tiempos de espera.

Otra de las conclusiones de este trabajo fue que la espera de estos vehículos se debe a la falta de vehículos de transferencia, pero ya que la adquisición de nuevos vehículos representa un gran problema económico por lo se decidió retomar esta problemática desde el punto de vista de tiempos y movimientos.

Utilizando esta información se realizaron visitas a la estación de transferencia de Coyoacán durante el mes noviembre del 2014 y se encontró que actualmente el periodo de encolamiento ocurre entre 1 y 4 pm, este problema se relaciona con la ausencia de cajas de transferencia y con la duración del proceso de descarga de residuos ya que los vehículos de carga trasera que traían grandes bultos encima de la caja de descarga así como los vehículos de descarga lateral duplicaban el tiempo de descarga de los residuos.

Dentro del patio de maniobras al realizar la descarga de residuos también ocurren encolamientos frente a la tolva C. Este encolamiento ocurre debido a que esta tolva es la única que se utiliza para descarga de residuos orgánicos después de las 6 p.m.

¹ (Bolio, 2012)

Objetivo

Utilizar las herramientas de tiempos y movimientos para analizar el proceso de descarga de Residuos dentro de la estación.

Hipótesis

- Es posible reducir el tiempo de la operación de descarga de residuos utilizando las herramientas de tiempos y movimientos .
- Los encolamientos ocurridos en la Estación de Transferencia de Coyoacán son provocados por las demoras ocurridas en el proceso de descarga.
- Los vehículos de redilas provocan demoras a los demás vehículos recolectores.
- Las operaciones dentro del patio de maniobras de la Estación de Transferencia Coyoacán se realizan de forma descoordinada.
- El diseño del patio de maniobras afecta directamente en el proceso de descarga de residuos.
- La descarga de bultos realizada de forma manual duplica el tiempo total de la operación.
- Los vehículos sin sistema de descarga mecánica son los responsables de los tiempos muertos en el proceso de descarga de los vehículos que si cuentan con este sistema.

Introducción

En México la generación y manejo de los Residuos Sólidos Urbanos representan un gran problema.

Los problemas ambientales ocasionados por la generación de los residuos sólidos son: consumo de energía y materiales, contaminación del suelo, contaminación del agua y contaminación del aire. (Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos de México, 2004).

Entre 2003 y 2011 la generación de residuos creció en 25%. (SEMARNAT, Cap. 7 Residuos, 2012). Tan sólo en el Distrito Federal en el 2013 la generación de residuos aumento 76 ton/día (de 12 740 ton/ día a 12,816 ton/día). (SEDEMA, 2013). Como resultado de este incremento el servicio de recolección, infraestructura y sitios de disposición final han comenzado a ser insuficientes.

El manejo de los residuos además de provocar daños ambientales también representa problemas económicos al ocupar gran parte de los impuestos del DF para su recolección y disposición final . El gobierno del DF y las delegaciones gastan aproximadamente 1500 millones de pesos al año en la prestación de estos servicios. (SEDEMA, 2008). Por este motivo es importante que el proceso se realice de la manera eficiente, reducir tiempos en el proceso de recolección representara grandes ahorros económicos.

La ciudad de México cuenta con un parque vehicular de 2569 vehículos recolectores, 13 estaciones de transferencia de descarga directa (no almacenan los residuos que reciben) distribuidas en 12 delegaciones, 3 plantas de selección localizadas a un costado de la estación de transferencia San Juan de Aragón, 10 plantas de composta (Bordo Poniente, Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Iztapalapa (Móvil), 5 en Milpa Alta, Xochimilco.

Los residuos restantes son llevados a 6 sitios de disposición final , 4 de estos se localizan en el Estado de México (Cañada, Cuautitlán , Milagro y Xonacatlán) , y los otros dos en estado de Morelos (Tepoztlán y Cuautla). (SEDEMA, 2012).

Como respuesta a esta problemática surgió la necesidad de analizar el sistema de recolección con que se cuenta y detectar sus deficiencias. Algunos problemas en la recolección y disposición final son:

- La mayoría de los vehículos recolectores requieren mantenimiento al tener problemas con los frenos, tener las llantas gastadas, no funcionarles las luces y tirar lixiviados. (Mejía, 2014).
- Falta de compromiso por parte de los voluntarios ya que ellos dan prioridad las propinas y la venta de materiales y no al brindar un buen servicio. (Mejía, 2014).
- Bajo porcentaje de separación de residuos.
- Encolamientos en las Estaciones de Transferencia

-
- Número insuficiente de cajas de transferencia
 - Cierre del Relleno Sanitario Bordo Poniente el cuál se llenó hasta su máxima capacidad.
 - Lluvias e inundaciones en el relleno que afectan el proceso de transporte de los residuos en los vehículos de transporte y posteriormente en los vehículos de transferencia hacia los sitios de disposición final.
 - La interrupción temporal del servicio en los rellenos sanitarios el Milagro y la Cañada. (Robles, 2012)

Como respuesta a la problemática de la gestión de residuos el 1° de enero del 2004 entró en vigor la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal. Con esta ley se creó un sistema de recolección separada. Los martes, jueves y sábados se recolectan residuos orgánicos. Este cambio en el programa de recolección ha facilitado el proceso de separación de basura inorgánica en las plantas de selección y el aprovechamiento de los residuos orgánicos en las plantas de composta. (SEDEMA, 2008).

La recolección es realizada por el Servicio de limpia y las delegaciones del DF. Cada delegación cuenta con un determinado número de vehículos recolectores así como con un campamento destinado a guardar sus vehículos recolectores. (SEDEMA, 2012). Los domingos, lunes, miércoles y viernes se recolectan residuos inorgánicos. (Metrópoli, 2011).

Cada vehículo sigue rutas de recolección y al terminar de recorrer cada ruta descargan los residuos en la Estación de Transferencia. Los vehículos realizan al menos 2 descargas en la Estación por día. Los métodos más utilizados en la recolección de residuos sólidos son los de parada fija en esquinas y de acera. En la figura 1 ejemplifico este método de recolección en el cuál los usuarios son avisado por los operadores que el vehículo ha realizado su parada y los usuarios llevan sus residuos. Una vez concluida su ruta el vehículo recolector acude a la estación de transferencia a realizar la descarga de los mismos.

Cada estación recibe todos los residuos generados por las delegaciones a las que presta servicio y los envía a las plantas de composta y plantas de selección. Posteriormente los residuos restantes son enviados a los sitios de deposición final.

El tiempo de recarga de los vehículos recolectores afecta directamente en el ciclo de recolección, ya que los vehículos recolectores una vez que realizan la descarga de residuos reinician su recorrido de recolección. Y los vehículos de transferencia inician su recorrido hacia el sitio de disposición final.

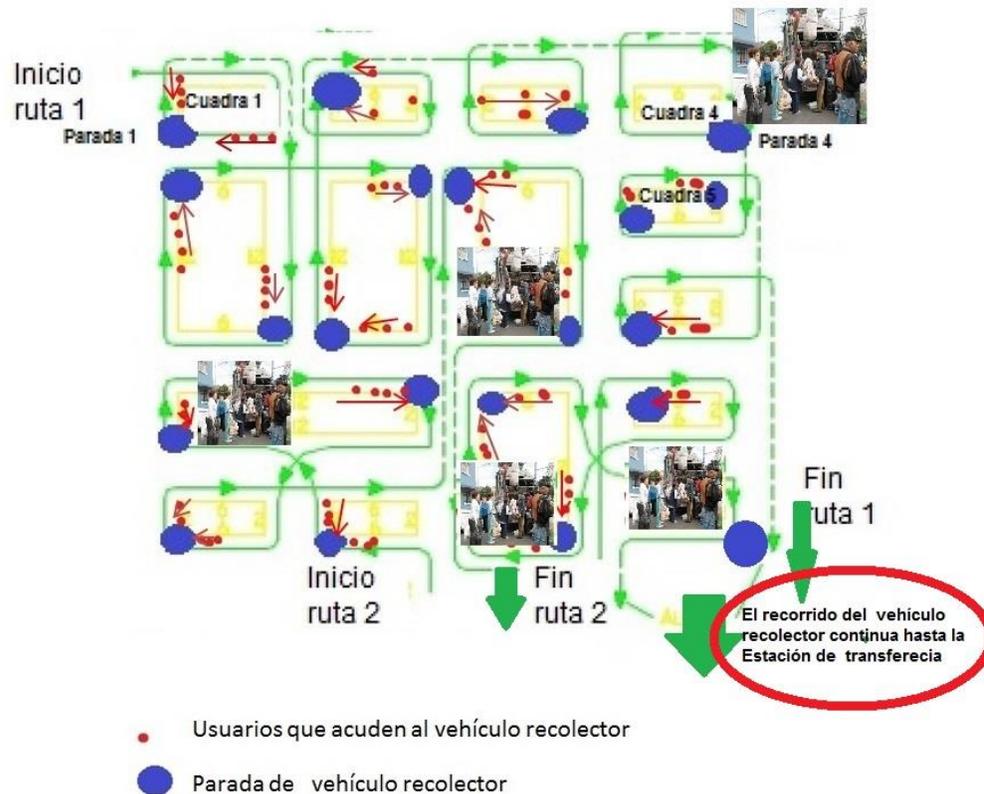


Figura 1: Esquema de sistema de recolección por parada fija

Una estación de transferencia de residuos sólidos municipales, se define como el conjunto de equipos e instalaciones donde se lleva a cabo el transbordo de dichos residuos, de los vehículos recolectores a vehículos de carga en gran tonelaje, para el transporte hasta los sitios de destino final; en México las estaciones de transferencia se clasifican en estaciones de descarga directa e indirecta. (INNEC, 1996). El propósito de esta infraestructura es reducir tiempos y costos de transporte de los residuos hacia sitios de disposición final, la reducción de costos se debe al cambio de vehículo de transporte; los camiones recolectores descargan los residuos en tracto camiones de hasta 30 toneladas, una vez llenos los tracto camiones llevan los residuos a las plantas de selección. Su objetivo es incrementar la eficiencia global de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales, busca logra una reducción de costos de manejo, así como la reducción en los tiempos de transporte y la utilización intensiva de los equipos y el recurso humano en la etapa de recolección.

Las Estaciones de Transferencia representan una área de oportunidad para el estudio de tiempos de movimientos debido a que dentro de estas los vehículos que ingresan y los trabajadores del patio de maniobras deben estar totalmente coordinados en sus movimientos, para posicionarse frente a las tolvas, la adecuada coordinación dentro del patio de maniobras permite ahorrar movimientos y reducir tiempos de operación del proceso.

Por medio del estudio de movimientos se puede analizar cualquier trabajo buscando la simplificación del mismo. “El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido para un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado.” (W.K, 2001)

Los objetivos del estudio de tiempos y movimientos son: mejorar los procesos y disposición de fábrica o taller. Economizar el esfuerzo humano y aumentar la seguridad y crear mejores condiciones de trabajo, incremento de la productividad, este objetivo parte de las premisas que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución. Utilizando las herramientas del estudio del tiempos y movimientos es posible detectar factores que reducen la productividad de un proceso y se puede planear mejoras, ahorrar movimientos, evitar lesiones en los trabajadores, minimizar desperdicios y hacer más eficientes las operaciones.

Para lograr estos objetivos el estudio de tiempos y movimientos cuenta con varias herramientas para su análisis como lo son medios gráficos (Diagrama de operaciones de proceso, diagrama de curso o flujo y el diagrama de recorrido de actividades), relaciones entre hombre y máquina (Diagrama de proceso de hombre y máquina, diagrama de proceso para grupo o cuadrilla de operarios) y métodos de calificación de la actuación (sistema Westinghouse, calificación sintética, calificación por velocidad y calificación objetiva).

La Estación de Transferencia de Coyoacán fue seleccionada para realizar el estudio de tiempos y movimientos debido su importancia en el sistema de recolección al brindar servicio a 3 delegaciones del DF. La estación presenta grandes encolamientos, dificultad que presentan los vehículos de descarga lateral para realizar su proceso de descarga y sus controles ambientales no funcionan.

Para la realización de este trabajo se utilizaron las herramientas de diagrama de procesos, diagrama de recorrido, tablas de tiempo estándar y diagrama bimanual en el proceso de descarga manual. Los métodos de análisis el sistema de valoración del ritmo y tablas de tiempos predeterminados.

El objetivo de este trabajo es utilizar las herramientas de tiempos y movimientos para analizar el proceso de descarga de residuos dentro de la estación.

Capítulo 1: Aspectos generales del ciclo de los Residuos Sólidos Urbanos

El objetivo del capítulo es conocer la participación de la Estaciones de Transferencia dentro del ciclo de los residuos .

En este capítulo se describirá brevemente el ciclo de los residuos sólidos del Distrito Federal. Se mencionará la cantidad de residuos generados en las delegaciones, el parque vehicular de recolección . Mencionaré brevemente la infraestructura utilizada en el manejo de los residuos. Por último anexo un resumen de la normatividad correspondiente a residuos sólidos

Esta descripción permitirá reconocer las principales áreas de oportunidad en la gestión de residuos, reconocer las necesidades de equipo de recolección transferencia , crear conciencia sobre la importancia de la separación de los residuos y de su reciclaje.

1.1. DESCRIPCIÓN DEL CICLO DE LOS RESIDUOS

En el ciclo de los residuos sólidos la población y las autoridades tienen un papel muy importante. La población participa en las etapas de comercialización, generación y almacenamiento, las cuales marcan una demanda de los servicios de aseo urbano. Las autoridades cubren esta demanda proporcionando la recolección, barrido manual, barrido mecánico , estaciones de transferencia , transporte, sitios de disposición final, así como también fortalecer la implementación de sistemas de tratamiento de residuos sólidos . (INE, 1996).

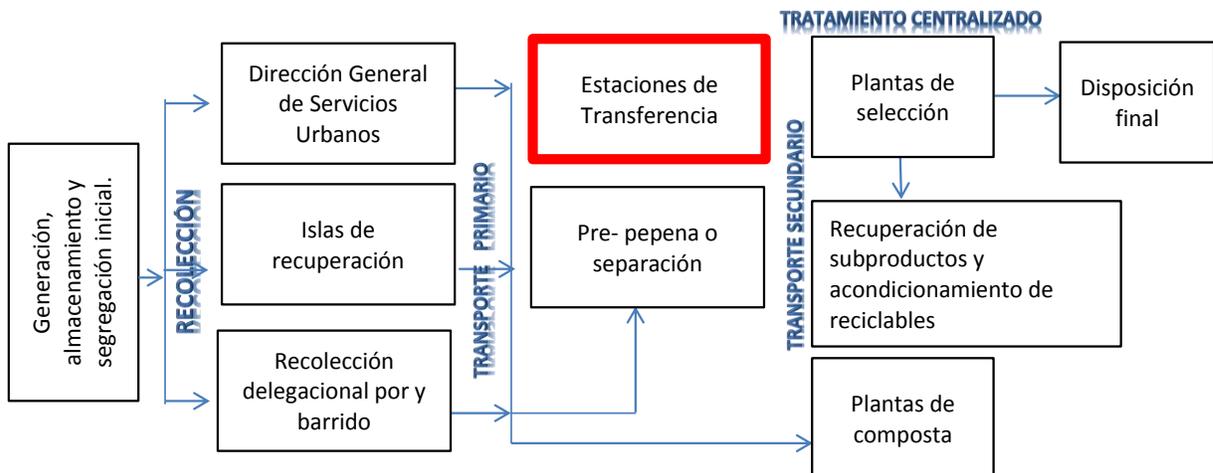


Figura 2: Descripción del ciclo de los residuos sólidos en el DF

Generación. Se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos, en un cierto intervalo de tiempo.



Figura 4: Generación de residuos

El estudio de generación es de utilidad para determinar la cantidad de residuos sólidos que se deben almacenar. La cantidad de basura que se produce se relaciona con los aspectos siguientes: número de habitantes de la vivienda, nivel socioeconómico, estación del año, hábitos alimenticios, día de la semana.

Almacenamiento. Es la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se recolectan para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final. El almacenamiento se clasifica en almacenamiento domiciliario y almacenamiento no domiciliario. La operación de almacenar es responsabilidad del generador

Almacenamiento domiciliario. Este tipo de almacenamiento es el que se realiza en las viviendas o casas- habitación. Estos se subdividen en interno y externo. (SEDESOL)



Figura 3: Almacenamiento domiciliario²

² Fuente :<http://www.maraka.me/?p=759>

Almacenamiento no domiciliario. Se realiza en las siguientes fuentes generadoras: comercios, mercados, tiendas de autoservicio, terminales de autotransporte, industrias, hospitales, sitios públicos e institucionales. Se subdivide en interno y externo. (SEDESOL)



Figura 4: Almacenamiento no domiciliario, Basureros en Chapultepec ³

Segregación inicial: Consisten en la separación de los residuos, esta separación la realizan la comunidad. Los residuos se separan principalmente en residuos orgánicos e inorgánicos.

Recolección: Es la acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos dentro de los equipos destinados a conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

Las delegaciones tienen a su cargo la recolección de los residuos y su transporte a las estaciones de transferencia. Los métodos son variados pero destacan el de esquina, de acera y los que por medio de contenedores.



Figura 5: Recolección por método de parada fija ⁴

Métodos más utilizados de recolección

Método de parada fija o de esquina: Este método consiste en recoger los residuos en las esquinas de las calles, en donde previamente por medio de una campana se comunica la llegada del camión y los usuarios acuden a entregar sus residuos.

³ Fuente <https://ciudadpedestre.wordpress.com/2009/07/19/sea-imbecil-separe-la-basura/>

⁴ Fuente :<http://www.eluniversaldf.mx/milpaalta/nota41101.html>

Método de acera: Consiste en que simultáneamente al recorrido del camión por su ruta, los “peones” de la cuadrilla van recogiendo los residuos , previamente colocados por los residentes en el frente de sus casas.

Método de contenedores: Este método de recolección requiere de empleo de camiones especiales y que los contenedores estén ubicados en forma accesible al vehículo recolector.

Recolección con separación simultánea: Es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la recolección segregada en el mismo vehículo de los residuos sólidos (SEDESOL)

Transporte primario: Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos recolectados en las fuentes de generación hacia los sitios de transferencia , tratamiento o disposición final.

Transporte secundario: Se refiere a la acción de trasladar los residuos sólidos hasta los sitios de disposición final, una vez que han pasado por las etapas de transferencia y/o tratamiento.

Transferencia: Es la acción de transferir los residuos sólidos de las unidades de recolección , a los vehículos de transferencia , con el propósito de transportar una mayor cantidad de los mismos a un menor costo , con lo cual se logra una transferencia global del sistema.

Actualmente se cuenta con 13 estaciones de transferencia en el Distrito Federal para atender residuos sólidos de las 16 delegaciones políticas así como de las empresas prestadoras de servicios o de los mismos generadores de residuos.

La eficiencia en el funcionamiento de las estaciones de transferencia se relaciona los siguientes aspectos:

- Número de vehículos de transferencia disponibles
- Horario en que los vehículos de recolección acuden a realizar su descarga
- Número de tolvas disponibles para la descarga



Figura 6: Vehículo de transferencia⁵

⁵ Fuente : http://fotos.eluniversal.com.mx/coleccion/muestra_fotogaleria.html?idgal=11018

Tratamiento centralizado: Es el proceso que sufren los residuos sólidos para hacerlos reutilizables , se busca darles algún aprovechamiento y/o eliminar su peligrosidad, antes de llegar a su destino final. La transformación puede implicar una simple separación de subproductos reciclables, o bien un cambio en las propiedades físicas y/o químicas de los residuos .



Figura 7: Selección de materiales⁶

Acondicionamiento de reciclables: Es el proceso que sufren exclusivamente los materiales reciclables, para darles un valor agregado que incremente el precio de su venta , o bien que los acondicione para un aprovechamiento posterior .



Figura 8: Acondicionamiento de plásticos⁷

Disposición final: Es el confinamiento permanente de los residuos sólidos en sitios y condiciones adecuadas , para evitar daños a los ecosistemas y propiciar su adecuada estabilización.



Figura 9: Sitio de disposición final ⁸

⁶ Fuente : <http://www.agu.df.gob.mx/sintesis/index.php/el-gdf-prioriza-manejo-de-basura/>

⁷ Fuente : <http://www.recicladocables.com/page9/page9.html>

1.2. GENERACIÓN DE RESIDUOS EN EL DISTRITO FEDERAL

De acuerdo al inventario de Residuos del 2010 ,2012- 2013 los datos de generación de Residuos son los mostrados en la tabla 1.

Delegación	Generación Total (kg/día)			Generación Percápita		Porcentaje que representa		
	2010	2012	2013	2012	2013	2010	2012	2013
Álvaro Obregón	628	637	645	0.9	0.89	4.99%	5.00%	5.03%
Azcapotzalco	508	513	517	1.2	1.25	4.04%	4.03%	4.03%
Benito Juárez	674	679	684	1.8	1.77	5.35%	5.33%	5.34%
Coyoacán	791	802	807	1.3	1.30	6.28%	6.30%	6.30%
Cuajimalpa	169	174	177	0.9	0.95	1.34%	1.37%	1.38%
Cuauhtémoc	1296	1303	1320	2.5	2.48	10.29%	10.23%	10.30%
Gustavo A. Madero	1680	1693	1702	2.5	1.44	13.34%	13.29%	13.28%
Iztacalco	461	465	469	1.2	1.22	3.66%	3.65%	3.66%
Iztapalapa	2208	2244	2256	1.2	1.24	17.54%	17.61%	17.60%
Magdalena Contreras	245	249	251	1.0	1.05	1.95%	1.95%	1.96%
Miguel Hidalgo	793	798	804	2.1	2.16	6.30%	6.26%	6.27%
Milpa Alta	110	113	116	0.9	0.89	0.87%	0.89%	0.91%
Tláhuac	341	353	360	1.0	1.0	2.71%	2.77%	2.81%
Tlalpan	809	825	832	1.3	1.28	6.43%	6.48%	6.49%
Venustiano Carranza	865	872	851	2.0	1.97	6.87%	6.84%	6.64%
Xochimilco	426	435	440	1.0	1.06	3.38%	3.41%	3.43%
Central de Abastos	585	585	585			4.65%	4.59%	4.56%
Total	12,589	12,740	12,816					

Tabla 2: Generación de residuos en cada delegación⁹

Como puede observarse en la gráfica 1 la delegación Iztapalapa es la delegación con mayor generación de RSU. El segundo lugar lo tiene la delegación Gustavo Madero , estas delegaciones cuentan con una Estación de Transferencia que les presta servicios. En el caso de la Estación Coyoacán brinda servicio a 3 delegaciones: Coyoacán, Tlalpan y Coyoacán. La última posición la tiene la delegación Milpa Alta.

Delegaciones Tlalpan , Coyoacán y Xochimilco juntas representan el 16.22% de la generación total de residuos , casi el mismo porcentaje que representa la delegación Iztapalapa de 17.60%.

⁸ Fuente: <http://noticias.masverdedigital.com/2012/mexico-cierran-uno-de-los-basureros-mas-grandes-del-mundo/>

⁹ Fuente: (SEDEMA, 2012)

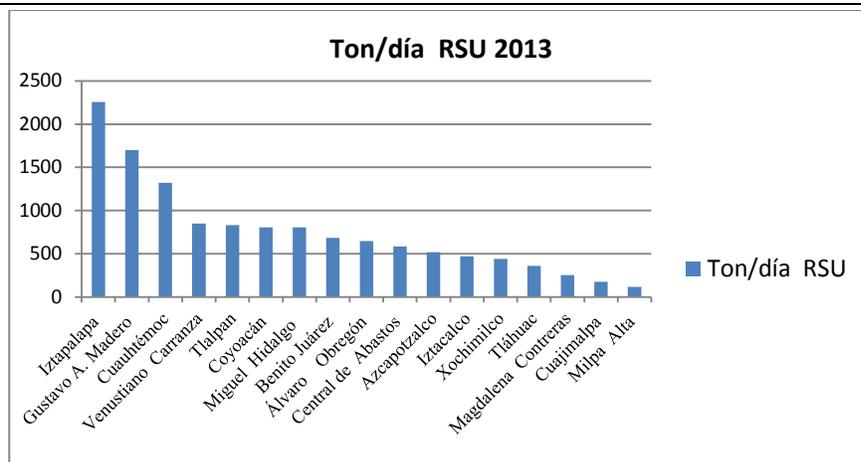


Figura 10 : Gráfica de generación de residuos en el Distrito Federal en el año 2012

1.3. NÚMERO DE VEHÍCULOS RECOLECTORES EN EL DISTRITO FEDERAL

Delegación	Total	Gráfica de vehículos recolectores
Gustavo A. Madero	305	309
Cuauhtémoc	295	278
Iztapalapa	266	266
Álvaro Obregón	215	211
Miguel Hidalgo	213	241
Venustiano Carranza	176	176
Coyoacán	173	172
Tlalpan	171	150
Benito Juárez	136	137
Azcapotzalco	128	128
Iztacalco	123	150
Xochimilco	91	87
Magdalena Contreras	83	86
Cuajimalpa	70	70
Tláhuac	54	54
Milpa Alta	53	54
Total	2252	2569
Año	2012	2013

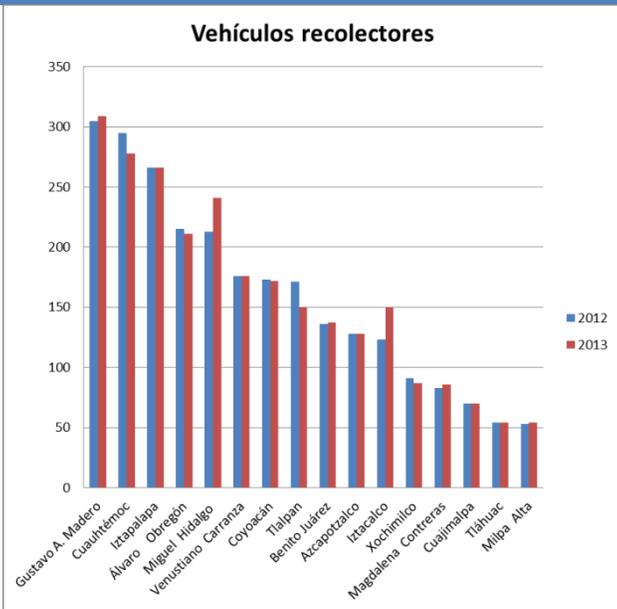


Tabla 3: Vehículos recolectores por delegación¹⁰

Las delegaciones que poseen un mayor número de vehículos recolectores son Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc e Iztapalapa, el número de vehículos recolectores resulta proporcional a la generación de residuos analizada en la tabla 1.

¹⁰ Fuente: (SEDEMA, 2012)

La delegación con el menor número de vehículos recolectores es Milpa Alta su número de vehículos recolectores corresponde proporcionalmente con su generación. Las delegaciones que tuvieron un mayor incremento en su parque vehicular fueron Miguel Hidalgo e Iztacalco.

1.4. RECEPCIÓN DE RESIDUOS EN LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

Estación de Transferencia	Cantidad de residuos transferidos Ton/día		Capacidad instalada en turno ton/día
	2002	2008	
Álvaro Obregón	961	1180	1964
Azcapotzalco	1265	1289	4418
Benito Juárez	510	308	1473
Central de Abastos	1328	1291	1473
Coyoacán	1116	1412	1473
Cuauhtémoc	878	890	2618
Gustavo A Madero	863	807	1964
Iztapalapa	1254	1252	1636
Miguel Hidalgo	541	626	1473
Milpa Alta	72	77	327
Tlalpan	342	543	1964
Venustiano Carranza	842	709	1943
Xochimilco	437	469	1309
Total	10409	10853	23565

Tabla 4 Recepción de Residuos en ET en el año 2002 y 2008¹¹

La tabla 4 permite realizar un comparativo de la recepción de residuos en la ET de Coyoacán del años 2002 y el año 2008 se puede observar un incremento de 296 Ton / día .En la tabla 6 también se observa que esta estación ocupó el primer lugar en recepción de residuos del DF en el 2008.

En la tabla 5 se describe el porcentaje de residuos que son enviados a disposición final y el porcentaje de los que se envían a las plantas de composta y de selección. Se puede observar que el programa de recolección separada ha incrementado el aprovechamiento de residuos orgánicos en la plantas de composta al enviarse a ellas más del 50% de los residuos.

En dicha tabla también puede observarse que las estaciones con los porcentajes de disposición final más altos son : Azcapotzalco (39%), Miguel Hidalgo (38%) y Gustavo A. Madero . La Estación de Transferencia Xochimilco es la que utiliza menos sitios de disposición final.

¹¹ (Gobierno del Distrito Federal, 2004) (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2010)

Origen	Destino	%	Origen	Destino	%
Álvaro Obregón	Cañada	15.28%	Azcapotzalco	Cañada	7.20%
	Cuautitlán	0.64%		Cuautitlán	9.81%
	Cuautla	0.03%		Tepoztlán	5.46%
	Tepoztlán	0.25%		Milagro	5.63%
	Milagro	5.99%		Xonacatlán	11.30%
	Xonacatlán	5.48%		Suma disposición	39.41%
	Suma disposición	27.68%		Planta de composta	23.08%
	Planta de composta	30.07%		Planta de Bordo Poniente	12.82%
	Planta de Bordo Poniente	14.39%		Planta San Juan de Aragón	24.70%
	Planta San Juan de Aragón	21.13%		Planta de Santa Catalina	24.70%
	Planta de Santa Catalina	6.73%			
Benito Juárez	Cañada	1.16%	Central de Abasto	Cañada	18.23%
	Cuautitlán	0.33%		Cuautitlán	4.52%
	Tepoztlán	0.07%		Tepoztlán	0.05%
	Milagro	6.15%		Milagro	11.41%
	Xonacatlán	1.38%		Xonacatlán	0.08%
	Suma disposición	19.26%		Suma disposición	33.65%
	Planta de composta	28.21%		Planta de composta	39.12%
	Planta de Bordo Poniente	14.72%		Planta de Bordo Poniente	11.22%
	Planta San Juan de Aragón	33.53%		Planta San Juan de Aragón	15.38%
	Planta de Santa Catalina	4.27%		Planta de Santa Catalina	0.63%
Coyoacán	Cañada	14.27%	Cuauhtémoc	Cañada	20.80%
	Cuautitlán	0.53%		Cuautitlán	0.38%
	Cuautla	5.32%		Tepoztlán	0.17%
	Tepoztlán	0.03%		Milagro	12.55%
	Milagro	8.52%		Xonacatlán	3.00%
	Xonacatlán	0.22%		Suma disposición	36.91%
	Suma disposición	28.90%		Planta de composta	18.08%
	Planta de composta	33.66%		Planta de Bordo Poniente	15.04%
	Planta de Bordo Poniente	9.11%		Planta San Juan de Aragón	17.61%
	Planta San Juan de Aragón	18.31%		Planta de Santa Catalina	12.38%
	Planta de Santa Catalina	10.02%			
-Origen	Destino	%	Origen	Destino	%
Miguel Hidalgo	Cañada	2.64%	Gustavo A. Madero	Cañada	25.30%
	Cuautitlán	6.20%		Cuautitlán	2.11%
	Tepoztlán	5.38%		Tepoztlán	0.18%
	Milagro	2.09%		Milagro	8.84%
	Xonacatlán	22.38%		Xonacatlán	0.08%

	Suma disposición	38.70%		Suma disposición	36.50%
	Planta de composta	21.49%		Planta de composta	23.94%
	Planta de Bordo Poniente	11.98%		Planta de Bordo Poniente	39.36%
	Planta San Juan de Aragón	27.82%		Planta San Juan de Aragón	0.26%
	Planta de Santa Catalina	0.01%			
Iztapalapa	Cañada	18.11%	Milpa Alta	Cañada	13.64%
	Cuautitlán	4.56%		Cuautla	2.65%
	Tepoztlán	0.02%		Milagro	5.98%
	Milagro	8.09%		Xonacatlán	0.07%
	Xonacatlán	0.12%		Suma disposición	22.33%
	Suma disposición	30.89%		Planta de composta	32.95%
	Planta de composta	31.97%		Planta de Bordo Poniente	4.30%
	Planta de Bordo Poniente	8.22%		Planta San Juan de Aragón	7.95%
	Planta San Juan de Aragón	16.19%		Planta Santa Catalina	32.47%
	Planta de Santa Catalina	12.73%			
Tlalpan	Cañada	13.58%	Venustiano Caranza	Cañada	14.51%
	Cuautitlán	0.19%		Cuautitlán	0.76%
	Cuautla	5.74%		Tepoztlán	0%
	Milagro	6.25%		Milagro	8.57%
	Xonacatlán	0.15%		Xonacatlán	0%
	Suma disposición	25.90%		Suma disposición	23.84%
	Planta de composta	36.52%		Planta de composta	37.53%
	Planta Bordo Poniente	3.87%		Planta Bordo Poniente	2.25%
	Planta San Juan de Aragón	16.04%		Planta San Juan de Aragón	15.29%
	Planta Santa Catalina	17.66%		Planta Santa Catalina	21.09%
Xochimilco	Cañada	18.22%			
	Milagro	6.69%			
	Xonacatlán	0.71%			
	Suma de disposición	25.63%			
	Planta de composta	35.44%			
	Planta san Juan de Aragón	2.88%			
	Planta Santa Catarina	36.05%			

Tabla 5: Destino de los residuos¹²

¹² Fuente: (SEDEMA, 2012)

1.5. NORMATIVIDAD AMBIENTAL NACIONAL

El orden jerárquico normativo de México es la siguiente en primer lugar rige la constitución política, en segundo lugar las leyes, reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas, a continuación la legislación Local, Reglamentación local y al fin las normas ambientales.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: Indica que los servicios públicos municipales que deben ser prestados por los ayuntamientos, entre ellos el servicio de limpia (artículo 115)

Ley General de Salud: Establece las disposiciones relacionadas al servicio público de limpia en donde se promueve y apoya el saneamiento básico, se establecen normas y medidas tendientes a la protección de la salud humana para aumentar su calidad de vida.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente: Plantea que los sistemas de manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos quedan sujetos a autorización y legislación estatal o en su caso municipal; y la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, mediante rellenos sanitarios.

Objetivos:

- Prevenir la generación de los residuos.
- Promover la valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial.
- Prevenir la contaminación de sitios con residuos y llevar a cabo su remediación

Normas Oficiales Mexicanas

- Funcionamiento de Sistemas de Recolección de Residuos Sólidos Municipales
- Funcionamiento de Sistemas de Almacenamiento de Residuos Sólidos Municipales
- Funcionamiento de Sistemas de Transporte de Residuos Sólidos Municipales
- Funcionamiento de Sistemas de Alojamiento de Residuos Sólidos Municipales
- Funcionamiento de Sistemas de Reuso de Residuos Sólidos Municipales
- Funcionamiento de Sistemas de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales
- Prevención y Control de los Efectos Sobre el Ambiente Ocasionados por la Generación de Residuos Sólidos e Industriales que no estén considerados como peligrosos
- Prevención y Control de los Efectos Sobre el Ambiente Ocasionados por el Transporte de Residuos Sólidos e Industriales que no estén considerados como peligrosos
- Prevención y Control de los Efectos Sobre el Ambiente Ocasionados por el Almacenamiento de Residuos Sólidos e Industriales que no estén considerados como peligrosos
- Prevención y Control de los Efectos Sobre el Ambiente Ocasionados por El Manejo Residuos Sólidos e Industriales que no estén considerados como peligrosos

Normas Mexicanas

- 16-1984 Determinación de la humedad
- 18-1984 Determinación de cenizas
- 24-1984 Determinación del nitrógeno total
- 25-1984 Determinación del pH, método potencio métrico
- 92-1984 Determinación de azufre
- 15-1985 Cuarteo
- 19- 1985 Peso volumétrico in situo
- 21-1985 Determinación de materia orgánica
- 22-1985 Selección y cuantificación de subproductos
- 33- 1985 Determinación de poder calorífico
- 52- 1985 Preparación de muestras en el laboratorio para su análisis
- 61- 1985 Generación per cápita de residuos sólidos municipales
- 67-1985 Determinación de la relación carbono/ nitrógeno
- 68-1986 Determinación de hidrógeno
- 90- 1086 Determinación de oxígeno

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos: Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Constitución Política Estatal : Dentro de los artículos referentes a los municipios se hace referencia a las facultades que tienen los ayuntamientos para prestar el servicio de limpia pública.

Ley Estatal de Protección al Ambiente :Establece disposiciones de observancia obligatoria para cada estado, teniendo como objetivo la prevención , preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como los fundamentos para el manejo y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos .

La ley Ambiental de Distrito Federal: Tiene como objeto, definir los principios mediante los cuales se habrá de formular, conducir y evaluar la política ambiental en el Distrito Federal, así los instrumentos y procedimientos de su aplicación. Regular el ejercicio de las facultades de la Administración Pública del Distrito Federal en materia de conservación del medio ambiente, protección ecológica y restauración del equilibrio ecológico. Establecer y regular las áreas verdes, áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas de competencia del Distrito Federal etc. (Asamblea Legislativa del Distrito Federal, V Legislatura, 2000)

Ley Orgánica del Municipio Libre: Establecen las atribuciones de los ayuntamientos para nombrar las comisiones que atienden los servicios públicos.

Reglamento de Limpia: Plantea el conjunto de normas y disposiciones que regulan el funcionamiento de la administración municipal

Ley de residuos Sólidos del DF

Objetivos:

- Minimizar la generación y disposición final
- Maximizar la valorización de los residuos y promover la responsabilidad compartida
- Mejorar el manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el DF
- Prevenir la contaminación de sitios por depósitos de residuos sólidos
-

Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Distrito Federal (PGIRS):

Proporciona los lineamientos, acciones y metas para la elaboración e implantación del Programa para la Prestación de los Servicios de Limpia por parte de la Secretaria de Obras y Servicios y de los Programas Delegacionales de Prestación del Servicio Pública de Limpia de las Delegaciones, así como para el manejo ambientalmente sustentable por parte de los diferentes sectores de la sociedad, particularmente en lo que se refiere a establecimientos industriales, comerciales y de servicios.

Capítulo 2: Estaciones de transferencia

El propósito de este capítulo es conocer la definición de la estación de transferencia, conocer sus principales estructuras, su clasificación, su función así como reconocer la infraestructura con la que cuenta el D.F. Una vez identificados estos elementos aplicarlos al caso de estudio.

2.1. SISTEMAS DE TRANSFERENCIA

De acuerdo a la **definición** de la EPA (United States Environmental Protection Agency) una estación de transferencia es una instalación que cuenta con un área donde los camiones recolectores llegan a descargar su residuos en vehículos de mayor capacidad, estos vehículos de mayor capacidad se denominan tracto camiones o transfer estos son los encargados de trasladar los residuos hacia los sitios de disposición final.

El **propósito** de los sistemas de transferencia es recibir los residuos sólidos de vehículos recolectores para transferirlos a un vehículo de mayor capacidad y así ser transportados a las plantas de tratamiento o a sitios de disposición final, estos grandes vehículos suelen ser camiones, vagones de ferrocarril o barcos. (INE, 1996). Es difícil establecer de manera recta, cuando es necesario contar con una estación de transferencia; sin embargo se puede comentar que todas las ciudades con más de 1 millón de habitantes requieren este tipo de instalación.

El **criterio principal** para la utilización de estaciones de transferencia es que el ahorro que se logre por la disminución de distancias y tiempos de recorrido de la flota de recolección debe ser mayor que los costos de inversión y operación del sistema de transferencia. (INE, 1996)



Figura 11: Estación de transferencia¹³

¹³ Fuente http://fotos.eluniversal.com.mx/web_img/fotogaleria/basura4_yadin.JPG

2.2. RESIDUOS ADMITIDOS POR ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

De acuerdo a la EPA los residuos que puede recibir una estación de transferencia los residuos recibidos en estaciones de transferencia son los siguientes:

Residuos orgánicos

- Pequeños porcentajes de residuos peligrosos domiciliarios (productos de limpieza, pesticidas, aceite automotriz, refrigerantes, pinturas, etc.
- Reciclables (papel, metales, plásticos, vidrios etc.)

Los residuos peligros y de manejo especial no son recibidos debido a:

- Prohibiciones federales y regulaciones ambientales, etc.
- Su tratamiento y procesamiento es costoso
- Los residuos tienen característica peligrosa
- Los materiales pueden no ser admitidos en los sitios de disposición final
- Las dimensiones de los residuos pueden dañar el equipo de transferencia

2.3. VENTAJAS DE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

- Se reducen los costos de transportar los residuos directamente hasta el sitio de disposición final
- Consolidar cargas pequeñas en un vehículo de mayor dimensión reduce el costo del transporte lo que permite tener cuadrillas de recolección , que pueden recorrer mayores distancias a sitios distantes de disposición final.
- El uso de las estaciones, reduce en consumo de combustible.
- Reduce el tránsito y las emisiones de los vehículos de recolección. (Reducción en la contaminación ambiental).
- Brinda una oportunidad de revisar los residuos antes de su disposición final.
- Da flexibilidad para seleccionar las opciones de sitios de disposición final. (EPA)
- Disminuye los costos globales de transporte y de horas improductivas de mano de obra empleada en la recolección. Esto disminuye los costos de operación.
- Se utiliza de forma más racional la flota de los camiones recolectores, ya que al pesar las cargas recolectadas permite un mejor diseño de las rutas de recolección.
- Mayor control de la operación de recolección.

-
- Mayor regularidad en el servicio de recolección por la disminución de posibles problemas con los vehículos.
 - Aumento de la vida útil y disminución en los costos de mantenimiento de los vehículos recolectores.
 - Incremento en la eficiencia del servicio de recolección, por medio de una cobertura más homogénea y balanceada en las rutas de recolección.
 - Mayor regularidad en el servicio de recolección, debido a la disminución de desperfectos de ejes, muelles, suspensiones y llantas que sufrían al transitar hasta el sitio de disposición final. (EPA)

2.4. DESVENTAJAS

- Existe una dependencia entre el sistema de recolección y el sistema de transferencia lo que significa que los problemas ocurridos en los equipos electromecánicos de la estación o en los vehículos de transferencia afectan seriamente al servicio de recolección. Estos problemas afectan en mayor medida si las estaciones de transferencia no cuentan con sistema de almacenamiento.
- Las estaciones de transferencia suelen causar incomodidad a las zonas habitacionales vecinas provocando reclamos por olores, ruidos y polvoreadas provocados por el funcionamiento de la estación. Este tipo de problemas son más frecuentes cuando la mejor ubicación de las estaciones de transferencia se encuentra cerca del centro de zonas urbanas
- Los rellenos sanitarios y sus accesos deben estar preparados para recibir vehículos de grandes dimensiones como son los camiones de transferencia. (SEDESOL) (EPA)

2.5. COSTOS

Estos costos implican la implementación del sistema de transferencia, los costos de estudios, proyectos ejecutivos, obras, equipamiento, operación y mantenimiento.

Para la evaluación técnica – económica de una estación de transferencia, es necesario determinar los siguientes costos:

- Costo de operación del equipo de recolección que incluye los cargos fijos de consumo y de personal.
- Costo de operación del equipo de transporte y transferencia, se debe considerar los costos fijos de consumo y de personal.
- Costo de operación de transferencia
- Costos fijos de la estación de transferencia (costos de inversión de instalación)

- Costo de inversión de la estación de transferencia
- Costos variables de la estación de transferencia,(sólo personal que la opera)
- Costo de operación de la estación de transferencia

La operación , control y mantenimiento de una estación de transferencia requiere de una plantilla de personal perfectamente estructurada y bien definida en cuanto a sus funciones. La jornada de trabajo es generalmente de 40 a 50 horas por semana.

Puesto	Funciones
Jefe de estación	Planear, supervisar y dirigir operaciones y actividades, Coordinar las actividades de tipo técnico- administrativas Análisis y procedimiento de información para elaboración de informes Supervisión de personal Coordinación con áreas externas
Coordinador operativo	Coordinación de ingreso y maniobra Supervisión de rutas de vehículos de transferencia Coordinación del área de despunte y limpieza de las cajas de transferencia
Coordinador de mantenimiento	Coordinar el mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades de transferencia Realizar reparaciones menores en el área de carga y descarga a los vehículos de transferencia y recolección Coordinación del mantenimiento del equipo de control ambiental Control del almacén de refacciones y lubricantes Mantenimiento de las áreas verdes Mantenimiento del señalamiento en vialidades interiores
Coordinador administrativo	Control administrativo de personal Reporte de nómina Pagos de salarios Contratación de personal Manejo de presupuesto interno
Controlador de ingresos	Control de entradas y salidas de vehículos recolectores y de transferencia Elaboración de informes Operación de básculas para el pesaje
Controlador de maniobras	Asignación de tolvas de descarga Indicación de maniobras en el patio de descarga a los vehículos recolectores Asignación de línea de servicio para el vehículo de transferencia
Auxiliares mecánicos	Mantenimiento preventivo a vehículos de transferencia Mantenimiento de instalaciones Reparaciones menores a vehículos y equipos
Secretarías	Realización de trabajos administrativos Preparación de informes
Vigilantes	Vigilancia interna de la estación Vigilancia en los accesos
Intendencia	Limpieza de vialidades interiores Limpieza de zona de carga y descarga Despunte de vehículos de transferencia Lavado de vehículos recolectores y de transferencia

Tabla 6: Tabla descripción de puestos y funciones (SEDESOL)

2.6. TIPOS DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA (INE , 1996)

- a) Estaciones de descarga directa
- b) Estaciones de descarga indirecta
- c) Estaciones combinadas (carga directa y carga indirecta)

Estaciones de carga directa

En el sistema de transferencia por descarga directa los camiones recolectores realizan su transbordo de residuos de los vehículos recolectores por vaciado por gravedad a un tráiler descubierto, la capacidad de estos tráileres varía entre 20 y 25 toneladas .

En dichas estaciones no se almacenan los desechos, por lo que es necesario que siempre haya un vehículo de transferencia en condiciones de recibir los residuos de los recolectores, por lo que si el recolector llega a la estación y no hay vehículo de transferencia para recibir los residuos, el camión debe esperar hasta la llegada de un vehículo vacío.

La siguiente figura describe el transbordo de los residuos en una estación de transferencia de descarga directa .

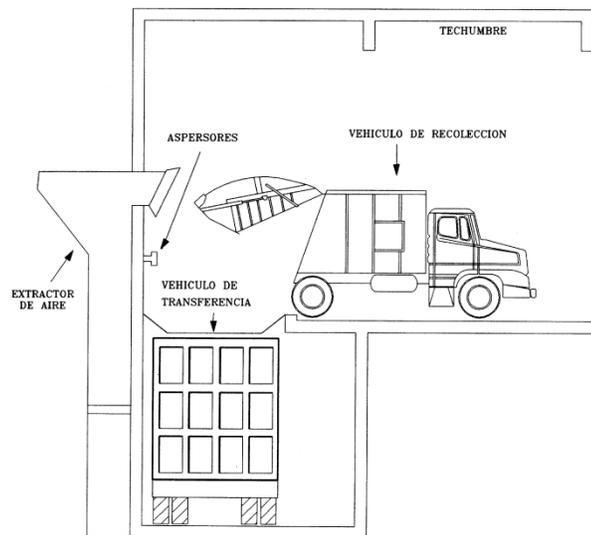


Figura 12: Esquema estación de transferencia de descarga directa¹⁴

¹⁴ Fuente : (INNEC, 1996)

Estaciones de descarga indirecta

En estas estaciones de transferencia la descarga de residuos de los vehículos de recolección se realiza a una fosa de almacenamiento o sobre una plataforma donde posteriormente los residuos son cargados en los vehículos de transferencia con equipos auxiliares.

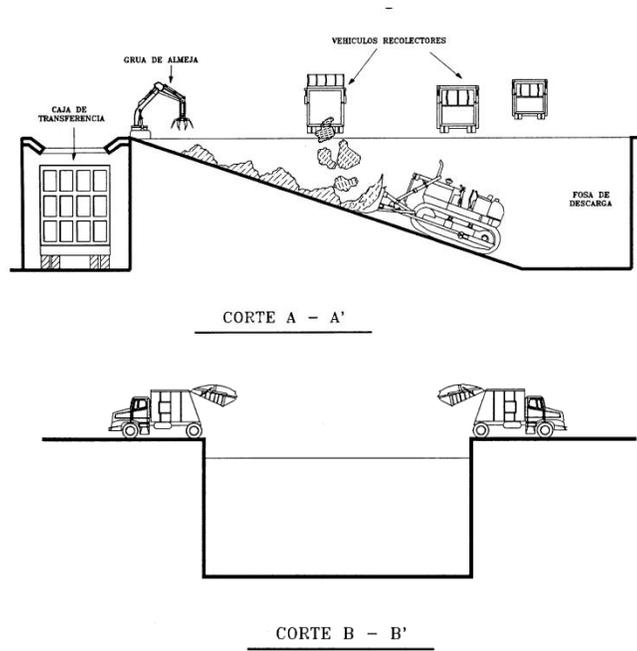


Figura 13: Diagrama de la ET de descarga¹⁵

Estaciones con descarga directa e indirecta se llevan a cabo ambas formas de descarga.

2.7. ESTRUCTURAS IMPORTANTES

Las instalaciones de una estación se resumen en una plataforma elevada en un terreno o puede consistir en grandes, sofisticados y costosos edificios.

Oficinas: En las oficinas el personal que opera la estación de transferencia se dedica a realizar labores de organización y administración.

Talleres: Esta área cuenta con equipo e instalaciones necesarias para realizar reparaciones menores y mantenimiento rutinario de los vehículos de transferencia. Los talleres incluyen las siguientes áreas: vulcanizado, cambio de aceite, reparaciones eléctricas, lavadas y engrasadas, fosa y rampa, reparaciones menores en caja y maquinaria.

¹⁵ Fuente : (INNEC, 1996)

Instalaciones de Mantenimiento: Estas se refieren al mantenimiento de los equipos de transferencia y de los vehículos. Puede describirse como un taller electromecánico. Para realizar el mantenimiento de los vehículos de transferencia, es indispensable tener equipos y herramientas para reparación de neumáticos y otras reparaciones, además de instalaciones para engrase y lavado. (SEDESOL, Manual Técnico)

Estacionamientos: Son espacios destinados para los vehículos que se encuentran al servicio de la estación como vehículos recolectores, de transferencia, del personal y de los visitantes

Caseta de control: Su función es registrar el ingreso de los vehículos, así como del peso que contiene cada uno de ellos. El registro evita que se ingresen camiones no autorizados a la estación.

Báscula: Su función es registrar el peso y la tara de los diferentes vehículos de recolección y de transferencia que ingresan o salen de la estación

Barda perimetral y barrera visual: Su función es el limitar el perímetro de la estación y dar un aspecto exterior estético

La comunicación se realiza utilizando intercomunicadores, radio, semáforos.

Carril de desaceleración: En esta vialidad ingresan a la estación de transferencia los vehículos recolectores y de transferencia. Su propósito es no entorpecer la circulación, así como disminuir la velocidad de los vehículos recolectores y de transferencia antes de pasar al área de acceso a la estación.

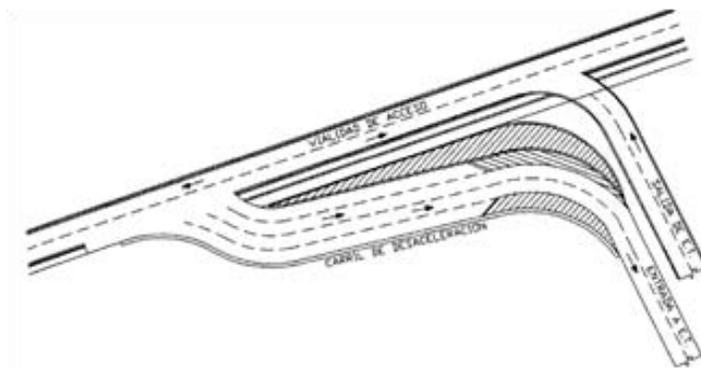


Figura 14: Carril de desaceleración¹⁶

Carril de encolamiento: En este carril los vehículos de recolección y de transferencia se estacionaran temporalmente esperando su turno ya sea para ingresar al patio de descarga o al túnel de transferencia en el caso de los vehículos de transferencia.

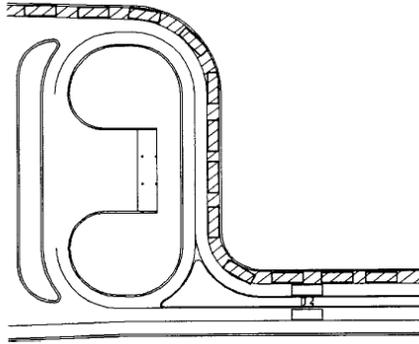


Figura 15: Carril de encolamiento¹⁷

Rampas: Las pendientes de las rampas de acceso y salida de la estación de transferencia, tanto para los vehículos recolectores como de transferencia, deberán ser inferiores a los 8°. El ancho de las rampas de acceso y salida para los vehículos recolectores será de 3.5 m y para los vehículos de transferencia será de 4 m.

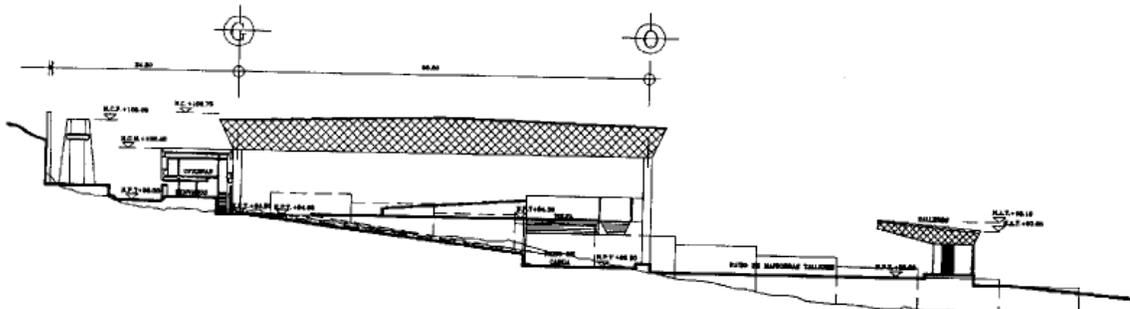


Figura 16: Rampas corte longitudinal¹⁸

Patio de carga. En esta área se realizan las maniobras de acomodo y circulación de los vehículos de transferencia.

Patio de maniobras : Este sitio es utilizado por los vehículos de recolección para realizar las maniobras de acomodo a antes de dispersar los residuos transportados en las líneas de atención, estas líneas caen dentro de la carrocería de transferencia. En buen diseño de acceso y salida evita que los vehículos recolectores realicen movimiento innecesario. (SEDESOL, Manual Técnico)

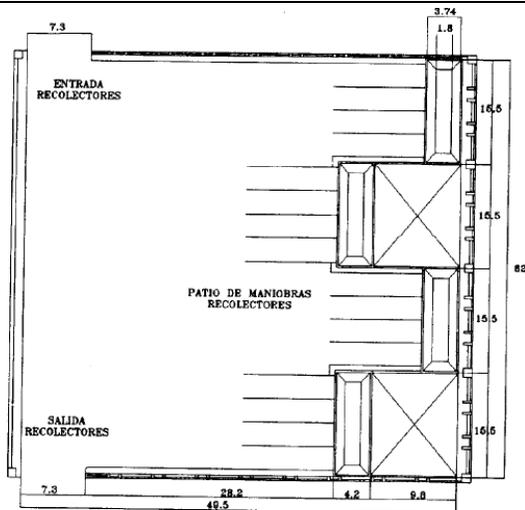


Figura 17: Patio de -maniobras¹⁹

Líneas de servicio: En esta área los vehículos recolectores depositan los residuos transportados dentro de los servidores. Las líneas de servicio cuentan con 4 servidores (tolvas), este diseño considero que la longitud de camión permite descargar 4 camiones a la vez. Las líneas de servicio cuentan con un tope que evita que los camiones recolectores caigan en el servidor, también cuentan con un sistema que evita la dispersión de los residuos, este sistema consiste en una cortina de neopreno en el perímetro de la ranura.

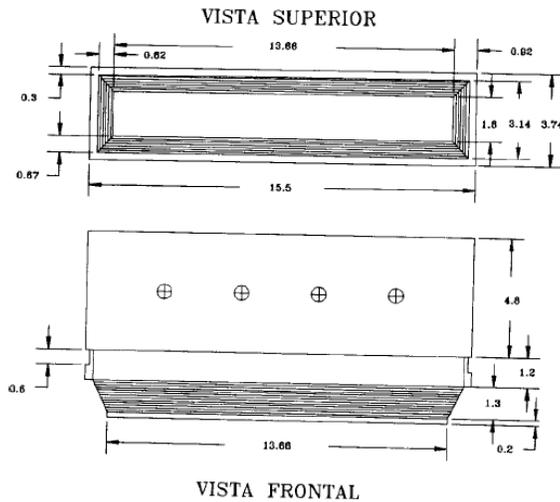


Figura 18: Líneas de servicio²⁰

Techumbre: La finalidad de esta estructura es evitar la dispersión de polvo, partículas y humo, otra función que cumple es ser un aislante acústico y evitar que los residuos se mojen en temporada de lluvia.

¹⁹ Fuente: (INNEC, 1996) figuras 30 y 31

²⁰

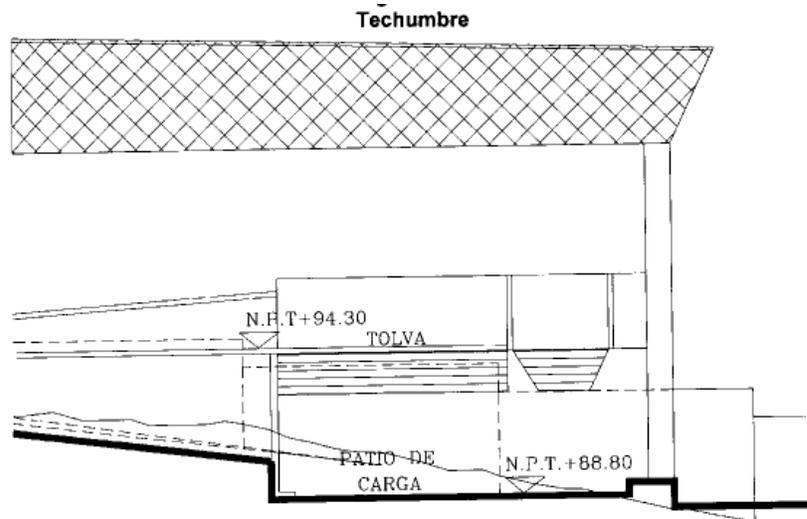


Figura 19: Techumbre²¹

Aspersores y extractores: reducen la propagación de polvos, partículas y humos dentro de la estación.

Los aspersores se utilizan para controlar la suspensión y emisión de polvos, mediante un sistema de atomización con agua adicionada con un reactivo desinfectante.

Los equipos de extracción son utilizados para limpiar el aire. Se colocan rendijas y por medio de una campana extractora se extraen los polvos, humos y partículas fuera del área de servicio.

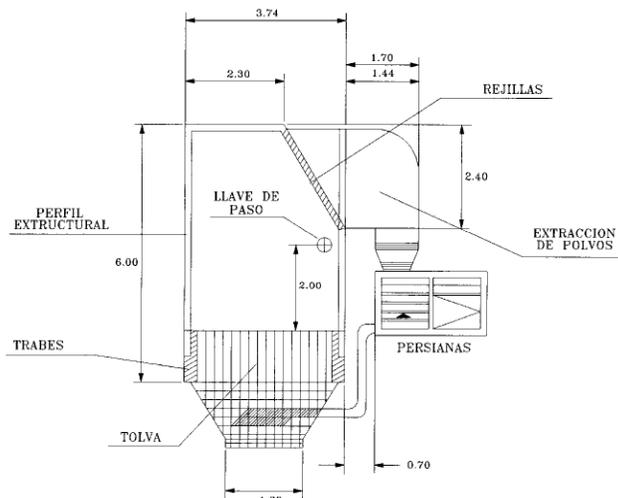


Figura 20: Equipo de extracción²²

²¹ Fuente: (INNEC, 1996)

²² Fuente: (INNEC, 1996)

2.8. TECNOLOGÍA DE TRANSFERENCIA

❖ Sistema “surge pit”

Este sistema consiste en la existencia de escalones adicionales al piso de descarga de residuos. Los residuos se descargan poco a poco al vehículo de transferencia el cual cuenta con un sistema pre-compactador de residuos. Este sistema ayuda a tener una mejor selección de los materiales descargados.



Figura 21: Sistema Surge Pit²³

❖ Sistema compactador

Los compactadores estacionarios utilizan un ariete hidráulico dentro del tráiler de transferencia. El equipo de transferencia debe ser de un material resistente a las fuerzas de compresión de los residuos, este material generalmente es acero reforzado

❖ Sistema pre compactador

El sistema pre compactador utiliza un ariete hidráulico dentro del cilindro reduciendo la densidad de los residuos descargados dentro del vehículo, los residuos se compactan de manera que forman un “tronco” que es deslizado dentro del vehículo de transferencia. Este “tronco” es descargado por gravedad en el sitio de disposición final”



Figura 22 : Sistema precompactador²⁴

²³ Fuente : http://buenasnoticiasdurango.com/wp-content/uploads/2015/02/20150205_06_ok.jpg

²⁴ Fuente : <http://www.recycling-umwelt-technik.de/estaciones-de-transferencia-mp/>

❖ Baleros

Los baleros son unidades que comprimen los residuos. Los baleros son equipos adicionales a la equipo de transferencia y son sostenidos por medio de un sistema de alambres. Los baleros son transportados por remolques de plataforma. Este sistema es costoso.



Figura 23: Sistema de baleros ²⁵

2.9. PROCESAMIENTO DE RECURSOS

Esto depende principalmente de las características de la basura y del tipo de vehículo de transferencia utilizado, los residuos pueden o no ser procesados dentro de las instalaciones.(SEDESOL, Manual Técnico). Los métodos de procesamiento más utilizados son los de compactación, la trituración y la selección de materiales.

El procesamiento de los residuos en estaciones de transferencia tiene generalmente dos objetivos.

- Aumentar la densidad de la basura y así utilizar con más eficiencia la capacidad de transporte de los vehículos de transferencia.
- Aprovechar la operación de traslado para hacer la selección de basura y así aprovechar los materiales reciclables.

Compactación: La compactación se lleva a cabo por medio de compactadores o por equipos montados en el vehículo de transferencia.

De acuerdo a las características de la basura, se logra una reducción de volumen en razón de 2:1 a 3:1

²⁵ Fuente: <http://www.mrw.co.uk/home/maximum-payload/8628188.article>

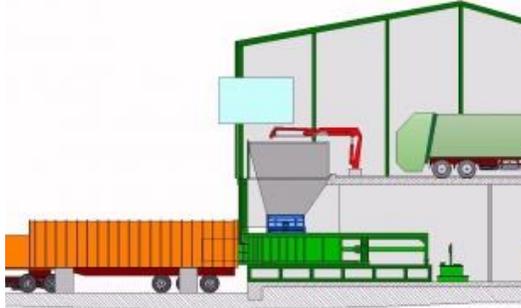


Figura 24: Sistema de pre compactación en vehículo de transferencia ²⁶

La operación de trituración: se hace por medio de molinos especiales para su basura. Su principal propósito es la reducción del volumen. Sin embargo su costo de operación es elevado.



Figura 25: Sistema de trituración ²⁷

Enfardamiento: El enfardamiento consiste en compactar la basura en bloques colocándoles cintas para mantenerlos coherentes, su principal ventaja es la utilización de vehículos con carrocería de tipo plataforma. Estos bloques de basura son más fáciles de disponer en rellenos sanitarios, ocupan menor volumen y necesitan reducido equipo. Este procedimiento tiene un costo muy elevado, esto dificulta su tratamiento.



Figura 26: Tren de enfardamiento ²⁸

²⁶ Fuente: <http://www.recycling-umwelt-technik.de/estaciones-de-transferencia-mp/>

²⁷ Fuente : <http://www.agroterra.com/p/trituradoras-de-restos-de-poda-desde-huesca-3021847/3021847>

²⁸ Fuente:<http://noticias-ambientales-cordoba.blogspot.mx/2010/08/basura-o-en-tren-o-enfardada.html>

Selección de Materiales : Consiste en quitar los materiales que son aprovechables del resto de los residuos , de esta manera sólo llegan los residuos rechazados del proceso.

Se obtienen ingresos a partir de la venta de los materiales seleccionados como vidrio, metal, papeles, plásticos, etc. Es importante la existencia de mercado para los materiales seleccionados.

Las estaciones de transferencia de este tipo necesitan mayores áreas de construcción además de equipos de transporte , selección y almacenamiento de los materiales seleccionados.



2.10. NORMAS DE OPERACIÓN Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las normas de operación describen todos los procedimientos utilizados en la operación normal y a las instrucciones en las situaciones de emergencia.

Estas normas deben reunirse en un manual de operación en ellos deben contener al menos los siguientes puntos.

- ❖ Descripción de la instalación, con dibujos y planos
- ❖ Descripción de los equipos electromecánicos, con sus especificaciones y características técnicas.
- ❖ Descripción de los vehículos de transferencia, con sus especificaciones y características técnicas.
- ❖ Rutinas para la operación normal, con los procedimientos relativos a los conductores de los vehículos de recolección , los conductores de los vehículos de transferencia , los operadores de la balanza , los operadores de equipos de carga y los auxiliares encargados de ayudar en las maniobras de los camiones , así como abrir las puertas de carga de los vehículos de recolección y de transferencia.
- ❖ Descripción de los desplazamientos de los vehículos en el interior de la instalación de la instalación y de los procedimientos para descargar y cargar la basura en los camiones de transferencia
- ❖ Resumen de los controles de operación normal de la estación
- ❖ Resumen de los controles de mantenimiento de los equipos electromecánicos

- ❖ Descripción del personal con sus calificaciones, funciones , horarios de trabajo y encargos
- ❖ Rutinas para mantenimiento de los equipos electromecánicos
- ❖ Rutinas para limpieza general y control de la contaminación ambiental
- ❖ Instrucción para la operación en situaciones de emergencia tales como: falta de energía eléctrica y fallas en los equipos
- ❖ Instrucciones para combatir incendios.
- ❖ Lista de materiales admitidos y no admitidos en la estación
- ❖ Planes de trabajo y descripción de puestos
- ❖ Planes de contingencia en caso de fallas de maquinaria y equipo (EPA)
- ❖ El personal debe contar con equipo de seguridad (casco, lentes de seguridad, máscaras anti-polvo, botas con casquillo y guantes) , principalmente si tendrán contacto con materiales peligrosos
- ❖ Uso de protectores auditivos para personal que trabaja cerca de la maquinaria
- ❖ Contar con ventilación adecuada, acceso a agua y zonas de sombra cuando la estación se encuentra en zonas de altas temperaturas. (EPA)

2.11. VEHÍCULOS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS COMÚNMENTE USADOS EN EL MEDIO MEXICANO.

Equipos altamente especializados. En estos vehículos sus contenedores llenos son sustituidos por contenedores vacíos y limpios. Cuya capacidad es muy alta (De 6 m³ hasta 24 m³). Es recomendable utilizarlos en la recolección de residuos en mercados, hospitales, tiendas de autoservicio, multifamiliares de gran tamaño, industrias, etc.

Vehículos compactadores de carga lateral: Pueden ser de caja cuadrada o cilíndrica con mecanismo de compactación. La carga de basura se hace lateralmente. Su capacidad se encuentra entre 10 y 16 m³. Cuenta con un mecanismo sencillo de compactación.



Figura 27: Vehículo carga lateral imagen de ET Coyoacán

Vehículo compactador descarga trasera. En los vehículos compactadores de carga trasera la carga de basura se hace a través de una tolva que se encuentra ubicada en la parte superior de la carrocería , son de 10 a 20 m³ de capacidad.



Figura 28: Vehículo carga trasera imagen tomada de Ciudad Universitaria

Vehículos sin mecanismo de carga lateral o trasera: Capacidad varía de 8 a 16 m³. La cargase puede realizar de forma lateral o por la parte trasera.

Vehículos de volteo y de redilas: Su capacidad varía desde 6 hasta 12 m³, pero los más utilizados con de 7 y 8 m³



Figura 29: Vehículo de redilas ²⁹

Vehículos tipo volteo de gran capacidad: Cuentan en la mayoría de los casos con puertas laterales para facilitar la carga dentro de la carrocería del vehículo así como con extensiones para alimentar su capacidad volumétrica y aprovecharla gran capacidad de soporte de carga del chasis.

Tractor agrícola y remolque: Tractor agrícola con cargador frontal y remolque de 6 m³. En algunas comunidades el tractor sirve como vehículo recolector y máquina en rellenos sanitarios cumpliendo tareas como excavar, acomodar la basura y cubrirla.



Figura 30: Tractor agrícola con remolque ³⁰

²⁹ Fuente :<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSUjfjTe7OTyVdg3yy6JZklEsh5kU87M5FFoiTF8PPr9fB5BC4D>

2.12. VEHÍCULOS DE TRANSFERENCIA

Rodoviarios:

•**Carrocería abierta:** Reciben la carga por arriba y la descargan por diferentes métodos. El método más utilizado es el de volteo por equipo hidráulico

Son vehículos tipo tráiler (semi- remolque) con cajas de hasta 75 m³ y la capacidad de transporte de 30 toneladas de residuos. Estos camiones están dotados de aparatos para cerrar la parte superior a fin de impedir la dispersión de residuos por la calle durante el desplazamiento del vehículo.



Figura 31: Camión de transferencia³¹

- **Carrocería cerrada:** Son utilizados en estaciones dotadas de equipos compactadores que colocan la basura por la puerta trasera del vehículo. Son del tipo tráiler acoplado y tienen una capacidad máxima de 50 m³ y transportan hasta 30 toneladas de basura compactada.

La descarga puede realizarse por medio de una placa de eyección impulsada por un cilindro hidráulico telescópico.



Figura 32: vehículo con carrocería cerrada³²

³⁰ Fuente <http://www.immtoys.com/img/p/158-210-thickbox.jpg>

³¹ Fuente : <http://www.planetaazul.com.mx/site/wp-content/uploads/2011/12/17db.jpg>

³² Fuente: <http://camionesrecolectoresdebasura.com/wp-content/uploads/2013/10/31.jpg>

•**Carrocería roll-off:** Son contenedores tirado por camiones con estructuras inclinables y un gancho que permite cargar el contenedor sobre la estructura. Sus cajas pueden ser abiertas para cargar por arriba , o cerradas y acopladas a compactadores estacionarios.

Acuáticos :consisten en barcas que reciben los residuos de los equipos de transferencia y los trasladan a los sitios de disposición final.

Ferrovianos: utilizados en lugares donde existe red ferroviaria y los recorridos de transporte sean largos.

- Sistema de contenedores intermodal

En esta alternativa los residuos son descargados en la estación de transferencia y posteriormente cargados en contenedores intermodales , los cuales pueden ser transportados por remolques de plataforma o por tren.



Figura 33: sistema Intermodal ³³

³³ Fuente <http://ammz9517.blogspot.mx/>

2.13. ESTACIONES DE TRANSFERENCIA DEL DF

En la actualidad en la Ciudad de México existen 13 estaciones de transferencia.

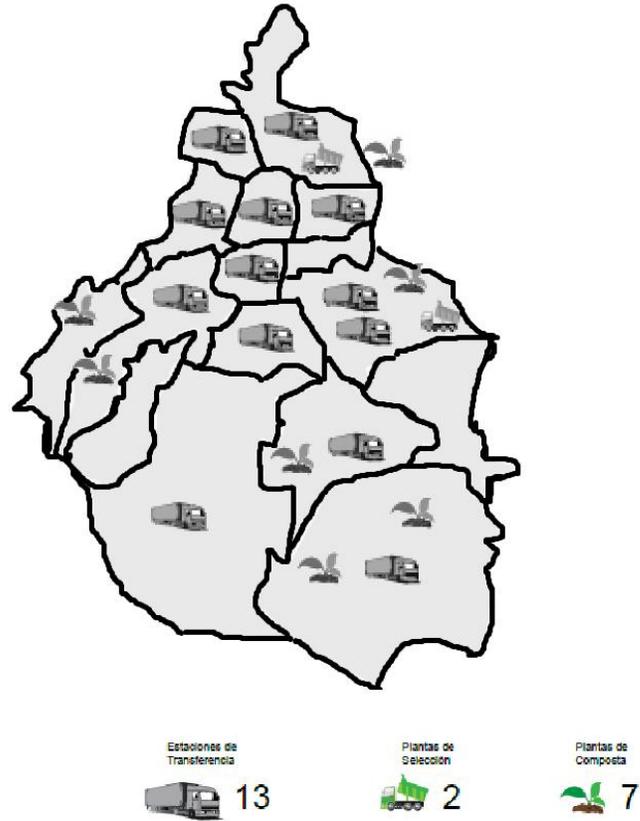


Figura 34: Localización de las estaciones de transferencia³⁴

³⁴ (SEDEMA, 2012)

Estación	Delegaciones a las que presta servicio	Líneas de atención	Aspersores y control de partículas	Hidrolavadora	Tipo de iluminación	Técnicos de bascula
Álvaro Obregón	Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Magdalena Contreras	12	Fuera de servicio	Insuficiente	Natural y artificial	Sí
Benito Juárez	Benito Juárez	9	No tiene	No tiene	Artificial	Sí
Azcapotzalco	Azcapotzalco	9	Fuera de servicio	Insuficiente	Natural y artificial	Sí
Central de Abastos	Mercado Central de Abasto y Mercado de las Flores	12	Fuera de servicio	Insuficiente	Artificial	Sí
Coyoacán	Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco	9	Fuera de servicio	Insuficiente	Natural y artificial	Sí
Cuauhtémoc	Cuauhtémoc	9	No tiene	Buen estado	Natural y artificial	Sí
Gustavo A. Madero	Gustavo A. Madero	9	Fuera de servicio	Buen estado	Artificial	Sí
Iztapalapa	Iztapalapa y Tláhuac e Iztacalco	10	Fuera de servicio	Insuficiente	Natural y artificial	Sí
Miguel Hidalgo	Miguel Hidalgo	9	Fuera de servicio	Buen estado	Artificial	Sí
Milpa Alta	Milpa Alta	2	No tiene	Insuficiente	Artificial	Sí
Tlalpan	Tlalpan	12	Fuera de servicio	Buen estado	Artificial	Sí
Venustiano Carranza	Venustiano Carranza	8	Fuera de servicio	Buen estado	Artificial	Sí
Xochimilco	Xochimilco	9	Fuera de servicio	No tiene	Artificial	Sí

Tabla 7: Descripción Estaciones de Transfencia

Capítulo 3: Estudio de tiempos y movimientos.

En este capítulo se describirán las herramientas que se utilizarán en el desarrollo de este trabajo.

3.1. DEFINICIONES

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (OIT), 2011).

El estudio de métodos se define de la siguiente manera: el estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras. (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (OIT), 2011)

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea según una norma de rendimiento establecida (OIT, introducción al estudio del trabajo).

Estudio de movimientos: es el análisis cuidadoso de los movimientos del cuerpo empleados al hacer un trabajo. El propósito de su estudio es eliminar reducir los movimientos no efectivos y facilitar y acelerar los efectivos.

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El propósito de este estudio es ayudar a cumplir el propósito de las estaciones de transferencia el cual es el ahorro en tiempo y dinero , al reducir las distancias entre el proceso de recolección y las plantas de separación de los residuos sólidos.

El objetivo específico de este estudio será el de minimizar el tiempo improductivo de los vehículos recolectores mientras se encuentran dentro de la estación , principalmente mientras se posicionan para realizar la descarga de residuos y al realizar las maniobras al ingresar y salir de la estación.

Trabajador calificado: es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según las normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad. En el caso de este estudio los trabajadores calificados son los conductores a los que no se le dificulta realizar las maniobras dentro del patio de maniobras de la Estación de Transferencia.

3.2. COMPONENTES DEL TIEMPO TOTAL DEL TRABAJO

Puede considerarse que el tiempo que tarda un trabajador o una máquina en realizar una actividad o en producir una cantidad de cierto producto está constituido de la siguiente manera: **el contenido básico de trabajo del producto o de la operación y contenidos suplementarios de trabajo.**

El contenido básico de trabajo es el tiempo mínimo irreducible que se necesita teóricamente para obtener una unidad de producción. Este contenido de trabajo se define en condiciones ideales que no suelen alcanzarse, pero sí aproximarse. Este se mide en horas de trabajo y horas -máquina. (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (OIT), 2011).

- Una hora de trabajo es el trabajo de una persona en una hora
- Una hora-máquina es el funcionamiento de una máquina o de parte de una instalación durante una hora.

Al contenido básico de trabajo suele sumarse los siguientes elementos:

A. Contenido de trabajo suplementario debido a deficiencias en el diseño o en la especificación del producto o de sus partes, o la utilización inadecuada de los materiales. Los tiempos y desechos innecesario se clasifican de la siguiente manera:

- ❖ Deficiencia y cambios frecuentes de diseño
- ❖ Desechos materiales
- ❖ Normas incorrectas de calidad

B. **Contenido de trabajo suplementario debido a métodos ineficientes de producción o de funcionamiento:** puede deberse a métodos inadecuados de manipulación, un mal mantenimiento de la maquinaria o el equipo que provoque frecuentes averías a un control incorrecto de las existencias. Por ejemplo:

- Mala disposición y utilización del espacio
- Inadecuada manipulación de los materiales
- Interrupciones frecuentes al pasar de la producción de un producto a otro
- Método de trabajo ineficaz
- Mala planificación de las existencia
- Averías frecuentes de las máquinas y el equipo

C. **Contenido de trabajo resultante principalmente de las aportación de recursos humanos:** los trabajadores pueden influir voluntaria o involuntariamente en el tiempo de las operaciones como sigue. Por ejemplo:

- Absentismo y falta de puntualidad
- Mala ejecución del trabajo
- Riesgo de accidentes y lesiones profesionales

3.3. SELECCIÓN DEL TRABAJO PARA ESTUDIO:

Para la selección del trabajo a estudiar se toman en cuenta tres factores principales:

- Consideraciones económicas o de eficiencia en función de los costos;
- Consideraciones técnicas
- Consideraciones humanas

Algunas opciones evidentes donde realizar los estudios son:

- a) Operaciones esenciales generadoras de beneficios o costosas de operaciones con los máximos índices de desechos.
- b) Cuellos de botella que están entorpeciendo las actividades de producción u operaciones largas que requieren mucho tiempo.
- c) Actividades que entrañan un trabajo repetitivo con un gran empleo de mano de obra o actividades que es probable que duren mucho tiempo.
- d) Movimientos de materiales que recorren largas distancias entre los lugares de trabajo o que entrañan la utilización de una proporción relativamente grande de mano de obra o que entrañan la utilización de una proporción relativamente grande de mano de obra o requieren una manipulación repetida del material.

3.4. REGISTRO DE LOS HECHOS

Después de elegir el trabajo que se va a estudiar, la siguiente etapa del procedimiento básico es la registrar todos los hechos relativos al método existente, las anotaciones deben ser claras y precisas.

Gráficos y diagramas de uso más frecuente en el estudio de métodos	
Gráficos sin escala de tiempo	Que indican la sucesión de los hechos Cursograma sinóptico Cursograma analítico del operación Cursograma analítico del material Cursograma analítico del equipo o maquinaria Diagrama bimanual Cursograma administrativo
Gráficos con escala de tiempo	Diagrama de actividades múltiples Simograma
Diagrama que indican movimiento	Diagrama de recorrido o de circuito Diagrama de hilos Ciclograma Cronociclograma Gráfico de trayectoria

Tabla 8: Cuadro de diagramas para el registro³⁵

³⁵ (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (OIT), 2011)



Símbolos empleados en los cursogramas

- Operación
- Inspección
- Transporte
- Deposito provisional o espera
- Almacenamiento permanente
- Operaciones combinadas

Etapas del estudio de tiempos

- I. **Obtener y registrar toda la información** posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
- II. **Registrar una descripción completa** del método descomponiendo la operación en elementos.
- III. **Examinar ese desglose** para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos, y **determinar el tamaño de la muestra.**
- IV. **Medir el tiempo** con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada “elemento” de la operación.
- V. **Determinar simultáneamente la calificación o velocidad de trabajo efectivo del operario** por correlación con la idea que tenga el analista de que deber ser el ritmo tipo.
- VI. Convertir los tiempos observados en “ tiempos básicos”
- VII. **Determinar los suplementos** que se añadirán al tiempo básico de la operación
- VIII. Determinar el “tiempo tipo” propio de la operación.

Ciclo de trabajo: Es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales.

Elemento: Es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

Es la parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta de uno o más movimientos fundamentales, del operario y de los movimientos de una maquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje. Los elementos se clasifican de la siguiente forma:

-
1. Elementos repetitivos : son los que aparecen en cada ciclo de trabajo
 2. Elementos casuales : son los que no aparecen en cada ciclo de trabajo sino a intervalos irregulares. Los elementos casuales forman parte del trabajo provechoso y se incorporan en el tiempo definitivo de la tarea.
 3. Elementos constantes: son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución siempre es igual.
 4. Elementos variables : son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso , como dimensiones, peso , calidad , etc.,
 5. Elementos manuales : son aquellos que realiza el operador
 6. Elementos mecánicos: son los realizados automáticamente por una máquina (o Procesos) con base de fuerza motriz.
 7. Elementos dominante: son los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados simultáneamente.
 8. Elementos extraños : son los observados durante el estudio y al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo.

3.5. CALIFICACIÓN DEL DESEMPEÑO

- **Sistema Westinghouse:** este método califica cuatro cualidades del operario : destreza o habilidad, esfuerzo, consistencia y condiciones de trabajo. Este método requiere de un amplio conocimiento de las operaciones para no ser engañados por el operador en cuanto a su desempeño.
- **Calificación sintética:** el procedimiento de nivelación sintética, determina un factor de actuación para elementos de esfuerzo representativos del ciclo de trabajo por la comparación de los elementos reales con los registrados en un sistema de tiempos predeterminados.
- **Calificación por velocidad:** es un método de evaluación de la actuación en el que sólo se consideran la rapidez de realización del trabajo (por unidad de tiempo). Es necesario tener un conocimiento de la operación antes de calificarla. Este método se basa en realizar una comparación del ritmo de trabajo de los operarios con respecto al trabajador calificado, este método requiere un estudio previo para determinar dicho trabajador .
- **Calificación objetiva:** En este método se establece una asignación de trabajo único con la que se comparan en cuanto a marcha se refiere, todos los demás trabajos.

3.6. ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS

Principios de la economía de movimientos: se dividen en tres categorías

1. Relativos al uso del cuerpo
2. Disposición y condiciones de trabajo
3. Diseño de las herramientas y el equipo

El estudio de movimientos: este se divide en dos grandes grupos estudio de movimientos visual y estudio de micro movimientos.

Las herramientas utilizadas en el estudio visual de movimientos son las tablas de Therbligns, el diagrama bimanual y el estudio de tiempos predeterminados o sintéticos.

3.7. MÉTODO PROPUESTO

La primera actividad que debe realizarse es la selección del trabajo que se someterá estudio. Para este trabajo se seleccionó el proceso de descarga de los vehículos recolectores.

Para analizar el método de descarga utilicé el diagrama de proceso de la operación con el propósito de identificar las demoras y actividades con mayor complejidad.

Para determinar el total de observaciones necesarias para analizar cada una de las actividades involucradas en el proceso fue necesario observar el proceso de descarga y conocer la duración total de ciclo y utilizar Tabla 11: Número de ciclos recomendados por duración de tiempo (Shaw). Una vez seleccionado el número de ciclos a observarse, los agrupare y calcularé el promedio de los mismos, y les sumare las tolerancias necesarias. Las tolerancias necesarias las determinare observando las condiciones de trabajo de la ET.

Al realizar el registro de los tiempos observados, conocí detalladamente el proceso de descarga de RSU lo que permitió establecer el sistema de valoración utilizado en el método de calificación por ritmo en el proceso global del descarga de los RSU. Para el caso de movimientos realizados manualmente, realicé una comparación del tiempo observado con el tiempo teórico utilizando el método de tiempos predeterminados así como la clasificación de Therbling efectivos e inefectivos.

El estudio de movimientos estará basado en los principios de economía de movimientos, para el registro del estudio se utilizará el diagrama bimanual. En el cual se analizaran los movimientos denominados eficientes y se buscará eliminar o al menos reducir los nombrados ineficientes.

3.1. ESTUDIO DE TIEMPOS

El tiempo estándar o tiempo tipo

El tiempo estándar o tipo es el tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos de ciclo (repetitivos, constantes, variables), así como los elementos causales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos. A estos tiempos ya valorados se les agregan los suplementos.

El tiempo tipo es el que se elige por representativo de un grupo de tiempos correspondiente a un elemento o grupo de elementos. Puede tratarse de tiempos observados básicos, que se designarán como tiempos observados seleccionados o tiempos básicos seleccionados.

Actividades preliminares al cálculo del tiempo estándar.

- a) Obtener y registrar información de la operación
- b) Descomponer la tarea y registrar sus elementos
- c) Tomar las lecturas
- d) Nivelar el ritmo de trabajo
- e) Calcular los suplementos del estudio de tiempos

Calculo del tiempo estándar

1. Se analiza la consistencia de cada elemento.
2. En cada uno de los elementos se suman las lecturas que han sido consideradas como consistentes
3. Se anota el número de lecturas que han sido consideradas para cada elemento
4. Se divide, para cada elemento, la suma de las lecturas entre el número de lecturas consideradas, el resultado es el tiempo promedio por elemento.
5. $T_e = \frac{\sum X_i}{n}$
6. Se multiplica el tiempo “promedio” (T_e) por el **factor de valoración**. Esta cifra debe aproximarse hasta el milésimo de minuto, obteniéndose el tiempo base elemental:
7. $T_n = T_e(\text{valoraciónen } \%)$
8. Al tiempo base elemental se le suma la tolerancia por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo normal o concedido por elemento.
9. $T_S = T_n(1 + \text{tolerancias})$ El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación se llama tiempo estándar (TOS) de esa operación. Por lo común, el suplemento se da como un porcentaje o fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a $1 +$ suplemento.

Suplementos del estudio de tiempos

Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo. Pueden tener lugar tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo adicional. La primera clase son las interrupciones personales, la segunda es fatiga, y por último, existen retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor entre otros, todos aquellos requieren la asignación de un suplemento

Tabla de márgenes o tolerancias (Oficina Internacional del trabajo)			
A.- Tolerancias constantes		%	
	1.- Tolerancia personal	5	
	2.- Tolerancia básica por fatiga Factores que tienden a producir fatiga Constitución del individuo Tipo de trabajo Condiciones de trabajo Monotonía y tedio Ausencia de descanso apropiados Alimentación del individuo Esfuerzo físico y mental requeridos Condiciones climáticas Tiempo trabajando	4	
B.- Tolerancias variables	1.-Tolerancias por estar de pie	2	
	2.- Tolerancias por posición no normal		
	a.- Ligeramente molesta	0	
	b.-Molesta(cuerpo encorvado)	2	
	c. Muy molesta (acostado, extendido)	7	
	3.- Empleo de fuerza o vigor muscular (Para levantar, tirar de , empujar)		
	Peso levantado		%
	Kg	lb	
	2.5	5	0
	5	10	1
	7.5	15	2
	10	20	3
	12.5	25	4
	15	30	5
	17.5	35	7
20	40	9	
22.5	50	11	
25	55	13	
30	60	17	
35	70	22	

Tabla 9 : Suplementos y tolerancias

Continuación Tabla de Tolerancias	
4.- Alumbrado deficiente	
a. Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b.-Muy inferior	2
c.-sumamente inadecuado	5
5.-Condiciones atmosféricas (calor y humedad)- variables	
0-10	
6.-Atención estricta	
a.- Trabajo moderadamente fino	0
b.-Trabajo fino o de gran cuidado	2
c.-Trabajo muy fino o muy exacto	5
7.- Nivel de ruido	
a.-Continuo	0
b.-Intermitentemente fuerte	2
c.-Intermitentemente muy fuertes	5
d.-De alto volumen fuerte	5
8.-Esfuerzo mental	
a.-Proceso moderadamente complicado	1
b.-Proceso complicado o que requiere amplia atención	4
c. Muy complicado	8
9.-Monotonía	
a.-Escasa	0
b.-Moderada	1
c.-Excesiva	4
10.-Tedio	
a.-Algo tedioso	0
b.-Tedioso	2
c.-Muy tedioso	5

Tabla 10: Valor de los suplementos continuación³⁶

Algunos lineamientos que pueden servir para su determinación

- En general, los suplementos personales son constantes para un mismo trabajo. Para personas normales fluctúan entre 4% y 7%
- Los suplementos para compensar los retrasos especiales pueden variar entre amplios límites, aunque en trabajos bien estudiados no es raro encontrar que sean de entre 1% y 5%.
- Los suplementos para vencer la fatiga, en trabajos relativamente ligeros, son en general del orden de 4%.
- Los suplementos totales para trabajos ligeros bien estudiados fluctúan entre 8% y 15%.

³⁶ (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (OIT), 2011)

-
- Los suplementos totales para trabajos medianos bien estudiados oscilan entre 12 % y son 40%
 - Los suplementos totales para trabajos pesados no fáciles de estimar, pero en general son mayores de 20%.
 - En general, cuando los suplementos sumas más del 20%, no es necesario añadir el suplemento por fatiga.

3.2. DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE OBSERVACIONES POR CICLO

Se puede definir el muestreo de trabajo como la técnica para el análisis cuantitativo en términos de tiempo de las actividades de hombres, máquinas o cualquier condición observable de operación.

La técnica del muestreo de trabajo consiste en la cuantificación proporcional de un gran número de observaciones tomadas la azar, en las cuales se anota la condición que presente la operación, clasificada en categorías definidas según el objetivo del estudio.

Puede utilizarse para determinar:

- El tiempo ocupado por una persona en cualquier actividad o tarea
- El tiempo productivo y el tiempo improductivo de personas , máquinas u operaciones
- La magnitud de los tiempos perdidos y las causas que los produjeron
- Los tiempos tipo de operaciones no repetitivas.

Tiempo del ciclo en minutos	Número Recomendado de ciclos
.10	200
.25	100
.50	60
.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00- 20.00	8
20.00- 40.00	5
Más de 40	3

Tabla 11: Número de ciclos recomendados por duración de tiempo (Shaw)

3.3. MÉTODOS DE CALIFICACIÓN

La calificación de la actuación es la técnica para determinar equitativamente, el tiempo requerido por el operador normal para ejecutar una tarea, después de haber observado y anotado los valores de operación que se ha estudiado.

Un operador normal es un operador competente y altamente experimentado que trabaje en las condiciones que prevalecen, normalmente en la estación de trabajo, a una marcha ni demasiado rápida ni demasiado lenta, sino representativa de un término medio. En el caso de la estación de transferencia el ejemplo de un trabajador calificado es el coordinador de maniobras quien tiene años de experiencia y habilidad para decidir en qué orden deben ingresar los vehículos recolectores al patio de maniobras.

Características de un sistema de Calificación confiable

La primer y más importante característica de un sistema de calificación es su exactitud. Es necesario que los métodos utilizados para calificar no difieran en más de 5% de tolerancia en los estándares promedio, establecidos por el grupo.

Un sistema de calificación simple, conciso, de fácil aplicación y basado en puntos de referencia bien establecidos resultara más exitoso que técnicas complicadas.

(N.W.Niebel, Ingeniería industrial)

Factor de calificación Westinghouse

Este método considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario : habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Lowry, et al, define la habilidad como el “nivel de competencia para seguir un método dado”. La habilidad de un operario es el resultado de la experiencia y las aptitudes inherentes de coordinación natural y ritmo.

Habilidad	
+0.15	A1 Habilísimo
+0.13	A2 Habilísimo
+0.11	B1 Excelente
+0.80	B2 Excelente
+0.06	C1 Bueno
+0.03	C2 Bueno
0.00	D Medio
-0.50	E1 Regular
-0.10	E2 Regular
-0.16	F1 Malo
-0.22	F2 Malo

Tabla 12 Tabla de calificación de la habilidad

El sistema de calificación Westinghouse enumera seis grados o clases de habilidad que representan un grado de competencia aceptable para la evaluación: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y superior. El observador evalúa la habilidad desplegada por el operario y la clasifica en una de estas seis clases. Después se traduce la calificación a su valor porcentual equivalente que va de +15% para la habilidad superior a -22% para la pésima. (B.W.Niebel, Ingeniería Industrial)

El método define el esfuerzo como una “demostración de la voluntad para trabajar con efectividad”. Al evaluar el esfuerzo del operario, el observador debe tomar en cuenta sólo el esfuerzo “efectivo”

Esfuerzo		
+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Medio
-0.04	E1	Regular
-0.08	E2	Regular
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Tabla 13: Tabla esfuerzo

Las seis clases de esfuerzo para asignar calificaciones son: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y excesivo. El esfuerzo excesivo tiene un valor de +13% y el malo, uno de -17%.

Las condiciones a las que se refiere este procedimiento afectan al operario y no a la operación.

Los analistas clasifican las condiciones como normal o promedio en la mayoría de los casos, ya que las condiciones se evalúan con una comparación con la forma en que es usual encontrarlas en la estación de trabajo. Los elementos que afectan las condiciones de trabajo incluyen temperatura, ventilación, luz y ruido. Los factores que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se toman en cuenta al aplicar el factor de desempeño para las condiciones de trabajo. (B.W.Niebel, Ingeniería Industrial)

Condiciones de trabajo		
+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0	D	Medias
-0.03	E	Regulares
-0.07	F	Malas

Tabla 14: Condiciones de trabajo

Las seis clases generales de condiciones de trabajo con valores que van de +6% a -7% son: ideal, excelente, bueno, promedio, aceptable y malo.

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación del desempeño es la consistencia del operario. Las seis clases de consistencia son: perfecta, excelente, buena, promedio, aceptable y mala. La consistencia perfecta se califica con +4% y la mala con -4%. No se puede citar una regla fija para calificar la consistencia.

Consistencia		
+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Media
-0.02	E	Regular
-0.04	F	Mala

Tabla 15: Tabla consistencia (Lowry)

Una vez que se ha asignado una calificación de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia de la operación y se han establecido los valores numéricos, se debe determinar el factor de desempeño global mediante la suma aritmética de los cuatro valores y agregando la unidad a esa suma.

Calificación sintética

El procedimiento de nivelación sintética determina el factor de la actuación para los elementos representativos de trabajo, al comparar los tiempos elementales observados, con los tiempos contruidos por medio de los datos fundamentales de los movimientos.

El factor de la actuación puede expresarse algebraicamente como:

$$P = \frac{Ft}{O}$$

En donde:

P= Factor de actuación o nivelación

Ft= Tiempo del movimiento fundamental

O= Tiempo elemental medio observado por los mismos elementos que se hayan usado en Ft.³⁷

El factor determinado de este modo, se aplicará a todos los elementos manuales restantes, que comprenden el estudio.

Para llegar a los valores sintéticos, en la determinación de un factor de calificación, se ha diseñado un monograma el cual puede anexarse al tablero de tiempos.

³⁷ (Niebel)

Calificación de la velocidad

La calificación por velocidad es un método de calificación en el que sólo se pone atención a la revelación del trabajo efectuado por unidad de tiempo. En este método el observador mide la eficiencia del operario, contra la concepción de un hombre normal haciendo el mismo trabajo, y luego asigna un porcentaje para indicar la relación de la actuación observada con la actuación normal. .

En el método de calificación por velocidad, en primer lugar, el analista hace un juicio sobre la actuación, para determinar si ésta estuvo sobre o bajo su concepción de lo normal. Luego efectúa un segundo juicio, tratando de colocar la actuación en el sitio preciso de la escala, lo cual dará la evaluación correcta de la diferencia numérica entre la actuación estándar mencionada anteriormente.

Trabajador calificado: el trabajador calificado es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.

Valorar el ritmo es comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea del ritmo tipo que uno se ha formado mentalmente al ver cómo trabajan naturalmente los trabajadores calificados cuando utilizan el método que corresponde y se les ha dado motivo para querer aplicarse. Ese será el ritmo tipo, al que se le atribuirá el valor 100 en la escala de valoración.

Desempeño tipo es el rendimiento que obtiene naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o forzarse los calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se haya motivado para aplicarse. A ese desempeño corresponde el valor 100 en las escalas de valoración del ritmo y del desempeño.

Escala de valoración	
Escala	Descripción del elemento
0	Actividad nula
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros, el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.
100(ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del obrero calificado medio.
150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar largos periodos; actuando de “virtuoso”.

Tabla 16: Criterios calificación por ritmo³⁸

³⁸ (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (OIT), 2011)

La cifra 100 representa el desempeño tipo. Si la el analista considera que la velocidad del operario es inferior se le da una calificación menor a 100 ejemplo 75, si la velocidad es superior se le asigna una calificación mayor a 100 ejemplo 125.

$$Tiempobásico = \frac{Tiempoobservado \times Valor del ritmo observado}{valor del ritmo tipo}$$

3.4. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano al ejecutar un trabajo. Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes, y facilitar o acelerar los eficientes.

El estudio de los movimientos comprende dos grandes grupos .Como son el estudio visual de los movimientos y el estudio de micro movimientos.

El estudio visual de comprender la observación cuidadosa de la operación y la elaboración de un diagrama de proceso de operario considerando las leyes de la economía de movimientos.

Frank Gilbreth, fundador del estudio de movimientos, fue el primero en utilizarlo, y posteriormente el profesor Barnes. (García Criollo, 2005)

Principios de la economía de movimientos

A. Utilización del cuerpo humano

Siempre que sea posible:

- Las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez
- Nunca deben estar inactivas las dos manos a la vez, excepto durante los periodos de descanso
- Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones opuestas y simétricas.
- Los movimientos de las manos y del cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo
- Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al obrero, pero reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con un esfuerzo muscular.
- Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos
- Debe emplearse el menor número de elementos o Therbligs, y éstos se deben limitar a los de más bajo orden o clasificación posible.
- Los movimientos de oscilación libre son más rápidos , más fáciles y más exactos que los restringidos o controlados
- Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos
- Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie

- Los movimientos de torsión deben hacerse con los codos flexionados
- Para tomar herramientas deben emplearse las falanges, o segmentos de los dedos más cercanos la palma de la mano.
- Siempre que cada dedo realice un movimiento específico , como para escribir a máquina, debe distribuirse la carga de acuerdo a la capacidad inherente a cada dedo.

B. Distribución del lugar de trabajo

- Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales
- Las herramientas y materiales debe colocarse anticipadamente donde se necesitaran
- Deben utilizarse , siempre que sea posible, eyectores y dispositivos que permitan al operario “dejar caer” el trabajo terminado.
- Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal del perímetro tanto en el plano horizontal como vertical .
- Deben preverse medios para que la luz sea buena, y facilitarse al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que siempre se siente en buena postura.
- El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que realiza.
- El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas , y el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer con un ritmo fácil y natural, siempre que sea posible.
- El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de los límites cómodos y reducir al mínimo la fijación de la vista.

C. Diseño de las herramientas y el equipo

- Debe evitarse que las manos estén ocupadas “sosteniendo” la pieza cuando ésta pueda sujetarse por otro dispositivo
- Siempre que sea posible deben combinarse dos o más herramientas
- Los mangos , como los utilizados en las manivelas y desatornilladores grandes ,deben diseñarse para que la mayor cantidad posible de superficie esté en contacto con la mano.
- Las palancas , barras cruzadas y volantes de mano deben situarse en posiciones que permitan al operario manipularlos con un mínimo de cambio de posición del cuerpo.
- Investíguese siempre la posibilidad de usar herramientas mecanizadas.

Clasificación de movimientos		
Clase	Punto de apoyo	Partes del cuerpo empleadas
1	Nudillos	Dedo
2	Muñeca	Mano y dedos
3	Codo	Antebrazo, mano y dedos
4	Hombro	Brazo, antebrazo, mano y dedos
5	Tronco	Torso , brazo, antebrazo , mano y dedos

Tabla 17: Clasificación del movimientos

Movimientos básicos

Therbligs efectivos (Implica un avance directo en el progreso del trabajo. Puede acortarse, pero es difícil eliminarlos.)			
Therbling	Símbolo	Símbolo en inglés	Descripción
Alcanzar	AL	Re(reach)	Movimiento con la mano vacía y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia; en general precede a soltar y va seguido de tomar.
Mover	M	M(move)	Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; en general precedida por tomar y seguida de soltar o posicionar.
Tomar	T	G(grasps)	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control ; depende del tipo de tomar; en general precedido por alcanzar y seguido por mover.
Soltar	SL	RL (Release)	Dejar el control de un objeto; por lo común es el therblig más corto
Preposicionar	PP	PP(Pre-Position)	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior; casi siempre ocurre junto con mover, como al orientar una pluma para escribir.
Usar	U	U(use)	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; se detecta con facilidad al hacer que avance el trabajo
Ensamblar	E	A(assemble)	Unir dos partes que van juntas; suele ir precedido por posicionar o mover, y seguido por soltar.
Desensamblar	DE	DA(Diassemble)	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover.

Tabla 18: Therbligs efectivos

Therbligs no efectivos (no avanzan el progreso del trabajo. Deben eliminarse cuando sea posible)			
Therblig	Símbolo	Símbolo en inglés	Descripción
Buscar	B	S(Search)	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto
Seleccionar	SE	SE(Select)	Elegir un artículo entre varios; por lo común sigue buscar.
Posicionar	P	P(Position)	Orientar un objeto durante el trabajo; en general precedido de mover y seguido de soltar (en contraste a durante para preposicionar).
Inspeccionar	I	I(inspect)	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.
Planear	PL	PL(Plan)	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento.
Retraso inevitable	RI/DI	UD (unavoidable delay)	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación.
Retraso evitable	RE/Dev	AD(avoidable delay)	Sólo el operario es responsable del tiempo ocioso , como al toser
Descanso para contrarrestar fatiga	DES	R(rest to overcome fatigue)	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos, depende de la carga de trabajo físico.
Sostener	SO	H(Hold)	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Tabla 19: Tabla Therbligs no efectivos

Los Therblings efectivos son un avance en el progreso de trabajo. Los Therbling inefectivos no avanzan el progreso del trabajo y deben ser eliminados mediante la aplicación de los principios de la economía de movimientos.

Diagrama bimanual

El diagrama bimanual es un cursograma en que se consigna la actividad de las manos (O extremidades del operario indicando la relación entre ellas. (OIT, introducción al estudio del trabajo).

Este diagrama registra la sucesión de hechos mostrando las manos, y a veces los pies, del operario en movimiento o en reposo y su relación entre sí. Sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, y en ese caso se registra un solo ciclo completo de trabajo, pero con más detalles que lo habitual en los diagramas de la misma serie. Los símbolos son los siguientes:

Símbolo	Descripción
 Operación	Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta, pieza o material
 Transporte	Se emplea para representar el movimiento de la mano (o extremidades) hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.
 Espera	Se emplea para representar el movimiento de la mano (o extremidad) hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.
 Sostenimiento	("Almacenamiento"): con los diagramas bimanuales no se emplea el término almacenamiento, y el símbolo que le correspondía se utiliza para indicar el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.

Tabla 20 Símbolos utilizados en diagrama bimanual ³⁹

Método de tiempos predeterminados MTM

Los tiempos predeterminados son una colección de tiempos válidos asignados a movimientos y grupos de movimientos básicos, que no pueden ser evaluados con exactitud con el procedimiento ordinario del estudio cronométrico de tiempos.

El MTM se define como un procedimiento que analiza cualquier operación manual o método con base en movimientos básicos necesarios para ejecutarlos, asignando a cada movimiento un tiempo tipo predeterminado.

Este método además de basarse en tablas, establece leyes sobre la secuencia de estos movimiento sin perpetrando matemáticamente.

El MTM reconoce ocho movimientos manuales, nueve movimientos de pie y cuerpo y dos movimientos oculares. El tiempo para realizar cada uno de los movimientos se ve afectado por una combinación de condiciones físicas y mentales.

³⁹ (Niegel)

Procedimiento para el empleo del MTM

1. Determinar el micro movimientos básicos que deben utilizarse en la operación n que se estudia.
2. Sumar el valor del tiempo por las tablas de datos del MTM para cada uno de dichos micro movimientos.
3. Conocer el suplemento por fatiga, retrasos personales y retrasos inevitables.

La unidad de tiempo utilizada es el TMU. 1 TMU = 0.00001 hora.

En el MTM los métodos se subdividen en movimientos básicos, a los que se asignan valores de tiempo predeterminado.

Movimientos simultáneos y combinados.

Principio del movimiento limitador: si un operador ejecuta más de un movimiento a la vez, todos los movimientos pueden ejecutarse en uno solo sin importar que exija mayor cantidad de tiempo.

Movimientos simultáneos: Dos movimientos efectuados al mismo tiempo uno por cada uno.

Movimientos combinados: Más de un movimiento ejecutado al mismo tiempo por uno solo miembro del cuerpo. Tres movimientos ejecutados al mismo tiempo, cada uno de ellos por diferentes miembros del cuerpo.

Movimientos combinados y otros ejecutados al mismo tiempo

Movimiento	Get				Colocar		
Get	Caso	GA	GB	GC	PA	PB O*W	PC
	GA					x	X
	GB					x	x
	GC				X		
Colocar	PA					X	X
	PB	X	X		X		X
	PC	X			X		



Fácil



Con práctica



Difícil

3.5. TABLAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS

MEDIDA DEL TIEMPO DE LOS MÉTODOS MTM -1 DATOS DE APLICACIÓN

Tipo		Símbolo	TMU	distancia	Descripción
Movimientos de pierna y pie		FM	8.5	Hasta 10 cm	Giro alrededor del tobillo
		PMP	19.1	Hasta 10 cm	Con fuerte presión
		LM_	7.1	Hasta 15 cm	Con la rodilla o la cadera como pivote , en cualquier dirección
0.5	Cada cm adic.				
Movimiento horizontal	Paso lateral	SS_C1	_	< 30 cm	Usar tiempo de alcanzar o mover cuando la distancia sea menor de 30 cm
			17	30 cm	
			0.2	Cada cm adic.	Movimiento completo cuando la pierna de salida hace contacto con el suelo
		SS_C2	34.1	30 cm	La pierna retrasada debe hacer contacto con el suelo antes de que se pueda realizar el siguiente movimiento.
	0.4		Cada cm adic.		
	Girar cuerpo	TBC 1	18.6	_	Termina cuando la pierna de salida hace contacto con el suelo.
		TBC 2	37.2	_	La pierna retrasada debe hacer contacto con el suelo antes de que se pueda realizar el siguiente movimiento.
	Caminar	W_M	17.4	Por metro	Sin obstrucciones
		W_P	15	Por peso	Sin obstrucciones
		W_PO	17	Por peso	Con obstrucciones o con peso
Movimiento vertical		SIT	34.7	_	Sentarse, desde la posición de pie
		STD	43.4	_	Levantarse , desde estar sentado
		B, S, KOK	29	_	Agacharse , encucillarse y arrodillarse en una rodilla
		AB, AS, AK OK	31.9	_	Levantarse de agacharse, encucillarse y arrodillarse en una rodilla
		KBK	69.4	_	Arrodillarse en ambas rodillas

Tabla 21: Tabla Movimientos del cuerpo, pierna y pie⁴⁰

⁴⁰ (Bolio, 2012)

Alcanzar							
Distancia de mover (cm)	Tiempo en TMU				Mano en movimiento		Caso y descripción
	A	B	C o D	E	A	B	
2 o menos	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6	1.6	A.-Alcanzar al objeto en localización fija , o al objeto en mano o sobre el que descansa la otra mano
4	3.4	3.4	5.1	3.2	3.0	2.4	
6	4.5	4.5	6.5	4.4	3.9	3.1	
8	5.5	5.5	7.5	5.5	4.6	3.7	
10	6.1	6.3	8.4	6.8	4.9	4.3	B.-Alcanzar a un solo objeto en una localización que puede variar ligeramente de ciclo a ciclo
12	6.4	7.4	9.1	7.3	5.2	4.8	
14	6.8	8.2	9.7	7.8	5.5	5.4	
16	7.1	8.8	10.3	8.2	5.8	5.9	
18	7.5	9.4	10.8	8.7	6.1	6.5	c.-Alcanzar al objeto mezclado con otros en un grupo, de modo que ocurran los elementos buscar y seleccionar
20	7.8	10.0	11.4	9.2	6.5	7.1	
22	8.1	10.5	11.9	9.7	6.8	7.7	
24	8.5	11.1	12.5	10.2	7.1	8.2	
26	8.8	11.7	13.0	10.7	7.4	8.8	D.- Alcanzar a un objeto muy pequeño o donde se requiera un asiento exacto
28	9.2	12.2	13.6	11.2	7.7	9.4	
30	9.5	12.8	14.1	11.7	8.0	9.9	
35	10.4	14.2	15.5	12.9	8.8	11.4	
40	11.3	15.6	16.8	14.1	9.6	12.8	E.-Alcanzar a una localización indefinida para llevar la mano a una posición para el equilibrio del cuerpo, o el movimiento siguiente, o fuera del camino.
45	12.5	17.0	18.2	15.3	10.4	14.2	
50	13.0	18.4	19.6	16.5	11.2	15.7	
55	13.9	19.8	20.9	17.8	12.0	17.1	
60	14.7	21.2	22.3	19.0	12.8	18.5	
65	15.6	22.6	23.6	20.2	13.5	19.9	
70	16.5	24.1	25.0	21.4	14.3	21.4	
75	17.3	25.5	26.4	22.6	15.1	22.8	

Tabla 22: Alcanzar⁴¹

⁴¹ (Bolio, 2012)

MOVER- M								
Distancia de mover (cm)	Tiempo TMU				Margen por peso			
	A	B	C	Mano en movimiento B	Peso (Kg) hasta	Constante estática (TMU)	Factor dinámico (TMU)	Caso y descripción
2 o menos	2.0	2.0	2.0	1.7	1	0	1.00	A.- Mover el objeto a la otra mano o contra un tope
4	3.1	4.0	4.5	2.8				
6	4.1	5.0	5.8	3.1	2	1.6	1.04	
8	5.1	5.9	6.9	3.7				
10	6.0	6.8	7.9	4.3	6	4.3	1.12	
12	6.9	7.7	8.8	4.9				
14	7.7	8.5	9.8	5.4				
16	8.3	9.7	10.5	6.0				
18	9.0	9.8	11.1	6.5				
20	9.6	10.5	11.7	7.1				
22	10.2	11.2	12.4	7.6				
24	10.8	11.8	13.0	8.2				
26	11.5	12.3	13.7	8.7	10	7.3	1.22	B.- mover el objeto a una localización aproximada o indefinida
28	12.1	12.8	14.4	9.3				
30	12.7	13.3	15.1	9.8				
35	14.3	14.5	16.8	11.2	12	8.8	1.27	
40	15.8	15.6	18.5	12.6				
45	17.4	16.8	20.1	15.4	14	10.4	1.32	C.-Mover el objeto a una localización exacta.
50	19.0	18.0	21.8	15.4				
55	20.5	19.2	23.5	16.8				
60	22.1	20.4	25.2	18.2	16	11.9	1.36	
65	23.6	21.6	26.9	19.5				
70	25.2	22.8	28.6	20.9				
75	26.7	24.0	30.3	22.3				
80	28.3	25.7	37.0	23.7	20	14.9	1.46	
					22	16.4	1.51	

Tabla 23: Mover⁴²

Desenganche- Desmontar D (Disemgaje)		
Clase de ajuste	De fácil manejo	De difícil manejo
1.- Holgado .- Esfuerzo muy ligero , se mezcla con mover subsecuentemente	4	5.7
2.- Estrecho.- Esfuerzo normal , retroceso ligero	7.5	11.8
3.- Apretado : Esfuerzo considerable, retroceso manual muy considerable	22.9	34.7

Tabla 24: Desmontar

⁴² (Bolio, 2012)

Asir - G(Grasp)		
Caso	Tiempo en TMU	Descripción
1A	2	Asir, para recoger - objeto pequeño, mediano o grande, fácil de asir.
1B	3.5	Objeto muy pequeño o uno puesto contra una superficie plana
1C1	7.3	Interferencia con asir por el fondo de un objeto casi cilíndrico. Diámetro mayor que 1/2".
1C2	8.7	Interferencia con asir por el fondo de un objeto casi cilíndrico. Diámetro de 1:4 " a 1:2"
1C3	10.8	Interferencia con asir por el fondo de un objeto casi cilíndrico. Diámetro menor que 1:4 "
2	5.6	Reasir
3	5.6	Reasir para traslado
4A	7.3	Objeto mezclado con otros de modo que ocurra alcanzar y seleccionar mayor que 1" X 1" x 1".
4B	9.1	objeto mezclado con otros de modo que ocurran alcanzar y seleccionar de 1:4 x 1.4 x 1:8 o 1 x 1 x 1
4 C	12.9	Objeto mezclado con otros de modo que ocurran alcanzar y seleccionar menor que 1:4" X 1:4 " x 1:8".
5	0	asir de contacto , deslizamiento o con agarre en gancho

Tabla 25 : Asir⁴³

Aplicar presión					
Ciclo completo			Componente	TMU	Descripción
Símbolo	TMU	Descripción	AF	3,4	Aplicar fuerza
APA	10.6	AF+ DM+ RLF	DM	4.2	Permanecer tiempo mínimo
APB	16.2	APA+G2	RLF	3.0	Aflojar fuerza

Tabla 26: Aplicar presión⁴⁴

Girar											
Peso	Tiempo TMU por grado de giro										
	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
Pequeño de 0 a 1 kg	2.8	3.5	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.4	8.1	8.7	9.4
Medio de 1 a 5 kg	4.4	5.5	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.6	12.7	13.7	14.8
Grande de 5.1 a 16 Kg	8.4	10.5	12.3	14.4	16.2	18.3	20.4	22.2	24.3	26.1	28.2

Tabla 27: Girar

⁴³ (Bolío, 2012)

⁴⁴ (Bolío, 2012)

Posicionar				
Clase de ajuste		Simetría	De fácil manejo	De difícil manejo
	No requiere presión	S	5.6	11.2
		SS	9.1	14.7
		NS	10.4	16
	Requiere presión ligera	S	16.2	21.8
		SS	19.7	25.3
		NS	21	26.6
3.-Exacto	Requiere presión intensa	S	43	
		SS	46.5	
		NS	47.8	
*Distancia de mover hasta el trabamiento o enganche -25mm S- Simétrico SS Semisimétrico NS- No simétrico				

Tabla 28: Posicionar

Soltar - RL		
Caso	Tiempo TMU	Descripción
1	2	Soltar normal realizado abriendo los dedos como movimiento independiente.
2	0	Soltar de contacto

Tabla 29: Soltar⁴⁵

Tiempo de desplazamiento de ojo y enfoque ocular-ET & EF.
Tiempo de desplazamiento de ojo= $15.2 \times T/D$ TMU, con un valor máximo de 20 TMU donde T = distancia entre los puntos límites de desplazamiento del ojo
D= distancia perpendicular del ojo a la línea de desplazamiento T
tiempo de enfoque ocular= 7.3 TMU

Tabla 30: Movimiento ocular⁴⁶

Equivalencia	
1 TMU	
0.0001Hora	1 Hora = 1 000 000 TMU
0.006 Minutos	1 Minuto = 1666.7 TMU
0.036 Segundo	1 Segundo = 27.8 TMU

Tabla 31: Equivalencias de tiempo

⁴⁵ (Bolio, 2012)

⁴⁶(Bolio, 2012)

Capítulo 4: Caso de estudio. Estación de Transferencia Coyoacán

En este capítulo describiré las características y actividades que se realizan dentro de la estación.

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN

La aplicación del estudio de movimientos se llevó a cabo en la estación de Transferencia Coyoacán. Ubicada en la delegación Coyoacán, calzada de Tlalpan número 3330 esquina con Viaducto Tlalpan, Colonia Pueblo Santa Úrsula Coapa, Delegación Coyoacán. La estación es del tipo de descarga directa. (14oc)

La estación de transferencia inicio su operación en 1985 y fue remodelada en 1992. Tiene una capacidad instalada de 1200 toneladas, la estación renta 32 tracto camiones con capacidad de 30 toneladas en residuos inorgánico y una capacidad de entre 18 - 20 ton en residuos inorgánicos, tiene 3 tolvas en operación. Cuenta con 2 rampas de ascenso y descenso. Su báscula estima un peso máximo de 80 toneladas. Cuenta con 9 líneas de atención. (Secretaria de Obras y Servicios, 2009). La estación tiene una superficie total de 12 200 m² y una superficie construida de 6 798 m², cuenta con área de descarga, patio de maniobras con control de polvo, talleres, oficinas y comedor dentro de la estación laboran un total de 60 trabajadores. (Ayala Hernández)

La estación de transferencia brinda servicio a las delegaciones Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco. Cuenta con dos horarios de trabajo de 6 a 2 pm y de 2 a 10 pm. Se laboran los 365 días del año

La mayor demanda de servicios de la estación se encuentra entre la 1 y 6 pm.

Según comentarios del director de la estación los días que se reciben más residuos son los lunes. Se estima que cada caja de transferencia realiza entre 2 y 3 viajes diarios, dependiendo de la demanda del servicio de recolección. En total promedio de los viajes de todo el tracto-camión es de 50 a 60 viajes por día.

Los residuos que llegan a la estación de transferencia son llevados a las 5 plantas de selección ubicadas en diferentes zonas de la república.

La estación cuenta con control de plagas cada 15 días. La limpieza de la estación se realiza al inicio y fin de labores, a las 6 a.m. y 10 p.m.

En 1992 la generación regional de residuos ocupaba el tercer lugar lo que hizo notar que era necesario realizar una ampliación de la estación existente ocupando un terreno de 8 290 m².

La ampliación consistió en la construcción de edificios de maniobras a base de estructura metálica (marcos rígidos) techumbre de multiplanel. En la estación se instaló un equipo de depuración de aire y un sistema de ductos con filtros integrados para absorción de polvo y gases de los vehículos en operación. (Ayala Hernández)

También la estación se acondicionó con jardines tanto en el interior como en el exterior de la estación en una superficie total de 2,400 m² de barda parimetral y 2 cisternas de 1000 litros de capacidad cada una alimentada de agua tratada para lavado de patios, limpieza de trailers de transferencia y riego de jardinería.

Para el control y registro de pesajes se instalaron básculas.

La estación cuenta con las siguientes instalaciones oficinas, talleres, comedor, túnel de desaceleración, patio de maniobras y áreas verdes.

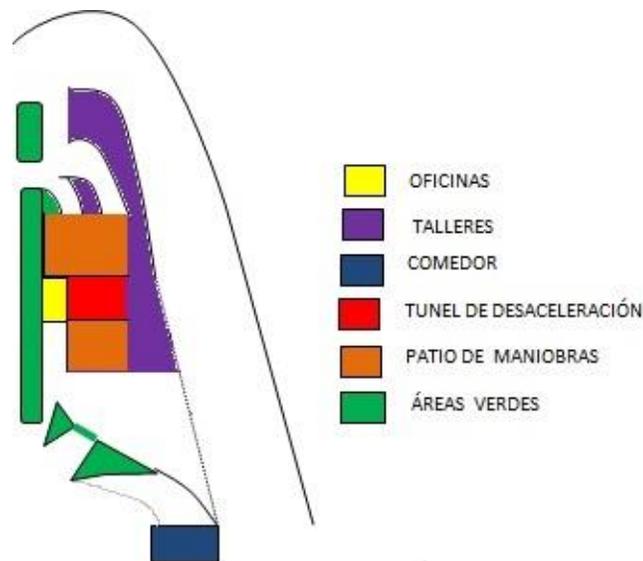


Figura 35: Mapa de instalaciones de la ET Coyoacán

Patio de maniobras

El patio de maniobras cuenta con un área de 23 metros de largo y 22 metros de ancho. Cuenta con 3 tolvas para descarga; la tolva A se dedica para la descarga de residuos inorgánicos, la tolva B para ambos tipos de residuos y la tolva C para la descarga de residuos generados por el servicio de tala y poda de la Ciudad de México. Cuenta con área de maniobras y techumbre. Dentro de esta área se realizan la maniobra de acomodo, maniobras de cambio de tolva y descarga de residuos.



Figura 36: Área de maniobras, puente de desaceleración y techumbre

Zona de carga

En esta zona se realiza el intercambio de vehículos de transferencia y el despunte de las cajas de transferencia una vez llenados.

En este sitio se encuentran los enlonadores quienes junto con los coordinadores de maniobras dirigen la descarga de los residuos.



Figura 37: Zona de carga

Vehículos de transferencia.



Figura 38: Vehículos de transferencia llenos

Registro de cajas de transferencia.

Cada caja de transferencia tiene un número de vehículo y una capacidad determinada, al ingresar a la estación los técnicos de báscula reportan al patio de maniobras la hora de llegada y el número de vehículo de transferencia. Desde la mesa de registro ubicada en el patio de maniobras se observa la descarga de residuos, el número de vehículos que descargaron en cada caja de transferencia, así como el tipo de residuos que serán transferidos.



Figura 39: Ingreso de vehículo de transferencia

Los datos de salida registrados por el personal de registro desde el patio de maniobras son comparados con los que registrados por los técnicos de báscula.



Figura 40: Registro de vehículo de transferencia

Material de protección

Botas de casquillo, uniforme, goggles, guantes de carnaza, mascarilla. Sin embargo el jefe de la estación menciona que normalmente no se utiliza todo el equipo de protección. Algunos trabajadores del patio de maniobras sólo utilizan lentes de protección. Y botas con casquillo.

Barrido de residuos

Para la recolección de residuos se utilizan trascabos para recolectar los residuos orgánicos generados en la tala y poda del Distrito Federal, así como los residuos caídos fuera de las cajas de transferencia en la zona de descarga. Cuando el trascabo se encuentra en mantenimiento la limpieza de la estación se realiza de forma manual utilizando palas, escobas y palas.



Figura 41: Trascabo

La tolva C se dedica a la descarga de materia orgánica proveniente del servicio de poda y tala. Así como para descargar residuo orgánicos.



Figura 42: Limpieza manual de tolva C.

4.2. PROBLEMAS PREVIAMENTE ENCONTRADOS AL ESTUDIO

De acuerdo a un estudio realizado en el 2009 se observó que las estaciones que tienen mayor problema de encolamiento son : Azcapotzalco, Álvaro Obregón, Coyoacán, Cuauhtémoc e Iztapalapa debido a que presentaron un arribo muy grande de camiones recolectores y se observan periodos críticos de hasta 7 horas. (Ing Cano Díaz, 2005). Este encolamiento ha provocado quejas por parte de la escuela localizada en la periferia a la estación.

4.3. PROBLEMAS DE OPERACIÓN:

- No se usa el equipo de protección.
- No se realizaron estudios de localización para la construcción de la estación de transferencia.
- El equipo de control de polvo y aromas dentro de la estación tiene varios años fuera de servicio.
- Los vehículos de descarga lateral ocupan 2 lugares de la tolva para realizar la descarga.
- El equipo de trascabo no recibe mantenimiento preventivo.



Figura 43: Encolamiento

Los vehículos llegan a encolar fuera de la estación durante los periodos de tiempo en que la estación de transferencia no cuenta con cajas. Este encolamiento produce problemas viales en el perímetro exterior de la estación. Los vehículos que se encuentran justo fuera de la estación comienzan a ingresar a la estación, al llegar cajas a la estación de transferencia, de esta manera se observa como comienza a moverse la fila de vehículos recolectores.

Descripción del área de trabajo y selección de suplementos

La estación de transferencia con dos carriles uno para entrada de vehículos y otro para salida, un patio de maniobras de aproximadamente 23 x 22 metros cuadrados, 3 tolvas con capacidad de 3 vehículos, un sistema aspersor de polvo el cual no ha recibido mantenimiento, oficinas y estacionamiento.

Los vehículos recolectores tiene un horario de trabajo de 8 horas diarias, se eligieron en el caso de los conductores una tolerancia por necesidades personales del 4% y un 5% por fatiga. Por ser una operación precisa el estacionarse se le suma un 2%.

En el caso de los peones que descargan los bultos de mayor volumen, tolerancia del 4% por necesidades personales, un 5% por fatiga y 2% por manipulación del peso superior a 10 kg.

Tolerancias al conductor

$$4\% + 5\% + 2\% = 11\%$$

Tolerancias a peones

$$4\% + 5\% + 2\% = 11\%$$

Esta tolerancia se utilizó para determinar el tiempo estándar de la operación de descarga.

4.4. DISEÑO DEL MUESTREO DE TRABAJO

Al observar la operación de descarga dentro del patio de maniobras note que cada vehículo tarda tiempos diferentes de maniobras y descargas, así como diferentes tipos de maniobras. Para determinar el número total de vehículos recolectores a observar dentro de la estación de transferencia, utilicé la tabla 32. Tomando en cuenta la operación más corta del ciclo, “quitar seguro” con una duración de 12 segundos. Este tiempo representa el 20 % de un minuto.

$$X_1 = 0.1 \quad y_1 = 200$$

$$X_2 = .25 \quad y_2 = 100$$

$$.02 \text{ minuto} = \frac{12 \text{ segundos}}{60 \text{ segundo}} x (1 \text{ minuto})$$

$$\frac{y - y_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad \therefore y = y_1 + (x - x_1) \left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \right)$$

$$y = 200 + (.20 - .1) * \frac{100 - 200}{0.5 - 0.1}$$

Y= 175 observaciones

Tiempo del ciclo en minutos	Número Recomendado de ciclos
.10	200
.25	100
.50	60
.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00- 20.00	8
20.00- 40.00	5
Más de 40	3

Tabla 32 : Número de ciclos adecuados⁴⁷

⁴⁷ (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (OIT), 2011)

Para el registro de los tiempos y movimiento el material utilizado fue: cronometro, un tablero de observaciones, formularios de estudio de tiempos.

El registro de tiempos lo realice durante el periodo del 29 de octubre al 18 de noviembre del 2014. Recolectando un total de 175 muestras, de estas utilizando diagramas de control rechacé 35 quedándome con 145 muestras (50 de descarga trasera, 50 de carga lateral y 45 de doble descarga) para el cálculo de tiempo estándar, ritmo de trabajo y comparación de movimientos realizados manualmente contra los movimientos registrados en tablas de tiempos predeterminados o sintéticos.

El histórico de datos se presenta en los anexos de este documento.

4.5. PROCESO INGRESO AL PATIO DE MANIOBRAS:

El primer paso del proceso es verificar si existen cajas disponibles en la estación , en esta actividad participan diferentes áreas de la estación: carril de encolamiento, área de basculas, y patio de maniobras .

Los vehículos recolectores ingresan a la estación y permanecen en el carril de encolamiento antes de que se les autorice subir al patio de maniobras.

En el área de basculas participan los conductores de los tracto-camiones (vehículos de transferencia) donde se registran los números de caja, tonelaje , dimensiones y placas. Los encargados de la captura de estos datos son los técnicos de básculas , una vez capturados los datos son reportados por medio de radios a al área de descarga y patio de maniobras. En el patio de maniobras la información es recibida por los encargados de la mesa de registro, y el coordinador.

El supervisor del patio transmite la información a los coordinadores de maniobras. Utilizando esta información los coordinadores de la estación indican el número y tipo de vehículos que pueden subir por la rampa al patio de maniobras.

Este proceso se da de manera simultánea en la que el supervisor indicar por medio de un silbido a los conductores , quienes pueden subir por la rampa trasera. Una dificultad que se presenta al coordinar las descargas es que cada tipo de vehículo tiene diferentes tiempos de descarga. Esta tiempo varía dependiendo de la cantidad y tipo de residuos que descargue, siendo los vehículos de volteo lo que requieren menor tiempo.

Una vez que ingresaron los vehículos , los coordinadores indican por medio de señas el número de tolva y el número de redila en la que van a descargar. Una vez autorizados los conductores de los vehículos inician sus maniobras de entrada. En el patio de maniobras pueden llegar a maniobrar hasta 7 vehículos en el patio de maniobras. (3 realizando descarga y 4 posicionándose en la zona de espera del patio de maniobras).

Si existe lugar en la tolva para realizar la descarga esta se realiza de forma inmediata y sin la necesidad de posicionarse dentro del patio de maniobras para esperar su turno .

Dentro del proceso de descarga las demoras ocurren si no hay tolvas disponibles para el tipo de residuos que continúe el vehículo recolector, un ejemplo de este caso ocurre cuando se realiza la descarga lateral, debido a que el tipo de vehículos que realizan esta descarga utilizan dos redilas para su descarga. Los tiempos de espera dependen de la disponibilidad de la tolva y de la caja de transferencia

Al momento de realizar las maniobras dentro del patio, los encargados de la caseta de registro deben anotar, hora de ingreso y salida del vehículo, número de vehículo, placas, tipo de descarga, delegación de la que proviene y observaciones sobre el tipo de residuos que descargan en cada tolva. Es importante analizar el tiempo requerido para realizar el registro de vehículos que ingresan a la estación, para poder determinar si el personal para registrar esta información es suficiente o no.

Una vez realizada la descarga los vehículos deben pagar su cuota de descarga.

En la figura 57: diagrama de grupo se puede observar la importancia de la coordinación entre el supervisor y los coordinadores de maniobras. Los coordinadores deben saber cuántos vehículos ingresarán al patio de maniobras así como el número de tolva en la que realizarán su descarga.

En la figura 45 diagrama de proceso describo la relación entre el área de registro de cajas, el personal del patio de maniobras, las maniobras realizadas por los vehículos recolectores y la mesa de registro del patio de maniobras.

Es este diagrama puede observarse que la principal demora que ocurre en el patio de maniobras ocurre mientras las tolvas se encuentran ocupadas, o se está realizando un cambio de caja de transferencia.

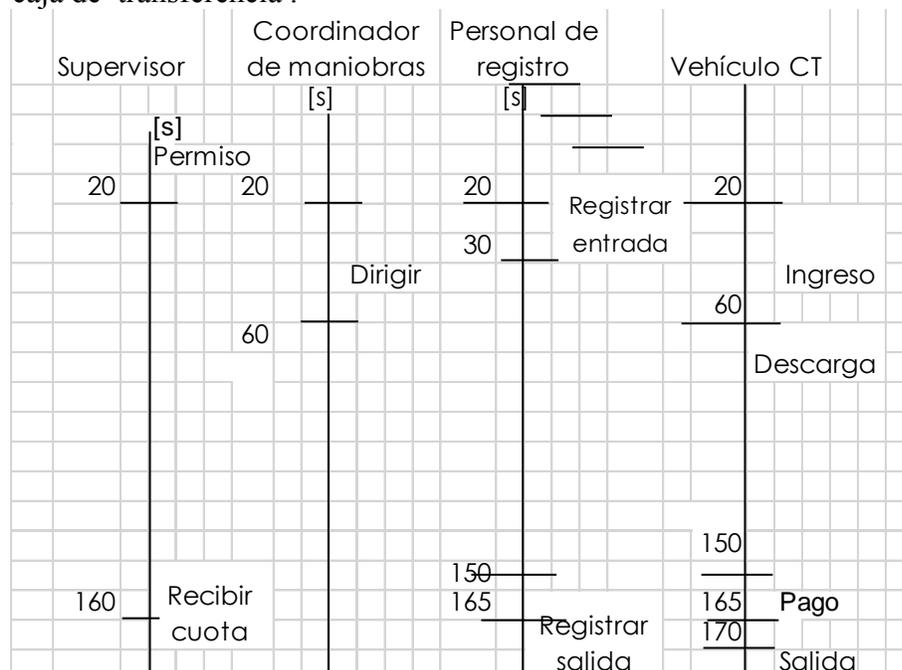


Figura 44: Diagrama de grupo operación ingreso a patio de maniobras

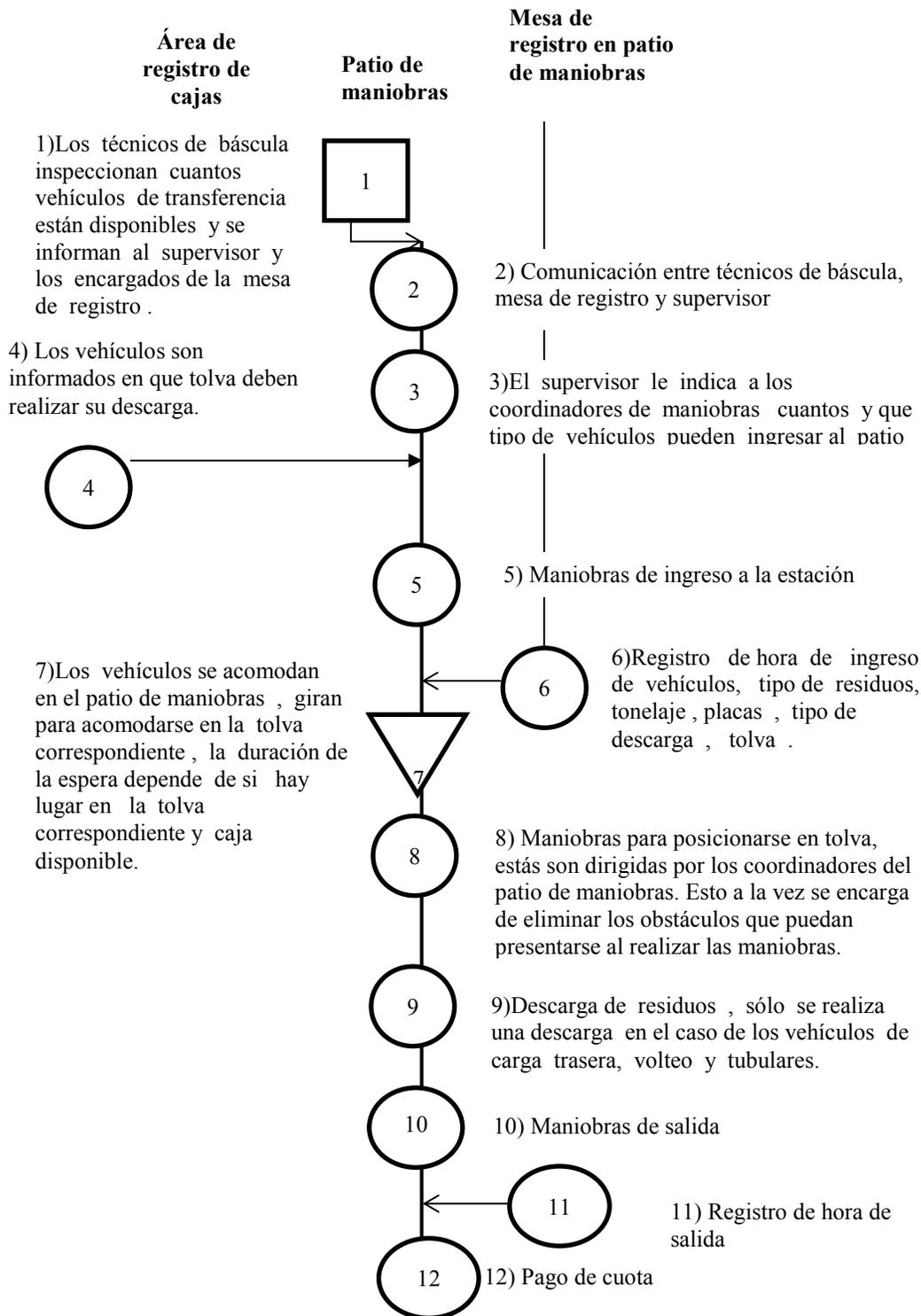


Figura 45: Diagrama de proceso ingreso de los vehículos recolectores

4.6. VEHÍCULOS QUE INGRESAN A LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

- **Vehículos de redilas:** no cuentan con descarga mecánica y se descarga manualmente. El tiempo de descarga de estos vehículos es mayor y son dos operarios los que realizan la descarga. Este tipo de vehículos pueden traer residuos orgánicos e inorgánicos. Y necesitar cambiarse de tolva. Su tiempo de descarga varía dependiendo de la carga de residuos que contengan.



Figura 46: Vehículo redilas sin sistema de descarga mecánica imagen tomada en la ET

- **Vehículos de descarga lateral:** realizan mayor número de movimientos para posicionarse en la tolva. Otro de los problemas que representan los camiones de descarga lateral es que para su descarga de residuos orgánicos utilizan dos lugares de la tolva a la vez. Además de la necesidad de girar 90° el vehículo para posicionarlo para descarga. En cuanto a las características de diseño del vehículo al realizar su descarga de residuos parte de los mismos caen fuera de la tolva. Es importante mencionar que los vehículos de descarga lateral pueden traer tanto residuos orgánicos como inorgánicos, esta doble carga de residuos se traduce en la necesidad de realizar el doble de maniobras que los vehículos de volteo y carga trasera.



Figura 47: Vehículo descarga lateral

- **Vehículos de doble descarga:** necesitan descargar sus residuos orgánicos e inorgánicos en diferentes tolvas. Estas dos descargas no siempre se realizan de forma consecutiva ya que durante el cambio de tolva estos vehículos pueden encontrar encolamiento en la tolva para su segunda descarga.



Figura 48: Vehículo doble descarga

- **Vehículos de descarga trasera:** presentar la problemática de traer bolsas pesadas que requieren una descarga manual, y para realizar su descarga los peones deben subir a la caja de volteo. Los trabajadores suben a la caja ya sea por medio de escaleras o escalando al vehículo recolector.



Figura 49: Vehículo carga trasera y descarga manual de bolsas y bultos

- Los vehículos de forma tubular los problemas que presentan son : una lenta respuesta del sistema de apertura de caja, traer bolsas adicionales.



Figura 50: Vehículo tubular

- **Los vehículos de volteo:** realizan el menor número de maniobras para realizar su descarga



Figura 51: Vehículo de volteo

Los vehículos seleccionados para el estudio de tiempos y movimientos fueron : los vehículos de carga trasera, lo de descarga lateral y los de doble descarga .

4.7. DIAGRAMAS DE RECORRIDO

Figura 57: Diagrama de recorrido de vehículos de descarga trasera, tubular y de volteo

1. El primer paso es ingresar al patio de maniobras y recibir la instrucción de en cuál tolva deben realizar su descarga, al ingresar los vehículos al patio de maniobras se posicionan en la zona de espera. Algunos de los vehículos aprovechan este tiempo para acomodar sus bultos de residuos. Y para quitar el seguro de la caja de descarga.

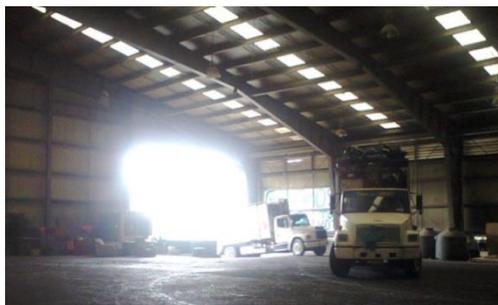


Figura 53 :Ingreso al patio de maniobras



Figura 54: Vehículos esn zona de espera

-
2. Los vehículos realizan su primera maniobra para posicionarse frente a la tolva que se les indicó.
 3. Una vez frente a la tolva de descarga el operario que quitó el seguro, se encarga de accionar el mecanismo de descarga. En el caso de los vehículos tubulares la descarga se realiza por medio de una placa eyectora. En los vehículos de descarga trasera, la descarga se realiza por volteo de caja. Una vez accionado el sistema correspondiente se lleva a cabo la descarga.

La principal ventaja de los vehículos de volteo es que no requiere de un peón para realizar la descarga ya que esta es controlada directamente por el conductor del vehículo, este tipo de vehículos no requieren un análisis de tallado de movimientos



Figura 55: Operario accionando mecanismo de descarga

4. El vehículo recolector realiza las maniobras para dejar la tolva. El operario coloca nuevamente el seguro de la caja. Y sube al vehículo recolector.
5. El vehículo recolector termina sus maniobra de salida de la estación y paga su cuota antes de salir de la estación.

En el área de descarga los vehículos de transferencia pasan por el área de básculas donde se registran sus placas y hora de ingreso a la estación. Una vez registrados pasan al área de carga para recibir los residuos de los vehículos recolectores.

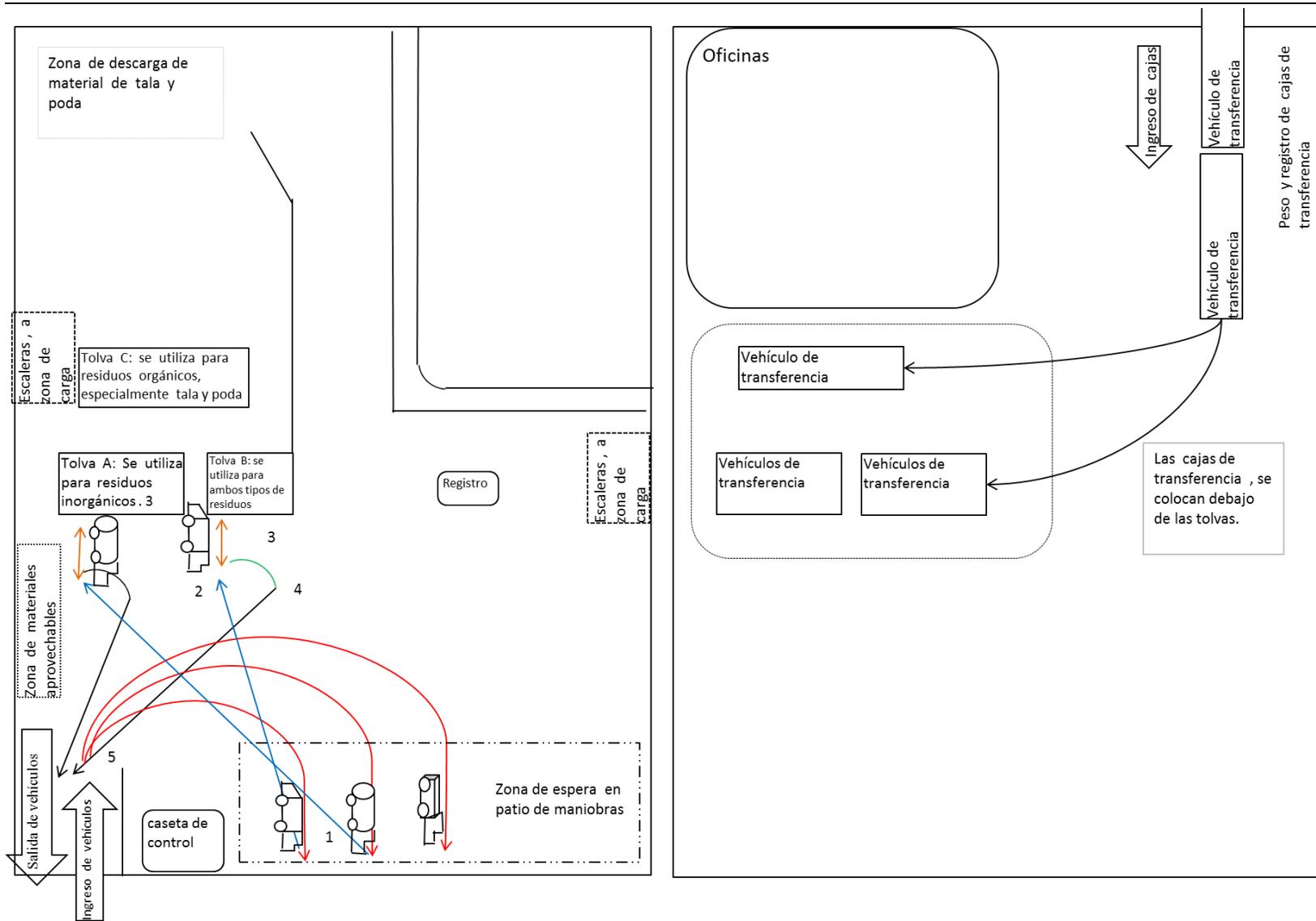


Figura 56: Diagrama de recorrido vehículos descarga trasera, tubular y volteo.

Figura 58: Diagrama de recorrido vehículos de carga lateral

1. Los vehículos de carga lateral son informados sobre en qué tolva pueden realizar su descarga de residuos. Los vehículos recolectores se posicionan en la zona de espera. En este paso los peones bajan del vehículo recolector para retirar el seguro de la caja de descarga trasera.
2. Una vez que la tolva B se encuentra disponible los conductores continúan sus maniobras, en este paso los conductores deben girar 90° grados sus vehículos recolectores para poder realizar la descarga de sus residuos orgánicos.
3. Una vez que el conductor ha cambiado el ángulo del vehículo se posiciona frente a la tolva B y realiza su descarga. En esta posición también se realiza la descarga de lixiviados. La caja lateral es controlada por el conductor del vehículo.
4. Una vez que se ha realizada la descarga lateral el conductor debe cambiar el ángulo del vehículo para regresar a la zona de espera hasta recibir la indicación de que puede pasar a la tolva A para realizar su descarga trasera.
5. Una vez que se le autorizo que puede realizar su descarga trasera, el conductor continua sus maniobras para posicionarse en la tolva B. En esta descarga participa el operario que retiro el seguro de la caja trasera accionando el mecanismo de volteo.
6. Una vez terminada la descarga trasera el conductor continua las maniobras de salida, parte de estas maniobras es volver a colocar el seguro de la caja trasera.

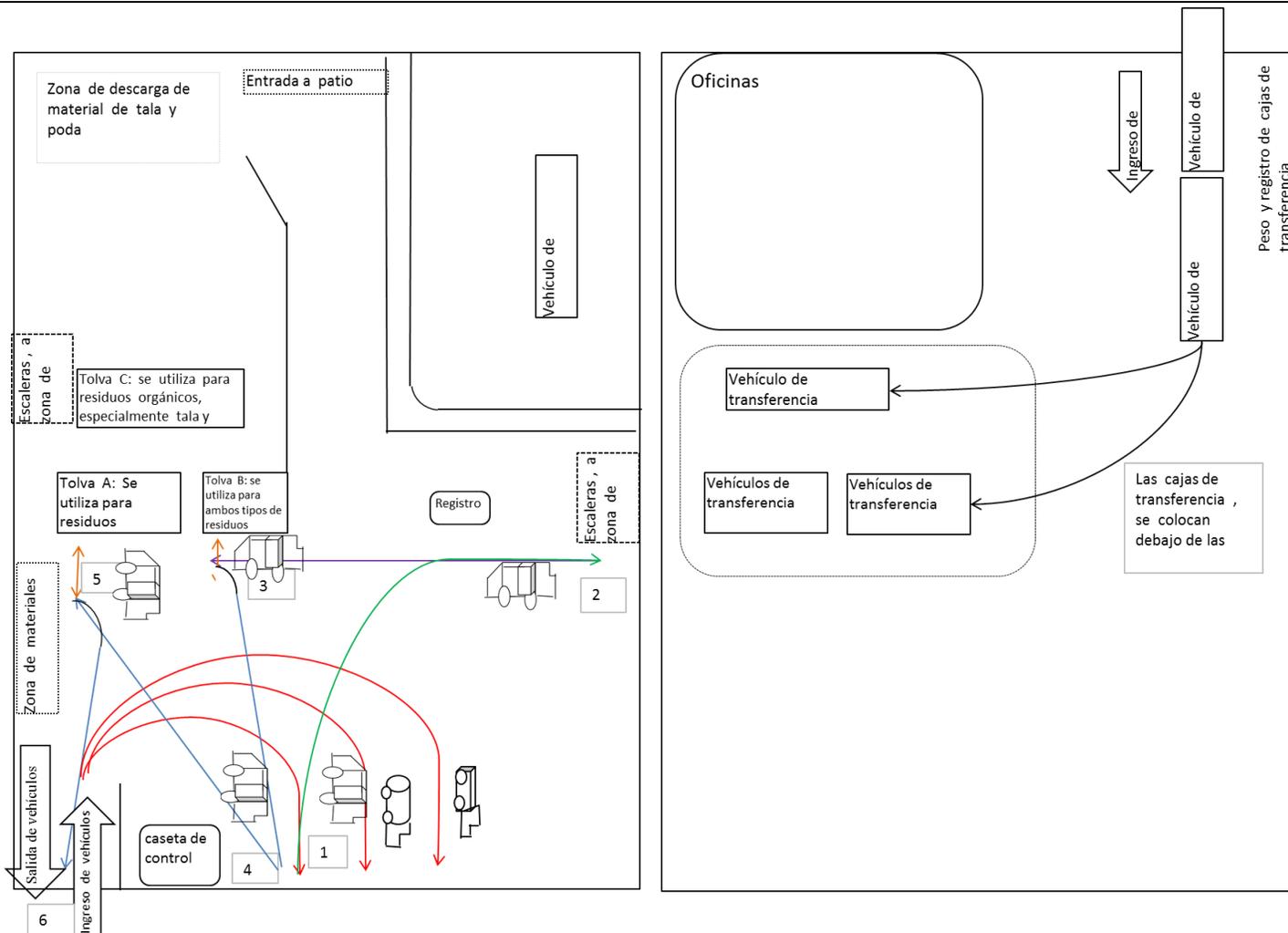


Figura 57: Diagrama de recorrido vehículos descarga lateral

Figura 58: Diagrama de recorrido vehículos de doble descarga y carga trasera (con descarga manual de bultos).

1. El primer paso es ingresar al patio de maniobras y recibir la instrucción de en cuál tolva deben realizar su descarga, al ingresar los vehículos al patio de maniobras se posicionan en la zona de espera. Algunos de los vehículos aprovechan este tiempo para acomodar sus bultos de residuos. Y para quitar el seguro de la caja de descarga.
2. Los vehículos realizan su primera maniobra para posicionarse frente a la tolva que se les indico.
3. Una vez frente a la tolva de descarga el operario que quito el seguro, se encarga de accionar el mecanismo de descarga. En el caso de los vehículos tubulares la descarga se realiza por media una placa eyectora. En los vehículos de descarga trasera, la descarga se realiza por volteo de caja. Una vez accionado el sistema correspondiente se lleva a cabo la descarga.

El caso de los vehículos de carga trasera si su descarga la realizaron en la tolva B (donde se tiran residuos inorgánicos) es en este sitio donde realizan su descarga manual de bultos de basura inorgánica que traen en la parte superior de la caja con el propósito y permitir que la caja liberada para descargar los residuos orgánicos que traigan en la caja. Sólo en caso de que traigan residuos orgánicos los vehículos de carga trasera traigan bultos con residuos de basura inorgánica y la caja trasera con basura orgánica realizan el cambio de tolva.

4. El vehículo recolector de doble descarga realiza las maniobras para dejar la tolva. El operario coloca nuevamente el seguro de la caja. Y regresa a la zona de espera hasta recibir instrucciones que puede pasar a realizar su segunda descarga.
5. Una vez que tiene instrucción de pasar a la siguiente tolva el conductor continuo con sus maniobras para posicionarse y realizar su segunda descarga trasera.
6. El vehículo recolector realiza su segunda descarga operada nuevamente por el peón que realizó la primera descarga
7. El vehículo realiza sus maniobras de salida estas involucran al conductor y al peón que debe cerrar dos seguro de caja trasera y posteriormente subir al vehículo recolector.
8. El vehículo recolector paga su cuota y sale de la estación.

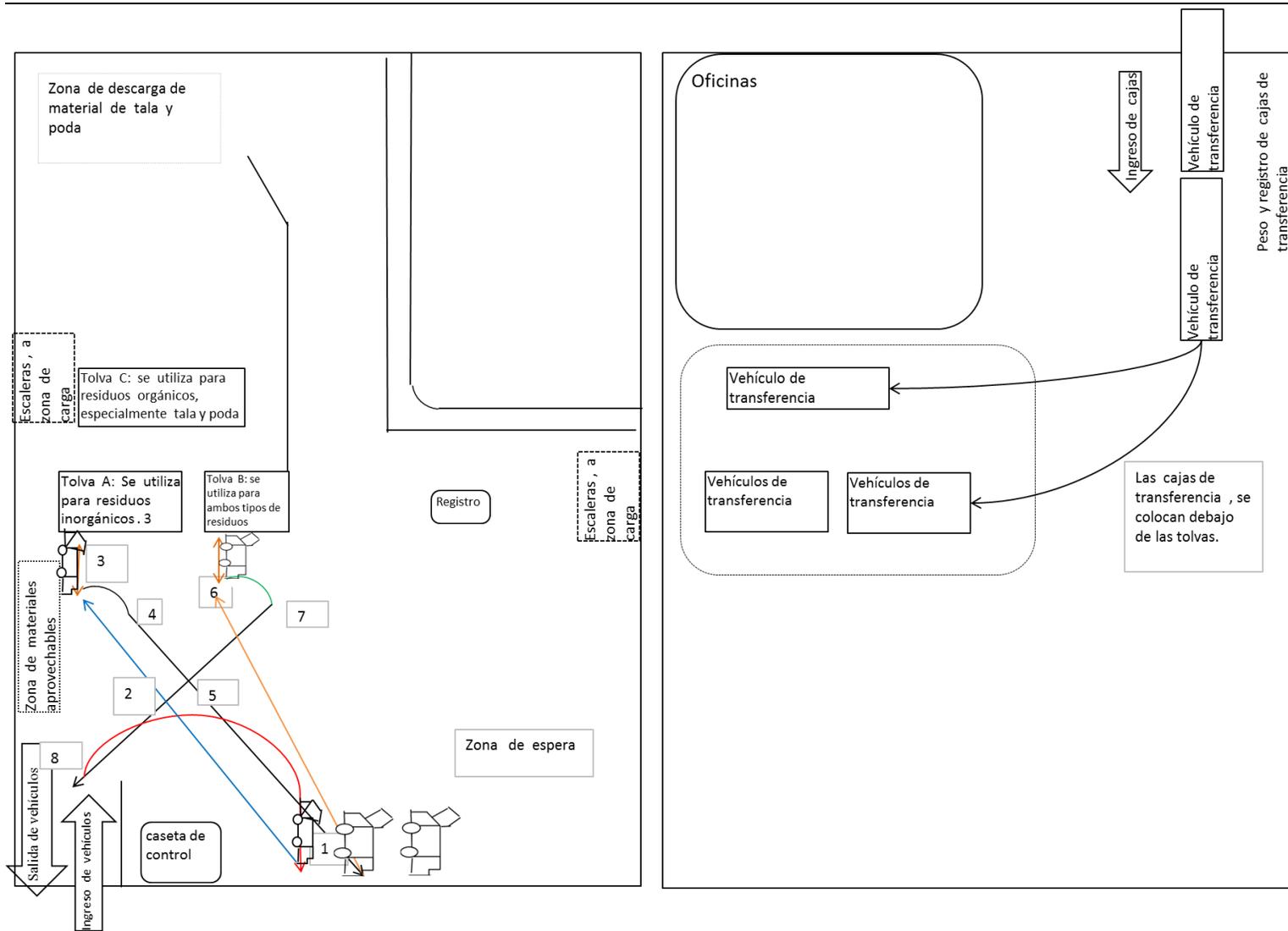


Figura 58: Diagrama de recorrido vehículos de doble descarga y carga trasera (con descarga manual de bultos)

5.-Resultados

En este capítulo mostrare el análisis de tiempos movimientos, así como propuestas de mejora. Para calcular la valoración de cada actividades calcule el promedio ponderado de la las actividades analizadas utilizando los valores 125%, 100%, 75% , 50% y 25%.

5.1. ANÁLISIS DE TIEMPOS MOVIMIENTOS VEHÍCULOS DESCARGA TRASERA.

El siguiente diagrama describo las operaciones que forman el proceso de descarga de los vehículos de descarga trasera. Fueron 50 vehículos de carga trasera los que fueron observados.

El suplemento aplicado a cada operación fue de 11%. $TS = Tn(1 + tolerancias)$

CURSOGRAMA ANALÍTICO ACTUAL											
DIAGRAMA Proceso HOJA			1			RESUMEN					
OBJETO			Vehículo carga trasera			ACTIVIDAD		ACTUAL			
ACTIVIDAD			Descarga de residuos sólidos			OPERACIÓN	○	3			
MÉTODO ACTUAL						TRANSPORTE	⇨	3			
LUGAR			Patio de maniobras Estación de Transferencia Coyoacán			DEMORA	□	1			
OPERARIO			Conductores de vehículos recolectores de delegaciones Coyoacán , Tlalpán y Xochimilco			INSPECCIÓN	□	0			
COMPUESTO POR			Marina Pedro Aburto			ALMACENAMIENTO	▽	0			
FECHA			18-nov-14			DISTANCIA (metros)		14			
						TIEMPO (min-hombre)		00:15:26			
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	valoración	Tiempo Promedio	%Tolerancia	Tiempo estándar	○	⇨	□	▽	OBSERVACIONES
Maniobra de entrada	1	5	96.25%	00:01:08	11%	00:01:14					Los vehículos ingresan al patio de maniobras
Espera	1	0		00:01:52	0%	00:01:52					La demora ocurre cuando no hay cajas disponibles o un vehículo de descarga lateral se encuentra descargando
Bajada de operario y quitar seguro	1	0		00:01:14	11%	00:01:21					Esta operación se realiza después de ingresar al patio de maniobras , retirar el seguro es necesario para realizar la descarga trasera .
Maniobra para posicionarse	1	4	96.25%	00:00:34	11%	00:00:38					Esta operación consiste en que el vehículo se mueva hacia atrás y hacia adelante , y reciba instrucciones para realizar su descarga ,
Descarga mecánica	1	0	90%	00:02:11	11%	00:02:24					Se realiza presionando una palanca que abra la caja y realiza su descarga y trasera
Cambio de tolva	1	0	71.97%	00:01:48	11%	00:01:59					Esta operación se realiza sólo y sólo si el vehículo trae carga de ambos tipos de residuos , separados por bolsas
Descarga manual	1	0	52.25%	00:04:38	11%	00:05:05					Esta descarga sólo se realiza si el vehículo trae bolsas y bultos de basura acomodada y seleccionada.
Maniobra salida	1	5	91.87%	00:00:37	11%	00:00:41					Al terminar la descarga , los vehículos pagan su cuota y salen de la estación
TOTAL		14		00:14:02		00:15:26					Este tiempo representa el tiempo estándar máximo del vehículo ya que este ciclo esta incluyendo la descarga manual y acomodo de bolsas y bultos.

Tabla 33: cursograma analitico actual de vehículos de descarga trasera

En el cursograma propuesto, se realiza el acomodo de bultos en el tiempo de espera y esto reduce el tiempo de descarga manual. El promedio del tiempo total fue 11:01 minutos a este tiempo, al ser el promedio de todas las operaciones observadas el promedio, la valoración asignada fue de 100%. El tiempo estándar de la operación fue de 11:55 minutos.

CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO											
DIAGRAMA Proceso HOJA 1							RESUMEN				
OBJETO: Vehículo carga trasera							ACTIVIDAD		PROPUESTO		
ACTIVIDAD: Descarga de residuos sólidos							OPERACIÓN	○	5		
							TRANSPORTE	⇨	3		
							DEMORA	□	0		
MÉTODO PROPUESTO							INSPECCIÓN	□	0		
LUGAR: Patio de maniobras Estación de Transferencia Coyoacán							ALMACENAMIENTO	▽	0		
OPERARIO: Conductores de vehículos recolectores de delegaciones Coyoacán, Tlalpán y Xochimilco							DISTANCIA (metros)		14		
COMPUESTO POR: Marina Pedro Aburto							TIEMPO (min-hombre)		00:11:55		
FECHA: 18-nov-14											
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia(m)	valoración	Tiempo promedio	% Tolerancias	Tiempo estándar	○	⇨	□	▽	OBSERVACIONES
Maniobra de entrada	1	5	100	00:01:05	11%	00:01:11					Los vehículos ingresan al patio de maniobras
Espera y acomodo de residuos	1	0	100	00:01:58	0%	00:01:58	*				La demora ocurre cuando no hay cajas disponibles o un vehículo de descarga lateral se encuentra descargando. Ya que es un elemento que desea reducirse no se aplican tolerancias
Bajada de operario	1	0	100	00:00:20	11%	00:00:22	*				Esta operación se realiza después de ingresar al patio de maniobras, retirar el seguro es necesario para realizar la descarga trasera.
Quitar seguros	1	4	100	00:00:24	11%	00:00:26	*	*			Esta operación consiste en que el vehículo se mueva hacia atrás y hacia adelante, y reciba instrucciones para realizar su descarga.
Maniobra para posicionarse	1	0	100	00:01:58	11%	00:02:10	*				Se realiza presionando una palanca que abra la caja y realiza su descarga y trasera
Descarga manual	1	0	100	00:01:51	11%	00:02:02	*				Al terminar la descarga, los vehículos pagan su cuota y salen de la estación
Cambio de tolva	1	0	100	00:01:33	11%	00:01:42	*				Esta descarga sólo se realiza si el vehículo trae bolsas y bultos de basura reacomodada y seleccionada.
Descarga mecánica	1	0	100	00:01:18	11%	00:01:26	*				Esta operación se realiza sólo y sólo si el vehículo trae carga de ambos tipos de residuos, separados por bolsas
Maniobra salida	1	5	100	00:00:34	11%	00:00:37					Este tiempo reemplaza el tiempo estándar
TOTAL		14		0:11:01		0:11:55					

Figura 59: Cursograma analítico operaciones de descarga vehículo de carga trasera

Maniobra de entrada

Este proceso no presenta problemas en su operación, como muestra la tabla 33 el 61% de los conductores realizan su maniobra de entrada con una valoración entre 100 y 75 por ciento la mayoría de los conductores tienen experiencia y pueden considerarse conductores calificados.

Valoración	duración mínima	duración máxima	%acumulado	valoración ponderada
125	00:00:40	00:00:53	45.24%	32.74%
100	00:00:54	00:01:00	61.90%	19.05%
75	00:01:01	00:01:07	76.19%	12.5%
50	00:01:08	00:01:13	88.10%	5.95%
25	00:01:14	00:01:21	100.00%	6.55%
				76.79%

Tabla 34: Tabla de tiempo maniobra entrada

Análisis de economía de movimientos en proceso de quitar seguro de caja

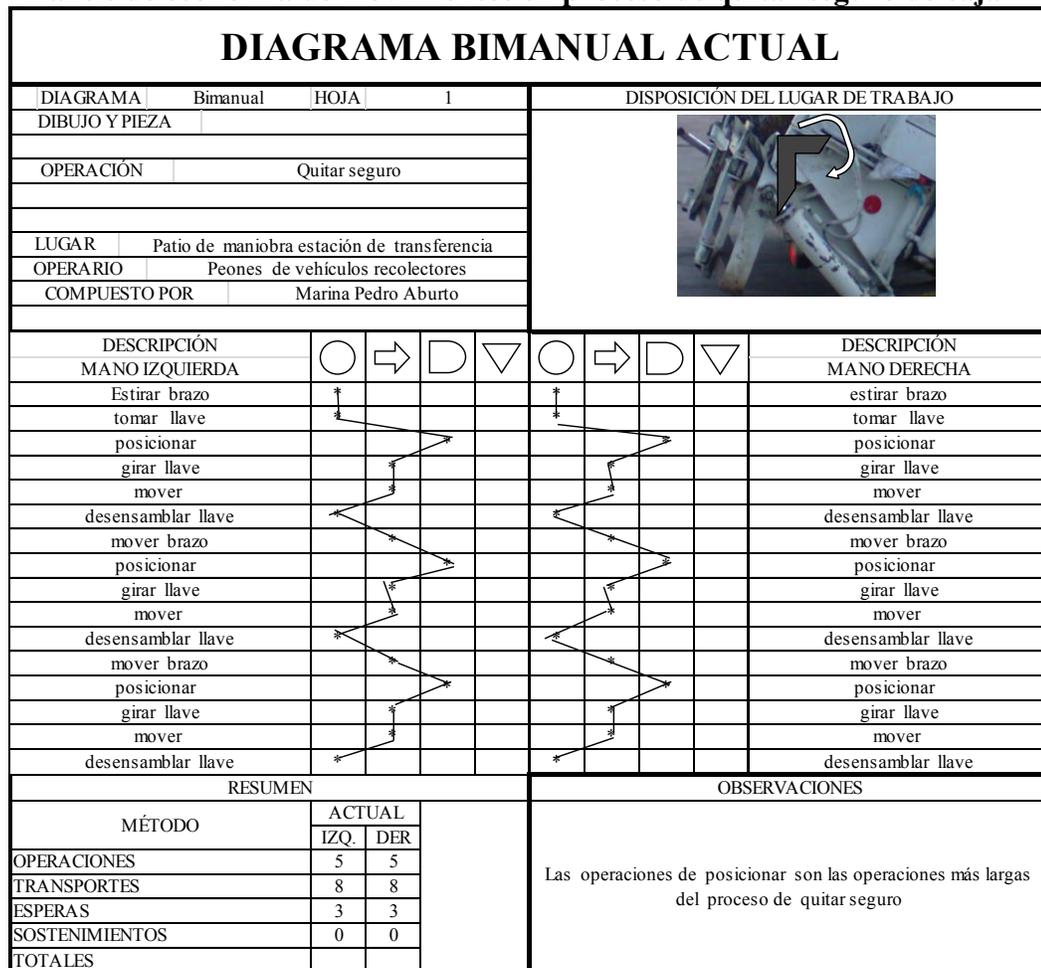


Figura 60: Diagrama bimanual de la operación quitar seguro

Los vehículos de carga trasera cuentan con un seguro en la parte trasera. Este seguro se encuentra en ambos lados de la caja del vehículo, al retirar estos seguros es posible abrir la caja y realizar la descarga .

Para retirar este seguro los trabajadores deben realizar los siguientes movimientos descritos en la tabla 40. En algunos casos los trabajadores retiran los seguros y continúan caminando simultáneamente. Este proceso pocas veces fue realizado con ayuda de herramientas como pericos.

El ciclo se repite 3 veces ya que para retirarlo es necesario realizar 3 revoluciones. Este proceso dura máximo 12 segundos por cada seguro.

En la tabla 34 los tiempos de los movimientos descritos, fueron tomadas de las tablas de movimientos básicos descritas en el capítulo 3. El ciclo presentado en esta tabla representa el ideal del tiempo utilizado para quitar el seguro, este tiempo fue comparado con el tiempo observado en la ET que fue de 12 s

T_e = Tiempo observado promedio = 12 s

T_s = Tiempo normal ideal = 9.21 s

Como mencione anteriormente este proceso suele realizarse con el vehículo en movimiento así que fue necesario aplicarle tolerancia al tiempo normal estándar teórico

T_n = tiempo normal después de aplicar tolerancia = 9.21s (1.1) = 10.23

% = ritmo al que se está realizando la operación

Comparando este tiempo con el real de 12 s con el tiempo teórico se puede calcular que el ritmo de esta operación se realiza a un ritmo de 85.16 %.

$$T_n = T_e(\text{ritmo al que se esta realizando la operación \%})$$

$$\text{Ritmo al que se realiza la actividad} = \frac{T_n}{T_e} \times 100 = \frac{10.22}{12} \times 100 = 85.16\%$$

La reducción del tiempo de esta operación se verá reflejada en las maniobras de entrada y salida.

Descripción del elemento	V	TB
Estirar brazo	100	9.5
Tomar llave	100	11.5
Posicionar	100	54.5
Girar llave	100	69.3
Mover	100	81.3
Desensamblar llave	100	85.3
Mover brazo	100	96.8
Posicionar	100	139.8
Girar llave	100	154.6
Mover	100	166.6
Desensamblar llave	100	170.6
Mover brazo	100	182.1
Posicionar	100	225.1
Girar llave	100	239.9
Mover	100	251.9
Desensamblar llave	100	255.9
Tiempo total en TMU		255.9
Tiempo total en segundos		9.21

Tabla 35: tiempos predeterminados de la operación quitar seguro

Análisis de movimientos realizados en forma manual

La descarga manual se presenta en vehículos de redilas, esos vehículos no cuentan con sistema de descarga mecánica. También se presenta en vehículos de descarga trasera cuando estos traen bolsas grandes de basura orgánica dentro de la carga inorgánica o viceversa. Si la carga de basura dentro de las bolsas es opuesta al resto de la carga que contiene el vehículo, entonces se requerirán movimientos adicionales para cambiar de una tolva a otra. Uno de los problemas con los que se enfrentan los peones que realizan esta descarga es que no todos los vehículos cuentan con escaleras para subir a la caja trasera.

A continuación describiré los movimientos realizados por los peones para realizar la descarga. La duración del ciclo depende del número de bultos que tenga que descargar así como del peso de cada una. La descarga manual de residuos inorgánicos fue la que se presentó con mayor frecuencia

Para este caso el análisis se realizó para la descarga de tres bultos.

Para poder eliminar esta operación dentro del proceso de descarga es necesario la apertura y vaciado del contenido de estos bultos dentro de la caja trasera durante el proceso de recolección.

CURSOGRAMA ANALÍTICO ACTUAL

DIAGRAMA		Proceso	HOJA	1			RESUMEN					
OBJETO		Vehículo carga trasera					ACTIVIDAD					
ACTIVIDAD		Descarga de residuos sólidos					OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO	
MÉTODO ACTUAL							○	⇨	□	□	▽	
LUGAR		Patio de maniobras Estación de Transferencia Coyoacán										
OPERARIO		Conductores de vehículos recolectores de delegaciones Coyoacán, Tlalpán y Xochimilco										
COMPUESTO POR		Marina Pedro Aburto					DISTANCIA (metros)	14				
FECHA		18-nov-14					TIEMPO (min-hombre)	00:15:26				
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	valoración	Tiempo Promedio	%Tolerancia	Tiempo estándar	○	⇨	□	□	▽	OBSERVACIONES
Maniobra de entrada	1	5	96.25%	00:01:08	11%	00:01:14		*				Los vehículos ingresan al patio de maniobras
Espera	1	0		00:01:52	0%	00:01:52						La demora ocurre cuando no hay cajas disponibles o un vehículo de descarga lateral se encuentra descargando
Bajada de operario y quitar seguro	1	0		00:01:14	11%	00:01:21						Esta operación se realiza después de ingresar al patio de maniobras, retirar el seguro es necesario para realizar la descarga trasera.
Maniobra para posicionarse	1	4	96.25%	00:00:34	11%	00:00:38						Esta operación consiste en que el vehículo se mueva hacia atrás y hacia adelante, y reciba instrucciones para realizar su descarga.
Descarga mecánica	1	0	90%	00:02:11	11%	00:02:24						Se realiza presionando una palanca que abra la caja y realiza su descarga y trasera
Cambio de tolva	1	0	71.97%	00:01:48	11%	00:01:59						Esta operación se realiza sólo y sólo si el vehículo trae carga de ambos tipos de residuos, separados por bolsas
Descarga manual	1	0	52.25%	00:04:38	11%	00:05:05						Esta descarga sólo se realiza si el vehículo trae bolsas y bultos de basura acomodada y seleccionada.
Maniobra salida	1	5	91.87%	00:00:37	11%	00:00:41						Al terminar la descarga, los vehículos pagan su cuota y salen de la estación
TOTAL		14		00:14:02		00:15:26						Este tiempo representa el tiempo estándar máximo del vehículo ya que este ciclo esta incluyendo la descarga manual y acomodo de bolsas y bultos

CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO										OPERARIO
DIAGRAMA	Proceso	HOJA								RESUMEN
OBJETO	Bultos de residuos inorgánicos				ACTIVIDAD			Propuesto		
ACTIVIDAD	Descarga de bultos con residuos				OPERACION	TRANSPORTE	DEMORA	17		
MÉTODO-PROPUESTO				INSPECCIÓN			3			
LUGAR	Patio de maniobras Estación de Transferencia Coyoacán				ALMACENAMIENTO			0		
OPERARIO	Peones de vehículos recolectores				DISTANCIA (metros)	TIEMPO (min-hombre)		1.6 m	0:02:05	
COMPUESTO POR	Marina Pedro Aburto									
FECHA	18-nov-14									
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo	Tolerancias	Tiempo Estandar	○	→	□	▽	OBSERVACIONES
Subida a parte superior de la caja	1		00:00:20	11%	00:00:22					Este movimiento lo realizan los operarios que se encargaran de descargar los bultos de forma manual
Agacharse	1		00:00:01	11%	00:00:01					
Inspeccionar	1		00:00:05	11%	00:00:05					Antes de realizar el movimiento de bolsas los trabajadores seleccionan las bolsas que van a mover
Asir bultos	1		00:00:01	11%	00:00:01					El peso de las bolsas levantadas es variable, ya que depende de la composición y densidad de los residuos que contengan
Mover bultos	1	0.5	00:00:02	11%	00:00:02					El movimiento de mover ocurre en dos ocasiones. Al mover las bolsas para descargarlas. Y el segundo movimiento se realiza como parte de la inspección.
Levantarse del agacharse	1		00:00:03	11%	00:00:03					El tiempo básico de esta operación puede encontrarse en la tabla de tiempos predeterminados, más el tiempo que el cuerpo pasa sosteniendo el bulto que toma.
Soltar con fuerza	1		00:00:04	11%	00:00:04					Este movimiento se compone de los movimientos mover, sostener y soltar abriendo los dedos
Dar un paso	1	0.3	00:00:11	11%	00:00:12					
Agacharse	1		00:00:03	11%	00:00:03					
Inspeccionar	1		00:00:05	11%	00:00:05					Este es el movimiento más cansado del proceso, ya que generalmente las bolsas no vienen totalmente ordenadas.
Asir bultos	1		00:00:02	11%	00:00:02					El peso de las bolsas levantadas es variable, ya que depende de la composición y densidad de los residuos que contengan
Levantarse del agacharse	1		00:00:05	11%	00:00:05					El tiempo básico de esta operación puede encontrarse en la tabla de tiempos predeterminados, más el tiempo que el cuerpo pasa sosteniendo el bulto que toma.
Soltar con fuerza	1		00:00:04	11%	00:00:04					Este movimiento se compone de los movimientos mover, sostener y soltar abriendo los dedos.
Agacharse	1		00:00:03	11%	00:00:03					
Asir bultos	1		00:00:02	11%	00:00:02					El peso de las bolsas levantadas es variable, ya que depende de la composición y densidad de los residuos que contengan
Mover bultos	1	0.5	00:00:02	11%	00:00:02					El tiempo básico de esta operación puede encontrarse en la tabla de tiempos predeterminados, más el tiempo que el cuerpo pasa sosteniendo el bulto que toma.
levantarse del agacharse	1		00:00:05	11%	00:00:05					Este movimiento se compone de los movimientos mover, sostener y soltar abriendo los dedos.
soltar con fuerza	1		00:00:04	11%	00:00:04					
Dar un paso	1	0.3	00:00:11	11%	00:00:12					
Agacharse	1		00:00:03	11%	00:00:03					
Inspeccionar	1		00:00:05	11%	00:00:05					Este es el movimiento más cansado del proceso, ya que generalmente las bolsas no vienen totalmente ordenadas.
Asir bultos	1		00:00:02	11%	00:00:02					
Levantarse del agacharse	1		00:00:05	11%	00:00:05					
soltar con fuerza	1		00:00:06	11%	00:00:07					Este movimiento se compone de los movimientos mover, sostener y soltar abriendo los dedos.
Tiempo total		1.6	00:01:54	11%	00:02:05					

Figura 61: Diagrama de proceso propuesto de descarga manual.

A continuación presento un análisis más detallado de los movimientos que componen las operaciones desglosando los movimientos y clasificándolos en Therbling efectivos e inefectivos. Los movimientos improductivos encontrados fueron sostener e inspeccionar. La unidad de medida de estos movimientos es el TMU el cuál equivale a 0.036 segundos, así como un análisis del tiempo inefectivo presente en esta operación que resulto ser de 51.1% ocasionado por sostenimientos, inspecciones y descanso por fatiga. Esta operación representa el principal cuello de botella dentro del proceso de descarga de los vehículos de descarga trasera.

En el caso de las inspecciones estás pueden reducirse realizando el acomodo de bultos durante el tiempo de espera para pasar a realizar la descarga a la tolva.

Descripción	Clase de movimiento	TMU	(s)	min	Tipo de Therbling
Subir a la caja		555.56	20.00		E
Agacharse	BSKOK	29.00	1.04		E
Inspeccionar		52.86	1.96		I
Asir bultos	Asir con traslado	5.60	0.20		E
Sostener		49.96	1.80		I
Mover bultos	Mover 50 cm a un lugar indeterminado	22.86	0.82		E
Sostener		32.70	1.18		I
Levantarse del agacharse	ABASAKOK	31.90	1.15		E
Sostener		106.99	3.85		I
Mover más de 80 cm	Mover 80 cm + soltar	25.70	0.93		E
Sostener		83.41	3.00		E
Soltar	Soltar abriendo los dedos	2.00	0.07		I
Dar un paso	W-P	15.00	0.54		E
Inspeccionar	Inspeccionar	290.56	10.46		I
Agacharse	BSKOK	29.00	1.04		E
Inspeccionar		833.33	30.00		I
Asir bultos	Asir con traslado	5.60	0.20		E
Sostener		49.96	1.80		I
Levantarse del agacharse	ABASAKOK	31.90	1.15		E
Inspeccionar		107.84	3.85		I
Mover más de 80 cm	Mover más de 80 cm	25.70	0.93		E
Mover más de 80 cm	Mover más de 80 cm	25.70	0.93		E
Sostener		58.04	2.07		I
Soltar con fuerza	Soltar abriendo los dedos	2.00	0.07		E
Descanso por fatiga		840.00	30.00		I
Agacharse	BSKOK	29.00	1.04		E
Inspeccionar		54.77	1.96		I
Asir bultos	Asir con traslado	5.60	0.20		E
Sostener		50.36	1.80		I
Mover bultos	Mover más de 80 cm	25.70	0.92		I
Sostener		30.30	1.08		E
Levantarse del agacharse	ABASAKOK	31.90	1.14		E
Inspeccionar	Inspeccionar	108.10	3.86		I
Mover más de 80 cm		25.70	0.92		E
Sostener		84.30	3.01		E
Soltar con fuerza	Con este movimiento se finaliza la descarga de una bolsa	2.00	0.07		E
Tiempo Total		3760.88	134.32	2.24	I
Tiempo Total sostener		546.00	19.50	0.33	14.52%
Tiempo total inspeccionar		535.50	19.13	0.32	14.24%
Tiempo descanso por fatiga		840.00	30.00	0.50	22.34%
Tiempo Efectivo		1839.38	65.69	1.09	100%- 51.1%= 48.91%

Tabla 36: Tabla análisis de movimientos predeterminados, operación descarga manual

La operación fue analizada para un proceso de descarga de 6 bultos , clasificando los movimientos en efectivos e inefectivos .

En el proceso de descarga la operación que más tiempo toma es realizar descansos por fatiga cada que se descargan 2 bultos. Sin embargo esta operación es necesaria dentro del proceso.

Una manera de reducir esta fatiga durante el proceso de descarga estando frente a la tolva es preposicionar los elementos que se descargarán de forma manual , durante el proceso de recolección o incluso podría realizarse este posicionamiento durante el tiempo de espera en el encolamiento al llegar a la estación de transferencia.

Análisis de operación cambio de tolva

Valoración	Duración mínima	duración máxima	% acumulado	Valoración ponderada
125%	00:00:18	00:00:35	26.67%	30%
100%	00:00:36	00:00:53	43.33%	15%
75%	00:00:54	00:01:11	63.33%	14%
50%	00:01:12	00:01:29	73.33%	5%
25%	00:01:30	00:02:07	90.00%	8%
			100.00%	71.97%

Tabla 37: Tiempos operación cambio de tolva

La valoración de esta operación fue del 73.48 %, ya que la operación cambio de tolva implica mayor número de maniobras ya que esta incluye regresar al sitio de espera del patio de maniobras y volver a posicionarse frente a la tolva que se les indique. La duración máxima de esta operación fue de 4:35 minutos ya que hubo vehículos de descarga lateral realizando su descarga durante el cambio de tolva.

Análisis de operación descarga mecánica

valoración	duración minima	duración maxima	acomulado	Valoración ponderada
150.00%	00:01:14	00:01:28	12.82%	7.5
125.00%	00:01:29	00:01:42	38.46%	48%
100.00%	00:01:43	00:01:57	53.85%	15%
75.00%	00:01:58	00:02:12	82.05%	21%
50.00%	00:02:13	00:02:26	87.18%	3%
25.00%	00:02:27	00:02:42	100.00%	3%
				90%

Tabla 38: Tiempos de descarga mecánica

Este tipo de descarga el tipo de problemas que llego a presentar fue con la caja de volteo, ya que llegó a tardar en cerrarse obligando a los operarios a presionar 2 veces el mecanismo de descarga . En la descarga mecánica los peones son los encargados de accionar este mecanismo. Esta operación se encuentra mecanizada por los peones y esto se ve reflejado en la valoración de 90% obtenida.

Análisis operación salida

Valoración	Duración mínima	Duración máxima	%Acumulado	Valoración ponderada
125.00%	00:00:19	00:00:31	32.50%	32.5%
100.00%	00:00:32	00:00:38	72.50%	30%
75.00%	00:00:39	00:00:44	87.50%	11.25%
50.00%	00:00:45	00:00:51	92.50%	16.25%
25.00%	00:00:52	00:00:58	100.00%	1.87%
				91.87%

Tabla 39 tiempos y valoración operación salida

Las maniobras de salida no presentan gran complejidad para el operario ya que solo implican colocar los seguros de la caja trasera, el conductor debe cambiar el ángulo del vehículo para salir de la estación y pagar la cuota. En esta operación no se presentaron tiempos muertos.

5.2. ANÁLISIS DE VEHÍCULOS DESCARGA LATERAL

El diagrama de recorrido propuesto se observa que pueden reducirse distancia de transporte de cambio de tolva , al pasar directamente de la tolva B a la tolva evitando la zona de espera.

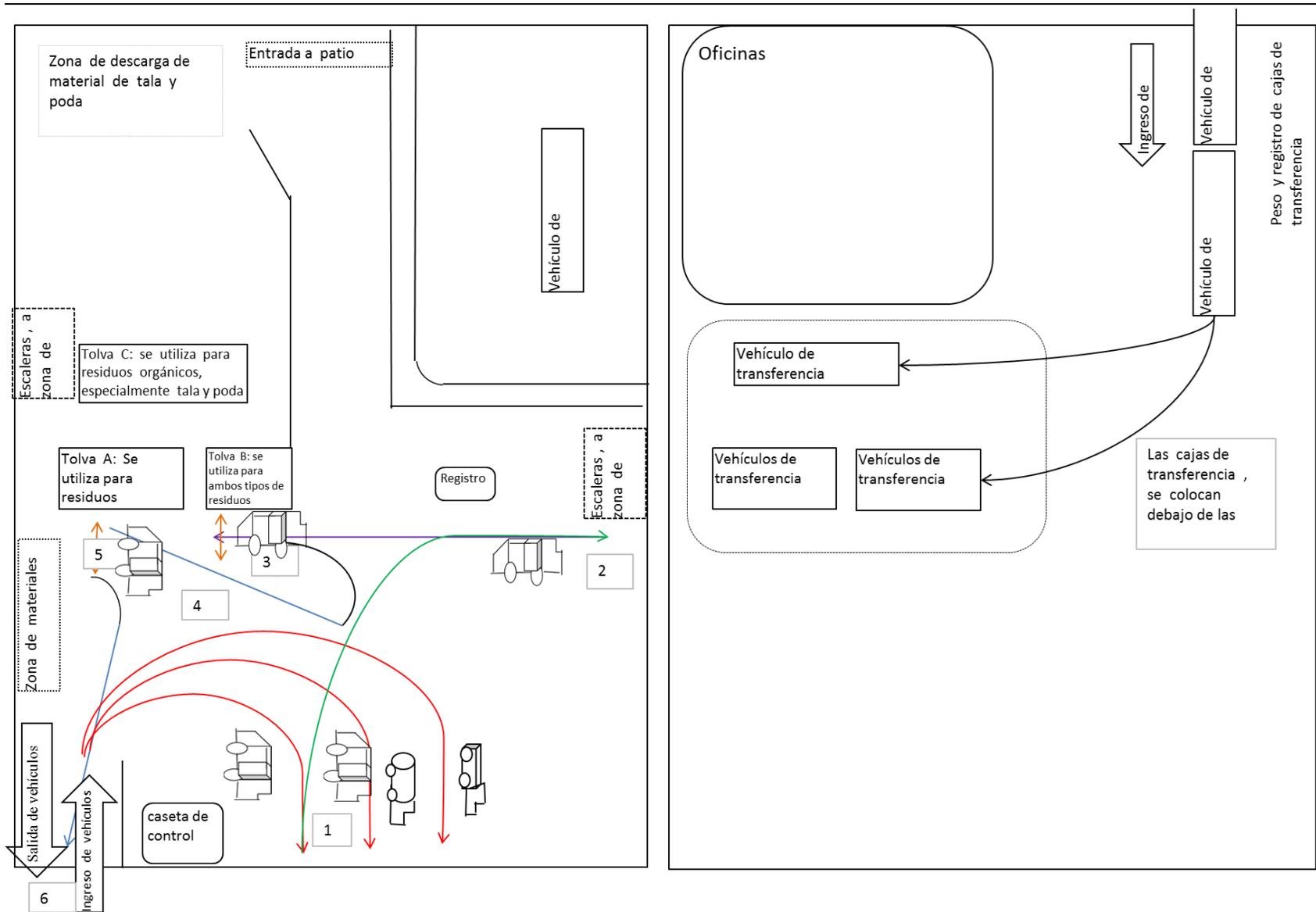


Figura 62: Diagrama de de recorrido propuesto para vehículos de descarga lateral.

Para el análisis de tiempos y movimiento de descarga lateral tome un total de 50 vehículos. Como se observa en el cursograma el tiempo estándar actual de esta operación es de 18: 21 minutos. Y su distancia recorrida es de 25 metros.

La principal mejora del proceso de descarga de estos vehículos consiste en reducir el número de maniobra que se realizan al cambiar de tolva. Este cambio es observable en el diagrama de recorrido propuesto.

CURSOGRAMA ANALÍTICO ACTUAL																			
DIAGRAMA		Proceso					Hoja :1					RESUMEN							
OBJETO		Vehículo carga Lateral					ACTIVIDAD		ACTUAL										
ACTIVIDAD		Descarga de residuos sólidos					OPERACIÓN		○	3									
							TRANSPORTE		⇒	3									
							DEMORA		◻	1									
		MÉTODO ACTUAL					INSPECCIÓN		□	0									
LUGAR		Patio de maniobras Estación de Transferencia Coyoacán					ALMACENAMIENTO		▽	0									
		OPERARIO					DISTANCIA (metros)			25									
		COMPUESTO POR					TIEMPO (min-hombre)			00:18:21									
FECHA		01-nov-14																	
DESCRIPCIÓN	Cantidad		Distancia		Valoración		tiempo promedio		% tolerancias		Tiempo estándar		○	⇒	◻	□	▽		
Maniobra de ingreso	1	5	91.41%			11%	00:01:58												Ingreso al patio de maniobra, en esta operación los conductores reciben indicación de en que tolva realizaran su descarga.
Quitar seguro	1	0	100%			11%	00:00:13												En esta maniobra los ayudantes bajan del vehículo recolector y realizan la maniobra de quitar seguro
Descarga trasera	1	0	100%			11%	00:01:57												El orden de las descargas trasera y lateral varían dependiendo de la disponibilidad de tolva para descarga de residuos orgánicos.
Maniobra cambio de tolva	1	10	89%			11%	00:01:39												Al terminar de realizar la primer descarga de residuos orgánicos u orgánicos , el conductor debe cambiar de tolva para descargar el reste de los residuos
Demora	1	0	no aplica			11%	00:09:10												Esta demora ocurre cuando no se encuentra disponible ninguna caja de transferencia en la cual realizar la descarga .
Descarga lateral	1	0	63%			11%	00:02:15												Esta descarga presenta problemas de operación , al utilizar más de un lugar en la tolva para realizar la descarga
Maniobra salida	1	10	54.80%			11%	00:01:09												La duración de esta maniobra varía dependiendo de la tolva en que se haya realizado la última descarga
Total		25					0:16:41												00:18:21

Tabla 40: Cursograma analítico actual de vehículos de descarga lateral

Es observable que el proceso de descarga se ve afectado por el tiempo de espera que ocurre entre la descarga trasera y el cambio de tolva, esta espera ocurre porque se le da prioridad a los vehículos de descarga trasera para que descargue sus residuos antes de que los vehículos de descarga lateral realicen su descarga lateral ya que en esta actividad los vehículos utilizan 2 lugares de la tolva.

CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO											
DIAGRAMA	Proceso	Hoja :1					RESUMEN				
OBJETO	Vehículo carga Lateral					ACTIVIDAD	Propuesto				
Operarios: conductor y peones de vehículos recolectores						OPERACIÓN	○	3			
ACTIVIDAD	Descarga de residuos sólidos					TRANSPORTE	⇒	3			
CURSOGRAMA PROPUESTO						DEMORA	⊖	0			
LUGAR	Patio de maniobras Estación de Transferencia Covoacán					INSPECCIÓN	□	0			
COMPUESTO POR: Marina Pedro Aburto						ALMACENAMIENTO	▽	0			
FECHA 01-nov-14						DISTANCIA (metros)					
						TIEMPO (min-hombre)		00:07:42			
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Distancia	Valoración	Tiempo promedio	% tolerancia	Tiempo estándar	○	⇒	⊖	□	▽
Maniobra de ingreso	1	5	100	00:01:38	11%	00:01:48					
Quitar 2 seguro	1	0	100	00:00:24	11%	00:00:26	*				
Descarga trasera	1	0	100	00:01:46	11%	00:01:57	*				
Maniobra cambio de tolva	1	7	100	00:01:20	11%	00:01:28					
Descarga lateral	1	0	100	00:01:18	11%	00:01:26	*				
Maniobra salida	1	7	100	00:00:34	11%	00:00:37					*
Total		19	100	0:07:00	11%	00:07:42					

Figura 63: Cursograma analítico propuesto de vehículos descarga lateral

El tiempo promedio de estos vehículo fue de 7:00 minutos ,y el tiempo estándar al aplicar un suplemento de 11% de 7:42 minutos.

Maniobra de entrada y posicionarse

Esta maniobra no representa problemática una vez que el conductor recibió instrucciones de que puede pasar a realizar su descarga lateral. Como puede observarse la valoración de más de la mitad de los conductores realizaron esta operación es de 125 y 100%. El 42.25% sobrante realiza pasar para quitar el seguro de la caja de descarga trasera.

Valoración	duración mínima	duración máxima	acumulado	Valoración ponderada
125.00%	00:00:20	00:00:48	21.88%	27%
100.00%	00:00:49	00:01:17	68.75%	47%
75.00%	00:01:18	00:01:46	84.38%	12%
50.00%	00:01:47	00:02:15	90.63%	3%
25.00%	00:02:16	00:02:45	100.00%	2%
				91.41%

Tabla 41: Tiempos maniobra de entrada de vehículos de descarga lateral

Descarga lateral

La realizar la operación de descarga lateral de residuos orgánicos también se realiza la descarga de lixiviados, la duración de la descarga lateral varía en duración, el análisis de los datos registrados muestra que la este proceso puede durar mínimo 14 segundos y 2:03 como máximo. Considerando que uno de los propósitos de la estación de transferencia es reducir costos de transporte, los tiempos muy cortos de descarga indican que se no se está aprovechando al máximo la capacidad de los vehículos recolectores. Estos tiempos fueron registrados los días correspondientes a recolección de residuos orgánicos.

La descarga lateral también es controlada por los peones que retiran los seguro de la caja trasera, este presiona una palanca que activa el mecanismo. Y el compartimiento recolector de lixiviados.

valoración	duración mínima	duración máxima	acomulado	Valoración ponderada
125.00%	00:00:14	00:00:35	7.89%	0.09868421
100.00%	00:00:36	00:00:56	34.21%	0.26315789
75.00%	00:00:57	00:01:18	50.00%	0.11842105
50.00%	00:01:19	00:01:40	73.68%	0.11842105
25.00%	00:01:41	00:02:03	86.84%	0.03289474
			100.00%	63.16%

Tabla 42: Tabla de tiempos de descaga lateral

Maniobra cambio de tolva

El 34 por ciento de los vehículos observados realizo el cambio de tolva, sin demoras, no tuvieron que esperar a que se desocupará la tolva, es importante mencionar que esta maniobra involucra un elevado número de maniobras ya que es necesario girar 90° el vehículo recolector, regresar a la zona de espera y esperar la indicación para pasar a realizar la descarga trasera.

valoración	duración mínima	duración máxima	acomulado	Valoración ponderada
125.00%	00:00:12	00:01:12	44.74%	32.89%
100.00%	00:01:13	00:02:13	86.84%	28.94%
75.00%	00:02:14	00:03:14	94.74%	15.78
50.00%	00:03:15	00:04:15	97.37%	10.52
25.00%	00:04:16	00:05:17	100.00%	0.65%
			100.00%	89%

Tabla 43: Tiempo de cambio de tolva de vehículo descarga lateral

Descarga trasera

El ritmo de esta operación se encontró por encima de tiempo promedio, esta descarga tiene una duración mayor que la descarga lateral. Estos vehículos son los más nuevos del parque vehicular y por lo tanto no presentaron problemas para abrir y cerrar la caja trasera.

valoración	duración mínima	duración máxima	acumulado	Valoración ponderada
125.00%	00:00:34	00:01:38	51.35%	49.34
100.00%	00:01:39	00:02:43	75.68%	23.68
75.00%	00:02:44	00:03:48	91.89%	11.84
50.00%	00:03:49	00:04:53	94.59%	3.94%
25.00%	00:04:54	00:12:30	100.00%	2.63
				101%

Tabla 44: Tiempos de descarga trasera de vehículos de descarga lateral

Maniobra salida

Los valores observados para la maniobra de salida mostraron variabilidad, la mitad de los datos registrados sobre el ritmo promedio corresponden a maniobras de salida realizadas por conductores con mayor experiencia. Antes de salir de la estación deben colocarse los seguros de la caja trasera y cerrar el compartimento de recolección de lixiviados. Lo que ocasiona dificultad a esta operación es tener que girar al vehículo recolector para poder salir del patio de maniobras.

valoración	duración mínima	duración máxima	acumulado	Valoración ponderada
125.00%	00:00:12	00:00:21	5%	4.8%
100.00%	00:00:22	00:00:30	27%	19.23%
75.00%	00:00:31	00:00:40	55%	17.30%
50.00%	00:00:41	00:00:49	73%	7.69
25.00%	00:00:50	00:01:00	100%	5.7%
				54.80%

Tabla 45: Tiempos de maniobra de salida de vehículo de descarga lateral

5.3. ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS VEHÍCULOS DOBLE DESCARGA

CURSOGRAMA ANALÍTICO ACTUAL											
DIAGRAMA	Proceso	HOJA	1				RESUMEN				
OBJETO	Vehículo doble descarga						ACTIVIDAD			ACTUAL	
ACTIVIDAD	Descarga de residuos sólidos						OPERACION	○	4		
MÉTODO ACTUAL							TRANSPORTE	⇒	3		
LUGAR	Patio de maniobras Estación de Transferencia Coyoacán						DEMORA	□	0		
OPERARIO							INSPECCION	□	0		
COMPUESTO POR	Marina Pedro Aburto						ALMACENAMIENTO	▽	0		
FECHA	01-nov-14						DISTANCIA (metros)	13	13		
							TIEMPO (min-hombre)	00:10:43	00:10:43		
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	Doble desccarag	Tiempo promedio	% Tolerancia	Tiempo estándar	○	⇒	□	▽	OBSERVACIONES
Maniobra de entrada	1	5	75%	00:01:23	11%	00:01:31					La operación de entrada al patio de maniobras se realiza inmediatamente después que se les indica a los conductores en que tolva se posicionaran
Descarga de residuos inorgánicos	1	0	73.44%	00:03:57	11%	00:04:21					Se realiza la descarga de residuos orgánicos . El orden de las descargas de residuos orgánicos e inorgánicos puede variar dependiendo de la disponibilidad de cajas.
Maniobra para cambiarse de tolva	1	0	72.06%	00:01:51	11%	00:02:02					Consiste en retirarse del espacio frente a la tolva destinado para realizar la descarga y colocarse frente a la siguiente tolva
Descarga de residuos orgánicos	1	3	92.65%	00:01:33	11%	00:01:42					Se realiza la descarga de residuos, el trabajador que realiza la descarga , la realiza auxiliado del coordinador de maniobras y siguen las indicaciones de los enlonadores
Poner seguro 1	1	0		00:00:12	11%	00:00:13					Se pone el seguro a la caja de desccarag
Poner seguro 1	1	0		00:00:12	11%	00:00:13					Se repite la operación , en la segunda caja
Maniobra de salida	1	5	88.89%	00:00:37	11%	00:00:41					El vehículo recolector se dirige a la salida y paga su cuota.
Tiempo Total		13		00:09:45		00:10:43					

Tabla 46: cursograma analítico actual de vehículo de doble descarga

Es observable que las actividades que realiza el vehículo de doble descarga son similares a las realizadas por el vehículo de descarga trasera, con la diferencia de tener 4 seguros de caja y no realizar descarga manual.

Para el análisis de tiempos y movimientos registre 45 vehículos de doble descarga. El tiempo promedio de estos vehículos fue de 9:45 minutos y aplicándoles suplementos del 11%. Resulto un tiempo estándar de 10:43 minutos. Dentro de este proceso la descarga de residuos inorgánicos fue la operación más larga. Como puede observarse en el cursograma propuesto la reducción de tiempos de operación puede lograrse mediante la capacitación de los conductores de los vehículos para que puedan realizar sus maniobras con mayor rapidez. Si todos los vehículos realizaran su descarga a un ritmo de 100 % el tiempo del ciclo se reduciría a 8:51 minutos.

CURSOGRAMA ANALÍTICO PROPUESTO											
DIAGRAMA	Proceso	HOJA	1								
OBJETO	Vehículo doble descarga										
ACTIVIDAD	Descarga de residuos sólidos										
MÉTODO ACTUAL											
LUGAR	Patio de maniobras Estación de Transferencia Coyoacán							ALMACENAMIENTO	○	7	
OPERARIO	Conductores y peones de vehículos de doble descarga							DISTANCIA (metros)	⇒	3	
COMPUESTO POR	Marina Pedro Aburto							DEMORA	□	0	
FECHA	01-nov-14							INSPECCIÓN	□	0	
								TIEMPO (min-hombre)	▽	0	
									▽	13	
										00:08:51	
DESCRIPCION	Cantidad	Distancia	valoración	Tiempo promedio	% Tolerancias	Tiempo estándar	○	⇒	□	▽	OBSERVACIONES
Maniobra de entrada	1	5		00:01:02	11%	00:01:08					La operación de entrada al patio de maniobras se realiza inmediatamente despues que se les indica a los conductores en que tova se posicionaran
Descarga de residuos inorgánicos	1	0		00:02:54	11%	00:03:11					Se realiza la descarga de residuos orgánicos . El orden de las decargas de residuos orgánicos e inorgánicos puede variar dependiendo de la disponibilidad de cajas.
Maniobra para cambiarse de tova	1	0		00:01:20	11%	00:01:28					Consiste en retirarse del espacio frente a la tova destinado para realizar la descarga y colocarse frente a la siguiente tova
Descarga de residuos orgánicos	1	3		00:01:26	11%	00:01:35					Se realiza la descarga de residuos, el trabajador que realiza la descarga , realiza auxiliado del coordinador de maniobras y siguen las indicaciones de los enlonadores
Poner seguro 1 y 2	1	0		00:00:24	11%	00:00:26					Se pone el seguro a la caja de descarag
Poner seguro 3 y 4	1	0		00:00:24		00:00:26					Se repite la operación , en la segunda caja
Maniobra de salida	1	5		00:00:33	11%	00:00:36					El vehículo recolector se dirige a la salida y paga su cuota.
Tiempo Total	1	13		0:08:03		00:08:51					

Figura 64: Cursograma analítico de vehículo de doble descarga

Maniobra de entrada

valoración	duración mínima	duración máxima	% acumulado	Valoración ponderada
125.00%	00:00:23	00:00:37	7.69%	10%
100.00%	00:00:38	00:00:52	30.77%	23%
75.00%	00:00:53	00:01:07	76.92%	35%
50.00%	00:01:08	00:01:22	84.62%	4%
25.00%	00:01:23	00:01:38	100.00%	4%
				75%

Tabla 47 : Maniobra de entrada vehículo de doble descarga

La valoración asignada para las maniobras de entrada y posicionarse frente a las tolvas fue de 75% ya que la distancia que se recorre para realizar esta descarga varía dependiendo de la tolva a la que se pase primero (tolva A o B).

Descarga de residuos inorgánicos

Valoración	Duración mínima	Duración máxima	acumulado	Valoración ponderada
125.00%	00:00:23	00:00:37	7.69%	10%
100.00%	00:00:38	00:00:52	30.77%	23%
75.00%	00:00:53	00:01:07	76.92%	35%
50.00%	00:01:08	00:01:22	84.62%	4%
25.00%	00:01:23	00:01:38	100.00%	4%
				75%

Tabla 48: Tiempos de descarga de residuos inorgánicos de vehículos de doble descarga

Esta operación presenta variaciones en su ritmo de trabajo, debido a que la duración de la descarga trasera depende de la cantidad de residuos descargados, las principales demoras observadas en esta operación ocurrieron debido a que los residuos orgánicos se adhieren a la caja del vehículo. Y la descarga requiere de ayuda de un segundo operario para completar la descarga.

Cambio de tolva

valoración	duración mínima	duración máxima	acumulado	Valoración ponderada
125.00%	00:00:40	00:00:54	5.56%	0.078125
100.00%	00:00:55	00:01:09	22.22%	0.1875
75.00%	00:01:10	00:01:25	55.56%	0.28125
50.00%	00:01:26	00:01:40	77.78%	0.125
25.00%	00:01:41	00:01:56	88.89%	0.0625
			100.00%	73.44%

Tabla 49: Tiempos de cambio de tolva de vehículos de doble descarga

Al realizar el cambio de tolva los vehículos de doble descarga se posicionan en la zona de espera para que se les indique en que momento pasar a realizar su segunda descarga.

Descarga de residuos orgánicos

valoración	duración mínima	duración máxima	acomulado	Valoración ponderada
125.00%	00:00:19	00:00:42	17.65%	22%
100.00%	00:00:43	00:01:05	35.29%	18%
75.00%	00:01:06	00:01:29	52.94%	13%
50.00%	00:01:30	00:01:52	82.35%	15%
25.00%	00:01:53	00:02:17	100.00%	4%
			100.00%	72.06%

Tabla 50: Tiempos de descarga de residuos orgánicos de vehículos de doble descarga

La eficiencia de la descarga de los vehículos de doble descarga se ve afectada por la falta de mantenimiento de las cajas, ya que en la mayoría de los vehículos estas tardaban en abrirse y cerrarse.

Una vez que se realiza la descarga de residuos los operadores deben realizar limpieza de la caja utilizando una escoba sin embargo muy pocos vehículos reciben esta limpieza.

Maniobra salida

125.00%	00:00:49	00:01:59	11.76%	15%
100.00%	00:02:00	00:03:11	70.59%	59%
75.00%	00:03:12	00:04:22	94.12%	18%
50.00%	00:04:23	00:05:33	94.12%	0%
25.00%	00:05:34	00:06:45	100.00%	1%
			100.00%	92.65%

Tabla 51: Tiempos de maniobra de salida de vehículos de doble descarga

Para el caso de los vehículos de doble descarga las maniobras de salida no representan dificultad. Sólo involucran poner los seguros de las cajas de descarga y la subida de los peones al vehículo recolector.

Demoras

La demora es un elemento indeseable en el proceso de descarga, estas demoras fueron visibles ya que los vehículos realizaban pausas en sus maniobras llegando incluso a apagar los motores de los vehículos.

5.4. TABLA RESUMEN

TIPO DE VEHÍCULO	CURSOGRAMAS ACTUALES					CURSOGRAMAS PROPUESTOS				
	VEHICULO CARGA TRASERA				DESCARGA MANUAL	VEHICULO CARGA LATERAL	VEHÍCULO DOBLE DESCARGA	VEHICULO DESCARGA TRASERA	VEHICULO DESCARGA LATERAL	VEHICULO DOBLE DESCARGA
	CICLO DE DESCARGA	QUITAR SEGURO		17						
ACTIVIDAD		IZQ.	DER							
○ OPERACIÓN	3	5	5	3	3	4	5	3	7	
⇨ TRANSPORTE	3	8	8	0	3	3	3	3	3	
D DEMORA	1	3	3	3	1	0	0	0	0	
□ INSPECCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
▽ ALMACENAMIENTO	0				0	0	0	0	0	
DISTANCIA (metros)	14			1.6	25	13	14	19	13	
TIEMPO (min-hombre)	00:15:26	00:00:12	00:00:12	00:02:05	17:21:00	00:10:43	00:11:55	00:07:42	00:08:51	

Tabla 52: Resumen de actividades

En la tabla resumen se incluyen el número de operaciones realizadas en el proceso de descarga y en el último renglón los tiempos totales de cada ciclo.

Como puede observarse en la tabla resumen el vehículo que requiere mayor tiempo para realizar su descarga es el vehículo de descarga lateral al tener un tiempo actual estándar de 18:00 min ya que dentro del proceso actual existe una demora de 8:21 minutos antes de realizar su cambio de tolva. Por ello es importante eliminar este tiempo de espera realizando este cambio de tolva sin pasar a la zona de espera dentro del patio de maniobras sido dirigirse directamente de la tolva B a la tova A. Con este cambio también se reduce la distancia que recorre el vehículo recolector.

En el caso de los vehículos de carga trasera se propone aprovechar el tiempo de espera para realizar acomodo de bultos que se descargar de forma manual.

Para los vehículos de doble descarga la reducción de tiempo de descarga se podría reducir capacitando a los conductores para que realicen sus maniobras con mayor agilidad. También es posible observar que los vehículo de doble descarga son los que tienen el menor tiempo total de descarga al no tener que realizar descarga manual de bultos. Si ambas cajas traen el mismo tipo de residuos (orgánicos e inorgánicos) no es necesario realizar el cambio de tolva evitando de esta manera un transporte dentro del proceso.

Además estos vehículos utilizan sólo un lugar de la tolva en la que realizan su descarga. Otra ventaja de los vehículos de doble descarga es que facilitan la recolección separada.

6. Conclusiones

A continuación enumero las principales conclusiones correspondientes al Estudio de Tiempos y movimientos caso de estudio Estación de Transferencia de Residuos Sólidos Urbanos de Coyoacán .

1. El estudio de tiempos movimientos realizado nos permitió identificar las principales ventajas y desventajas de los diferentes tipo de vehículos recolectores al realizar su proceso de descarga .
2. De los 4 métodos de calificación presentados en este trabajo el método de valoración por ritmo de trabajo fue el más adecuado para realizar el análisis de estudio de tiempos y movimientos.
3. En el caso de los vehículos de carga trasera las demoras ocurridas en la operación de descarga son causadas por la necesidad de acomodar residuos y descargarlos manualmente.
4. Tanto los vehículos de descarga lateral como los de doble realizan cambio de tolva para realizar su segunda descarga , sin embargo los vehículos de descarga lateral presentan mayor dificultad para salir del área de la tolva. El diseño de los vehículos de carga lateral no es compatible con la distribución de tolvas de la estación de transferencia al no permitir que un vehículo adicional realice su descarga.
5. Las descargas observadas en la tolva C , presentaron tiempos de maniobras más largos ya que se requiere un mayor número de maniobras para posicionarse frente a la tolva.
6. Después de las 6 pm , se observó encolamiento para realizar descarga en la tolva C, debido a que después de esta hora fue la única tolva disponible para descargar residuos orgánicos . En este mismo horario las tolvas A y B presentaron poca actividad.
7. Los conductores con mayor experiencia realizan la maniobra de posicionarse frente a la tolva con una menor cantidad de movimientos. Estos conductores presentaron los ritmos más cercanos al tiempo promedio.
8. Los vehículos de descarga lateral y descarga doble llegan a presentar interrupciones en su ciclo al necesitar cambiar de tolva , para poder descargar su segundo tipo de residuos . Al realizar este cambio de tolva pueden no haber cajas disponibles para realizar la segunda descarga . Al llegar cajas vacías a la estación los vehículos que no terminaron de realizar su descarga provocan encolamientos al continuar su descarga.

-
9. Los vehículos descarga lateral, son los vehículos que ocasionan tiempos de espera, aun cuando existen cajas de transferencia disponibles.
 10. Los tiempos de descarga manual observado en vehículos de carga trasera podrían reducirse realizando el acomodo de bolsas durante el tiempo de encolamiento ocurrido antes del ingreso a la estación.
 11. Los vehículos más adecuados para la recolección separada son el vehículo de doble descarga.
 12. La limpieza de las cajas de los vehículos recolectores realizada por los peones del vehículo recolector al finalizar la descarga es un elemento variable, esta operación depende del tipo de residuos que hayan sido descargados.
 13. El supervisor del patio de maniobras esta consiente de que los vehículos de redilas son los vehículos que pueden tardar hasta 20 min en realizar su descarga , así que les indica acomodarse dentro del patio de maniobras mientras se termina la fila.
 14. Los barrenderos son coordinados por los coordinadores de maniobras y enlonadores. La limpieza del área de tolvas se realiza constantemente , se realiza cada que hay cambio de caja de transferencia y cuando se termina la fila de descarga . Esta coordinación permite evitar tiempo de espera adicional a los vehículos recolectores.

Mis principales observaciones y recomendaciones son las siguientes:

1. La seguridad en la estación de transferencia podría incrementarse colocando barandales en las escaleras y dibujando límites en la zona de descarga frente a las tolvas , estas líneas indicarían que los peones del camión recolector no deben rebasar porque podrían caer dentro del tracto camión. Es recomendable ser más estrictos con el equipo de seguridad , especialmente exigir el uso de lentes de protección por la cantidad de polvos emitidos durante la descarga ya que la falta de mantenimiento a los aspersores de polvo provoca que las condiciones de trabajo dentro del patio de maniobras y zona de descarga sean complicadas.
2. Para mejorar la operación de maniobras una manera de reducir movimientos propongo colocarse un instructivo de movimientos básicos en la entrada de la zona de descarga. Dentro del instructivo deberán contemplarse el caso de que dentro de la estación se encuentren hasta 6 vehículos en el patio de maniobras. Este instructivo facilitaría la capacitación de los conductores de los vehículos así como al personal del patio de maniobras.
3. El traer bolsas y bultos de residuos que cargan los vehículos de carga trasera es una respuesta ante la generación diaria de residuos orgánicos e inorgánicos. Así como la flexibilidad de horario para descargar la totalidad de residuos en la estación de transferencia.

-
4. El servicio de la estación de transferencia está directamente relacionada con la disponibilidad de cajas , ya que algunos vehículos recolectores instantes después de salir de la estación recibieron la indicación de regresarse después de la llegada de cajas de transferencia o después de realizar una inspección de la caja y saber que aún tiene capacidad para recibir residuos.

Área de oportunidad dentro del sistema de recolección

1. Realizar un segundo estudio de tiempos y movimientos de las operaciones de recolección de residuos con el propósito de crear una adecuada distribución y coordinación de los vehículos recolectores mencionados en este documento.
2. Realizar un calendario de mantenimiento preventivo a los controles de polvo de todas las estaciones de transferencia del DF.
3. Utilizar las herramientas de ingeniería industrial para la localización de nuevas plantas de selección cerca de las estaciones de transferencia.
4. Utilizar las herramientas de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de selección de materiales aprovechables dentro de las plantas de selección.
5. Crear un plan de recolección de lixiviados en las estaciones de transferencia para su aprovechamiento.
6. Analizar la posibilidad de implementar el sistema de descarga indirecta en la estaciones de transferencia del DF.

Anexos: Tablas registro de tiempos

C= cronometraje

TR= tiempo restado

CT= carga trasera, DD doble descarga, CL carga lateral, CV volteo, R=Redilas

T= Tlalpan, X = Xochimilco, C= Coyoacán

Estudio de tiempos: Formato tiempo Estándar							
Departamento: Patio de maniobras de la estación de transferencia Coyoacán				Plano: figuras 80, 81, 82			
Estudio de métodos núm.: 1		Observado por :Marina Pedro Aburto		Hoja núm.: 1			
Operación :Descarga de vehículos				Término		17:00	
Fecha : 29 /oct/ 2014				Comienzo		13:00	
Instalación /máquina :Vehículos Recolectores				Tiempo total		4:00 hrs	
Vehículo	Descripción del elemento	C	TR	Vehículo	Descripción del elemento	C	TR
CCT	2° Descarga	00:01:42	00:01:42	XDT	Maniobra	00:00:56	00:00:56
	Salida	00:02:02	00:00:21		Descarga	00:03:38	00:02:42
CCT	Maniobra entrada	00:00:27	00:00:27		Maniobra	00:04:33	00:00:55
	Espera	00:03:27	00:02:59	CCT	Maniobra	00:01:08	00:01:08
	Maniobra	00:03:50	00:00:23		Quitar seguro	00:01:23	00:00:15
	Descarga TA	00:06:20	00:02:30		Maniobra	00:01:55	00:01:55
	Cambio de caja de transferencia	00:08:00	00:01:40		Descarga	00:04:35	00:02:41
	maniobra TB	00:08:39	00:00:39		Maniobra	00:05:27	00:05:27
	Descarga TB	00:10:35	00:01:56		Descarga	00:08:14	00:02:47
	Maniobra salida	00:11:32	00:00:57		Salida	00:08:38	00:00:24
XDD	Quitar seguro			CDT	Maniobra	00:03:39	00:01:04
	descarga 1	00:01:30	00:01:30		descarga	00:05:13	00:01:34
	cambio de tolva	00:02:04	00:00:34		Salida	00:06:27	00:01:14
	descarga 2	00:04:47	00:02:43	TCT		00:01:36	00:01:36
	Salida	00:05:55	00:01:08		Maniobra y espera	00:04:22	00:02:46
XDD	maniobra	00:01:03	00:01:03		cambio de tolva	00:06:36	00:02:14
	descarga TA	00:03:44	00:02:41		descarga	00:12:30	00:05:54
	maniobra	00:04:55	00:01:11		salida	00:12:50	00:00:20
	descarga 2	00:06:01	00:01:06	CL	Ingreso	00:00:18	00:00:18
	poner seguro 1	00:06:19	00:00:18		Espera	00:01:15	00:00:57
	poner seguro 2	00:06:32	00:00:13		Maniobra descarga L	00:01:56	00:00:41
	Maniobra salida	00:07:11	00:00:39		Descarga L	00:02:17	00:01:45
	Maniobra y espera	00:03:44	00:03:44		Maniobra cambio de tolva	00:04:02	00:01:45
CCL	acomodo	00:04:33	00:00:49		descarga CT	00:06:28	00:02:26
	Descarga L	00:05:04	00:00:31		manobra salida	00:06:48	00:00:20

	maniobra	00:06:08	00:01:04	CCT	maniobra ingreso	00:01:40	00:01:40
	descarga TA	00:22:56	00:16:47		Descarga TA	00:03:09	00:01:29
	Salida	00:23:12	00:00:16		Salida	00:03:35	00:00:25
CL	Maniobra después de espera	00:00:01	00:00:01	XV	Ingreso	00:01:03	00:01:03
	descarga TA	00:02:26	00:02:25		Descarga	00:05:14	00:04:11
	Salida	00:02:58	00:00:32		Salida	00:05:35	00:00:21
CL	Maniobra	00:00:26	00:00:26	CL	Cambio de tolva	00:01:40	00:01:40
	quitar seguro	00:00:52	00:00:26		Espera	00:11:55	00:10:15
	maniobra	00:01:45	00:00:53		Descarga TA	00:14:08	00:02:13
	Descarga trasera	00:03:55	00:02:10		Salida	00:14:22	00:00:14
	maniobra	00:05:05	00:01:10	CL	Descarga	00:04:01	00:04:01
	Descarga lateral	00:07:30	00:02:25	V	Descarga por volteo	00:01:09	00:01:09
	salida	00:09:13	00:01:43	CT	maniobra	00:01:15	00:01:15
CL	maniobra acomodo				descarga	00:02:03	00:00:48
	Quitar seguro	00:00:21	00:00:21		descarga	00:02:50	00:00:47
	maniobra	00:01:30	00:01:09		salida	00:03:15	00:00:25
	Descarga lateral	00:02:48	00:01:18	TCT	maniobra	00:02:46	00:02:46
	limpieza	00:03:42	00:00:54		descarga	00:05:51	00:03:05
	espera	00:04:40	00:00:58		salida	00:06:02	00:00:11
	maniobra	00:05:10	00:00:30	CT	Ingreso	00:00:28	00:00:28
	descarga	00:08:22	00:03:12		Ingreso	00:01:11	00:00:43
	salida	00:08:45	00:00:23		Espera	00:02:19	00:01:08
CCT	maniobra entrada	00:03:41	00:03:41		maniobra	00:02:47	00:00:28
	espera	00:05:13	00:01:32		descarga	00:03:44	00:00:57
	maniobra	00:05:36	00:00:23		maniobra	00:05:36	00:01:52
	descarga	00:06:26	00:00:50		descarga	00:09:21	00:03:45
	maniobra y quitar seguro	00:07:04	00:00:38		salida	00:09:35	00:00:15
	Espera	00:07:21	00:00:17	CT	Descarga	10:39.7	00:59.4
	maniobra	00:08:22	00:01:01			11:39.0	
	descarga	00:09:48	00:01:26	CCT	Ingreso	03:21.1	03:21.1
	maniobra salida	00:10:43	00:00:54		descarga	05:55.1	02:34.1
CCT	maniobra acomodo	01:36.6	01:36.6		Maniobra	07:14.6	01:19.4
	Descarga	00:05:12	00:03:35		2°Descarga	08:53.6	01:39.1
	Salida	00:05:31	00:00:19		Salida	09:28.9	00:35.2
	Tiempo en recorrer rampa.	00:02:03	00:02:03		Maniobra	10:39.7	01:10.8

Tabla 1: 29/oct/2014

Estudio de tiempos								
Comienzo : 11:28 Termino: 3:30 Tiempo total : 3:22			Fecha: 1/nov/2014					
			Hora (min: seg)				Hora (min: seg)	
Vehículo	Descripción del elemento	C	TR	vehículo	Descripción del elemento	C	TR	
CT	Maniobra para posiciona frente a tolva	01:03	01:03	CT	Maniobra con demora	01:55:00	01:55	
					Descarga de bultos	04:59:00	03:04	
	Descarga manual	02:34	01:31		Descarga mecánica	06:20:00	03:16	
	Descarga mecánica	03:05	01:34		Maniobra para salir de la estación	06:40:00	03:24	
	Maniobra para salir de la estación	03:46	02:12	CT	maniobra para posicionar camión recolector	00:56:00	00:56	
CL	Maniobra para posicionarse frente a la tolva	00:47	00:47		Descarga de bultos pesados	03:14:00	02:18	
	Maniobra para posicionarse frente a la tolva	00:47	00:47		Descarga mecánica	06:17:00	03:59	
	Descarga	02:25	01:38		Maniobra de salida	06:44:00	02:45	
	Maniobra para posicionarse frente a la tolva	03:00	01:22		Maniobra	00:00:53	00:53.2	
	Descarga	04:47	03:25		Descarga	00:02:29	01:35.8	
	maniobra de salida	04:58	01:33	DT	Maniobra	03:10:00	03:08	
	pago de cuota	05:04	03:31	CL	maniobra y demora	00:51:00	00:51	
R	Maniobra	00:47	00:47		descarga	01:50:00	00:59	
	descarga manual	03:15	02:28		cambio de tolva	02:13:00	01:14	
	maniobra	03:57	01:29		descarga	05:48:00	04:34	
	pago de cuota	05:04	03:35		maniobra y demora	06:10:00	01:36	
CL	maniobra	00:57	00:57	CT	maniobra y demora	00:01:19	00:01:19	
	descarga	01:54	00:57		Descarga	02:14:00	02:12	
	descarga manual	02:25	01:28		maniobra para salir de la estación	02:28:00	00:15	
	maniobra	02:50	01:22	CT	maniobra	00:00:52	00:52.5	
	descarga manual	04:21	02:59		descarga	00:06:08	05:15.5	
	Maniobra	04:55	01:56		maniobra	00:06:30	00:01	
	Maniobra	00:57	00:57					
CL	Descarga	02:41	01:44	CT	maniobra	00:57:00	00:57	
	descarga manual	03:29	01:45		descarga	02:54:00	01:57	
	Maniobra	04:40	02:55		maniobra	03:19:00	01:22	
	Descarga manual	06:20	03:25		demora	09:22:00	08:00	
	Maniobra	06:41	03:16		maniobra	09:45:00	01:45	
DT	Maniobra	00:36	00:36	DD	demora	00:01:35	00:01	
	Descarga	04:00	03:24		maniobra	00:02:03	00:00	

	Maniobra	04:47	04:47		descarga	00:04:43	00:04
					Maniobra con espera	00:12:40	00:08
CT	cola (demora)	00:50	00:50		descarga	00:15:07	00:06
	maniobra	01:19	00:29		maniobra	00:15:40	00:08
	descarga manual	02:30	02:01			00:30.0	
	maniobra	03:06	01:05	R	demora	02:51.0	03:21.0
					maniobra	03:47.0	00:56.0
					descarga manual	24:35.0	20:48.0
					maniobra	24:50.0	00:15.0

Tabla 2 : 1/nov/2014

Estudio de tiempos					
Departamento :	Patio de maniobras de la estación de transferencia Coyoacán				
Término 15:00 comienzo 11:28 tiempo transc: 03:22:00 min	Fecha :4 nov/2014 estudio de métodos núm.:1 Estudio núm. 1 Observado por : Marina Pedro				
Descripción del elemento	C	TR	Descripción del elemento	C	TR
Maniobra con demora	01:55	01:55	maniobra y demora	00:01:19	00:01:19
Descarga de bultos	04:59	03:04	descarga	02:14	02:12
Descarga mecánica	06:20	03:16	maniobra para salir de la estación	02:28	00:15
Maniobra para salir de la estación	06:40	03:24			
			Maniobra	00:52.5	00:52.5
maniobra para posicionar camión recolector	00:56	00:56	descarga	06:08.0	05:15.5
descarga de bultos pesados	03:14	02:18	maniobra	06:30	06:24
descarga mecánica	06:17	03:59			
maniobra de salida	06:44	02:45			
			maniobra	00:57	00:57
Maniobra	00:53.2	00:53.2	descarga	02:54	01:57
Descarga	02:29.0	01:35.8	maniobra	03:19	01:22
Maniobra	03:10	03:08	demora	09:22	08:00
			maniobra	09:45	01:45
maniobra y demora	00:51	00:51			
descarga	01:50	00:59			
cambio de tolva	02:13	01:14			
descarga	05:48	04:34			
maniobra y demora	06:10	01:36			

Tabla 3 : 4/nov/2014

Estudio de tiempos							
Término 15:23 Comienzo 13:19 Tiempo transc:03:22		Fecha: 6/nov					
Vehículo	Descripción del elemento	C	TR	vehículo	Descripción del elemento	C	TR
CCT	Maniobra	00:33.7	00:34.0	CT	maniobra de salida	00:20	00:20
	Bajada del operador	00:37.0	00:03.3	CT	maniobra de salida	00:20	00:20
	demora	01:13.8	00:36.8				
	maniobra	01:36.4	00:22.6	CT	maniobra entrada	00:36.2	00:36.2
	descarga	07:01.0	05:24.6		acomodo de residuos	01:10.0	00:33.8
	bajada de peón de la caja de volteo	00:07	00:18.0		descarga	05:35.0	00:04
	maniobra	08:17.0	00:58.0		maniobra salida	05:54.0	00:00
XCT	Maniobra	0:00:47		CT	maniobra de entrada	00:30.0	
	bajada de operario	00:47	0:00:47		descarga	03:12.0	
	descarga	01:09.9	00:22.9		maniobra de salida	03:50.7	
	colocar mariposa y subida del operador	03:00.3	01:50.4				
	maniobra	03:31.0	00:30.7	CT	maniobra de entrada	01:15.9	
	Limpieza de tolva	05:08.9	01:37.9		descarga manual	02:22.4	
CT	maniobra de ingreso	00:30	0:00:30		maniobra de salida	02:55.8	
	bajada de peones y movimiento de manivela	00:48	00:17.4	CT			
	Espera	02:00	00:01		Maniobra	00:01:04	01:04.1
	Maniobra para colocarse en tolva	03:31	01:31.0		Selección de materiales aprovechables		00:00:30
	Descarga	06:14	02:43		Maniobra	02:30.3	
	Maniobra de salida	06:48	00:34		descarga	03:52.0	
CT	maniobra entrada	41:61	41:61	TDT	maniobra de salida	04:23.2	
					Maniobra	00:58.0	00:26.6
	Maniobra	01:41.4	01:41.4		Descargar	02:45.0	00:24.0
	Descarga	06:35.1	00:04:54		maniobra de salida	03:22.0	00:26.5
	Salida	07:03.1	00:00:28	CT			
CV	maniobra entrada	00:27.4	00:27.4		acomodo de residuos	02:57.2	01:46.2
	Descarga manual	00:54.3	00:26.8		descarga	06:00.0	03:02.8
					maniobra	06:35.0	00:35.0
CT	Maniobra entrada	00:54	00:53.7	R			
	bajada de operario y	01:02	00:08		maniobra	01:04.0	01:04.0

	desabroche de manivela						
	Acomodo de residuos	01:27	00:25		descarga manual	00:08	06:56.0
	maniobra de acomodo	02:28	01:01		maniobra	10:45.0	02:45.0
	descarga de residuos	05:38	03:09				
	maniobra de salida	06:11	00:33	CT	maniobra	01:06	00:01:06
R		06:11			Descarga	00:06:48	00:05:42
	Maniobra de entrada	06:28	00:17	8	maniobra		
	Bajada de peón	06:50	00:22				
	maniobra	07:23	00:33				
	descarga manual	18:59	11:36				
	descanso	21:00	02:01				
	descarga	28:02	07:02				
			21:51				

Tabla 4 : 6/nov/ 201

Estudio de tiempos						
	Término :15:23 comienzo :13:19 tiempo transc:03:22:00 min			Fecha: 7/nov/ 2014		
vehículo	Descripción del elemento	C	vehículo	Descripción del elemento	C	TR
CT	Maniobra	00:00:58	DD	maniobra	08:54:00	08:54:00
	descarga	00:01:54		descarga	09:24:00	00:30:00
CL	maniobra	00:00:41		maniobra	09:25:41	00:01:41
	descarga de residuos	00:01:29		descarga	09:26:31	00:00:49
	maniobra cabio de tolva	00:02:15	CT	maniobra	00:00:32	13:21:00
	descarga de residuos	00:03:49		descarga	00:00:54	00:00:22
V	maniobra	00:01:15	CT	maniobra	00:38:00	00:38:00
	descarga	00:02:12		descarga	01:32:00	00:54:00
CT	maniobra	00:01:00				
	descarga	00:02:33	CT	maniobra	00:55:00	00:55:00
				descarga	01:53:00	00:58:00
CT	maniobra	00:01:08				
	descarga	00:01:56	DD	maniobra	00:00:52	00:00:52
				descarga	00:01:58	00:01:06
CT	maniobra	00:01:18		maniobra	00:02:30	00:01:24
	descarga	00:49:18		descarga	00:03:10	00:00:40
	maniobra	00:01:58	V	maniobra	00:00:57	00:00:57
	descarga	00:04:24		descarga	00:01:21	00:00:24
	maniobra					
			DT	maniobra	00:00:49	00:00:49
	maniobra	00:01:35		descarga	00:01:40	00:00:51
	descarga	00:02:37		Salida	00:02:53	00:01:13

Tabla 5 : 7/nov/ 2014

Estudio de tiempos							
Inicio:13:00 Fin= 17:00 Total : 4:00 hrs		Fecha : 11/nov/ 2014					
vehículo	Descripción del elemento	C	TR	Vehículo	Descripción	C	TR
CCT	maniobra posicionarse	00:02:13	00:00:47		subida de operario	00:03:33	00:00:50
	Descarga	00:02:55	00:00:42		descarga bultos grandes	00:06:20	00:02:47
	cerrar caja	00:03:09	00:00:14		cierre de caja	00:06:29	00:00:09
	carga de bolsas	00:04:18	00:01:09		salida	00:07:45	00:01:16
	maniobra segunda descarga	00:04:55	00:00:37	CCL	descarga lateral TB	00:00:52	00:00:52
	segunda descarga	00:05:58	00:01:03		limpieza e inspección	00:01:45	00:00:53
	maniobra de salida	00:06:21	00:00:23		maniobra salida	00:02:05	00:00:20
CV	maniobra para colocarse en tolva	00:00:19	00:00:19	XDD	Maniobra de entrada	00:00:50	00:00:50
	Descarga	00:01:36	00:01:17		descarga	00:01:54	00:01:04
	maniobra salida	00:01:59	00:00:23		maniobra cambio de tolva	00:03:07	00:01:13
CCT	maniobra	00:00:48	00:00:48		descarga 1	00:05:50	00:02:43
	Descarga	00:01:34	00:00:46		maniobra salida	00:06:17	00:00:27
	subida de operario a caja	00:01:48	00:00:15	CT	descarga	00:01:57	00:01:57
	maniobra para posicionarse TA	00:02:08	00:00:20		maniobra	00:02:25	00:00:28
	Acomodo de bolsas	00:03:41	00:01:33		salida	00:02:53	00:00:28
	Descarga manual inorgánicos	00:22:40	00:18:59	CL medio ciclo	Descarga orgánicos	00:01:07	00:01:07
	Maniobra salida	00:22:57	00:00:17		Inspección	00:01:32	00:00:25
CV	Maniobra	00:00:46	00:00:46		cierre y puesta de seguro	00:01:51	00:00:19
	descarga	00:02:19	00:01:33		maniobra salida	00:02:38	00:00:47
	maniobra de salida	00:02:41	00:00:22				
TT	maniobra entrada y posicionarse	00:00:50	00:00:50	CL	descarga lateral	00:01:38	00:01:38
	descarga	00:03:15	00:02:25		subida de operario	00:01:43	00:00:05
	cierre de caja (poner seguro)	00:03:50	00:00:35		maniobra salida	00:02:37	00:00:54
	Demora e inspección	00:04:38	00:00:48	CL	maniobra posicionarse	00:00:20	00:00:20
	maniobra salida	00:05:49	00:01:11		descarga 1	00:02:45	00:02:25
					posicionarse 2	00:03:05	00:00:20
	descarga lateral	00:02:30	00:02:30		descarga 2	00:05:33	00:02:28
	maniobra salida	00:03:36	00:01:06		maniobra salida	00:06:07	00:00:34
CCT	maniobra posicionarse	00:00:27	00:00:27	DT	maniobra	00:01:34	00:01:34
Descarga	descarga	00:02:05	00:01:38		demora	00:02:04	00:00:30
	limpieza de caja	00:03:01	00:00:57		quitar seguro	00:02:11	00:00:07

	salida	00:03:34	00:00:33		descarga	00:03:56	00:01:45
CT	Maniobra entrada	00:01:37	00:01:37		maniobra salida	00:04:23	00:00:27
	descarga tubular	00:06:57	00:05:20	CL			
	Poner seguro	00:07:07	00:00:10		maniobra	00:01:23	00:01:23
	maniobra salida	00:07:31	00:00:24		descarga	00:02:29	00:01:06
TCT	maniobra entrada	00:01:30	00:01:30		maniobra salida	00:04:28	00:01:59
	descarga	00:03:46	00:02:16	XDT	maniobra	00:01:26	00:01:26
	maniobra salida	00:04:18	00:00:32		descarga	00:04:31	00:03:05
CCT		00:04:21	00:00:03		maniobra	00:05:52	00:01:21
	maniobra y quitar seguro	00:04:29	00:00:08		descarga manual	00:08:11	00:02:19
	maniobra	00:04:57	00:00:28		maniobra salida	00:08:34	00:00:23
	descarga	00:06:18	00:01:21	DD	maniobra para posicionarse en tolva c	00:01:38	00:01:38
	bajar caja	00:06:31	00:00:13		descarga de residuos orgánico	00:03:04	00:03:04
	maniobra	00:06:46	00:00:15		maniobra , demora	00:08:05	00:05:01
CCL medio ciclo	Descarga	00:00:34	00:00:34		descarga	00:11:05	00:03:00
	cerrar caja	00:00:58	00:00:24	cv	maniobra posicionarse	00:01:05	00:01:05
	maniobra salida	00:01:58	00:01:00		descarga	00:01:45	00:00:40
CCT					maniobra	00:02:34	00:00:49
	Descarga	00:00:24	00:00:24		descarga	00:03:43	00:01:09
	cerrar puerta	00:01:09	00:00:45		maniobra	00:05:28	00:05:28
	maniobra salida	00:01:41	00:00:32		descarga	00:09:16	00:03:48
TCT	Maniobra entrada	00:00:54	00:00:54		maniobra	00:10:47	00:01:31
	descarga	00:02:03	00:01:09	CCT	maniobra	00:00:51	00:00:51
	maniobra salida	00:02:37	00:00:34		descarga	00:03:38	00:02:47
					maniobra	00:04:40	00:01:02

Tabla 6: 11/ nov/ 2014

Estudio de tiempos							
Término 15:00 comienzo 13:00 tiempo transc:03:22:00 min		Fecha : 12-nov-14					
vehículo	Descripción del elemento	C	TR	Vehículo	Descripción del elemento	C	TR
CCV	descarga	00:00:37	00:00:37	cv	descarga	00:00:37	00:37.4
	maniobra entrada	00:00:44	00:00:07	cv	maniobra	00:01:33	00:00:56
	descarga	00:02:11	00:01:27		descarga	00:02:53	00:01:20
CCT	maniobra salida	00:02:44	00:02:44		maniobra	00:03:31	00:00:38
CCT	maniobra entrada y demora	00:03:53	00:01:09	CCT	maniobra posicionarse frente a tolva	00:00:40	00:00:40

	descarga	00:05:32	00:01:39		descarga	00:01:51	00:01:11
	maniobra salida	00:06:18	00:00:46		maniobra salida	00:03:24	00:01:33
	descarga	00:01:22	00:01:22	CCT	maniobra entrada y posicionarse	00:00:56	00:00:56
	maniobra salida	00:01:48	00:00:26		descarga	00:04:07	00:03:11
	maniobra entrada	00:00:41	00:00:41		maniobra	00:04:48	00:00:40
	descarga	00:01:41	00:01:41	CCD	maniobra	00:00:49	00:00:49
	puesta de seguro	00:03:34	00:01:53		descarga	00:02:45	00:01:56
	maniobra y demora	00:06:57	00:03:23				
	descarga	00:09:09	00:02:12	CCT		00:04:13	00:04:13
XCT	maniobra	00:09:45	00:00:36	CCT	maniobra	00:05:57	00:01:44
	descarga	00:01:42	00:01:42		descarga	00:07:50	00:01:53
XCT	Salida	00:02:11	00:00:29	CCD	maniobra	00:08:20	00:00:30
XCT	maniobra	00:00:40	00:00:40		descarga	00:01:20	00:01:20
	descarga	00:02:17	00:01:37	CCV	maniobra salida	00:01:46	00:00:26
	maniobra	00:02:55	00:00:39		Maniobra	00:00:22	00:00:22
					Descarga manual	00:01:12	00:00:50
XCT	descarga	00:01:22	00:01:22		Descarga mecánica	00:02:05	00:00:53
	salida	00:01:46	00:00:24	CCT	maniobra salida	00:02:59	00:00:54
					maniobra	00:00:40	00:00:40
TCT	descarga	00:03:21	00:03:21		descarga manual	00:00:57	00:00:17
	maniobra	00:00:23	00:00:23		descarga mecánica	00:02:27	00:01:30
CCT	descarga	00:01:25	00:01:02	CCT	maniobra	00:03:33	00:01:06
	maniobra	00:01:52	00:00:27		maniobra	00:00:54	00:00:54
CDD	maniobra	00:00:52	00:00:52	CT	descarga	00:03:01	00:02:07
	inspección	00:01:00	00:00:08		maniobra	00:00:41	00:00:41
	maniobra	00:01:19	00:00:19		espera	00:03:00	00:02:19
	descarga	00:02:52	00:01:33		maniobra	00:04:13	00:01:13
	maniobra segunda tl	00:05:07	00:02:15		descarga	00:06:19	00:02:06
	2ºdescarga	00:08:42	00:03:34		cerrar caja	00:06:19	00:00:00
DT	descarga	00:01:55	00:01:55	DT	maniobra	00:06:59	00:00:40
DT	descarga	00:02:14	00:02:14		maniobra entrada y demora	00:01:16	00:01:16
DT	maniobra y demora	00:01:29	00:01:29		apertura de seguro	00:05:19	00:04:03
	descarga	00:02:24	00:00:55		demora		
	maniobra salida	00:02:43	00:00:19		descarga	00:02:38	00:02:38
	maniobra	00:01:15	00:01:15		limpieza y descarga manual	00:03:36	00:00:58
	descarga	00:05:16	00:04:01		maniobra	00:03:55	00:00:19

Tabla 7: 12/nov/ 2014

Estudio de tiempos							
Término 15:00 comienzo 13:00 tiempo transc:03:22:00 min		Fecha : 13/nov/ 2014					
Vehículo	Descripción del elemento	C	TR	vehículo	Descripción del elemento	C	TR
CCT	Maniobra entrada	00:01:10	00:01:10	XCT	maniobra	00:49.2	00:49.2
	Subir caja	00:02:34	00:01:24		descarga	01:41.0	00:51.8
	Descarga	00:03:24	00:49.1		maniobra	02:10.9	00:29.9
CL	Maniobra segunda descarga	00:03:07	03:06.7	XCL	maniobra	00:00:50	00:00:50
	2° descarga	00:04:50	00:01:43		descarga	00:03:20	00:02:30
	Salida	00:05:09	00:00:19		maniobra	00:03:32	00:00:12
CCT	Entrada	00:05:58	00:00:49		descarga lateral	00:05:10	00:01:38
	espera	00:06:11	00:00:13		cerrar caja	00:05:47	00:00:37
	descarga	00:08:28	00:02:17		poner seguro	00:06:07	00:00:20
	maniobra	00:10:30	00:02:02		salida	00:06:49	00:00:42
	descarga	00:12:54	00:02:24			00:06:15	
	salida	00:13:01	00:00:07	CCT	maniobra	00:06:59	00:00:44
CCT	Maniobra		00:07:52		descarga	00:09:01	00:02:02
	subida	00:13:50	00:00:49		maniobra	00:09:47	00:00:46
	descarga	00:14:10	00:00:20		descarga manual	00:11:08	00:01:21
	bajada	00:14:49	00:00:39		salida	00:11:45	00:00:37
	maniobra	00:14:57	00:00:08	CCL	espera	00:12:00	00:12:00
CCT	maniobra entrada	00:15:37	00:00:40		maniobra	00:12:20	00:00:20
	descarga		00:02:36		descarga lateral	00:13:34	00:01:14
	salida	00:01:30	00:01:30		salida	00:14:34	00:01:00
CT	Cierre caja	00:03:41	00:02:11	XCL	maniobra	00:02:25	00:02:25
CCV	Maniobra entrada	00:03:50	00:00:09		descarga	00:04:26	00:02:01
	descara	00:00:32	00:00:32		maniobra	00:05:41	00:01:15
	maniobra salida	00:00:57	00:00:57		descarga	00:07:28	00:01:46
TCT	maniobra entrada	00:02:27	00:01:30		cerrar caja	00:08:17	00:00:49
	descarga	00:02:50	00:00:23	CCD	maniobra	00:00:58	00:00:58
	salida	00:02:10	00:02:10		descarga trasera	03:02.8	02:04.8
XCT	acomodo en tolva	00:03:55	00:01:45		maniobra	03:40.0	00:37.2
	descarga	00:04:23	00:00:28	CL	maniobra	00:01:05	00:01:05
	poner seguro	00:00:37	00:00:37		descarga lateral	00:05:30	00:04:25
	maniobra	00:01:35	00:00:58		maniobra	00:06:28	00:00:58
		00:01:49	00:00:14		descarga	00:07:18	00:00:50
		00:02:39	00:00:50		maniobra salida	00:07:42	00:00:24

Tabla 8: 13 nov 2014

Estudio de tiempos							
Término 17:00:00 comienzo 13:00 tiempo transc: 4:00		Fecha : 15/ nov/ 2104					
vehículo	Descripción del elemento	C	TR	vehículo	Descripción del elemento	C	TR
CDL	descarga	00:00:38	00:00:38	CCT	maniobra	00:00:47	00:00:47
	maniobra	00:01:15	00:00:37		descarga	00:01:46	00:00:59
	descarga	00:04:37	00:03:23		maniobra	00:03:10	00:01:25
	maniobra	00:05:44	00:01:06				
	descarga	00:05:57	00:00:14	CCT	maniobra y demora	00:01:00	00:01:00
CCT	maniobra	00:01:30	00:01:30		descarga manual y mecánica	00:13:30	00:12:30
	descarga	00:09:30	00:08:00		maniobra salida	00:14:00	00:00:30
	maniobra	00:10:14	00:00:44	CCL	maniobra	00:01:05	00:01:05
CCT	maniobra	00:00:25	00:00:25		espera	00:01:38	00:00:33
t2	descarga	00:01:53	00:01:53		descarga	00:03:38	00:02:00
	maniobra salida	00:02:26	00:00:33		maniobra salida	00:03:50	00:00:12
CCL	Maniobra	00:01:10	00:01:10	CCL	maniobra y espera	00:01:07	00:01:07
	descarga 1	00:02:05	00:00:55		descarga TA	00:03:57	00:02:50
	maniobra cambio tolva	00:04:12	00:02:07		maniobra salida	00:04:48	00:00:51
	descarga 2	00:04:49	00:00:37	CCL	maniobra y espera	00:02:45	00:02:45
	maniobra	00:05:16	00:00:27		descarga	00:04:48	00:02:03
CCT	maniobra	00:01:28	00:01:28		maniobra segunda descarga	00:07:47	00:02:59
unan	descarga	00:03:29	00:02:01		descarga orgánica	00:09:51	00:02:04
	maniobra	00:04:26	00:00:57		maniobra		
CCT	maniobra y demora	00:02:34	00:02:34	CCT	Maniobra	00:01:20	00:01:20
	descarga	00:04:10	00:01:36		Descarga	00:03:14	00:01:54
	maniobra				Maniobra	00:04:39	00:01:25
TCT	maniobra entrada y demora	00:03:56	00:03:56	CCL	Descarga	00:02:27	00:02:27
	descarga	00:06:31	00:02:10		Maniobra	00:05:43	00:02:13
	maniobra salida	00:07:18	00:00:47	TDD	Descarga	00:01:53	00:01:53
CCT	maniobra entrada	00:02:03	00:02:03		Inspección	00:01:57	00:00:04
	descarga	00:03:43	00:01:40		Cierre caja	00:02:20	00:00:23
	maniobra	00:01:06	00:01:06		maniobra y espera	00:04:00	00:01:40
	descarga manual	00:05:23	00:04:17		descarga inorgánica	00:06:05	00:03:45
	maniobra			CCT	Maniobra T3	00:01:11	00:01:11
CL	maniobra	00:01:37	00:01:37		Descarga	00:02:54	00:01:43
	quitar seguro	00:01:50	00:00:13		Maniobra	00:05:01	00:02:07
	descarga l TA	00:03:18	00:01:28		Descarga T1	00:06:42	00:01:41
	maniobra	00:06:20	00:01:59	CCT	Tiempo total	00:04:05	00:04:05
	descarga lateral	00:07:12	00:00:52	TCT	Maniobra	00:00:36	00:00:36
	maniobra y poner seguro	00:07:34	00:00:23		descarga Ta	00:01:20	00:00:44
CL	maniobra	00:01:38	00:01:38		maniobra acomodo	00:03:06	00:01:46

	descarga TC	00:03:40	00:02:02		descarga CT	00:05:59	00:02:53
	maniobra	00:04:08	00:00:27		maniobra salida	00:06:11	00:00:12
CL	maniobra entrada	00:02:14	00:02:14	CV	maniobra	00:00:59	00:00:59
	descarga	00:03:50	00:01:36		descarga	00:01:13	00:00:14
	maniobra salida	00:04:27	00:00:37		maniobra	00:02:20	00:01:07
	descarga T3	00:07:56	00:02:25	TCD	descarga inorgánicos	00:00:52	00:00:52
	salida	00:08:05	00:00:09		maniobra salida	00:01:02	00:00:10
CCT	reanudación maniobras	00:00:23	00:00:23	TCT	maniobra acomodo	00:01:31	00:01:31
	descarga	00:01:34	00:01:11		descarga	00:03:29	00:01:58
	maniobra salida	00:02:32	00:00:58		maniobra	00:04:28	00:00:59
					descarga manual	00:07:21	00:02:53
CCT	Descarga	00:03:02	00:03:02		maniobra	00:07:36	00:00:15
	maniobra salida	00:03:31	00:00:29	TCT	Maniobra	00:01:06	00:01:06
TCT	maniobra entrada	00:01:24	00:01:24		Descarga	00:02:07	00:01:01
	Descarga	00:04:49	00:03:25		maniobra salida	00:02:44	00:00:37
	maniobra	00:05:25	00:00:36	XDD	Maniobra	00:01:10	00:01:10
XCD	Maniobra	00:00:57	00:00:57		Descarga TA	00:03:00	00:01:50
	Descarga	00:01:35	00:00:38		Maniobra	00:03:35	00:00:35
	maniobra	00:02:42	00:01:07		Descarga TB	00:04:59	00:01:24
	Descarga	00:04:32	00:01:49		Poner seguro y manobra salida	00:05:52	00:00:53
	maniobra	00:04:51	00:00:19	CT	maniobra y espera	00:01:16	00:01:16
XCD	maniobra entrada	00:01:24	00:01:24		Descarga T2	00:03:00	00:01:44
	Descarga	00:04:49	00:03:25		maniobra acomodo	00:04:16	00:01:16
	maniobra	00:05:25	00:00:36		descarga 2	00:06:26	00:02:10
	maniobra salida	00:02:03	00:02:03		maniobra salida	00:06:51	00:00:25
CCT	maniobra	00:00:43	00:00:43	CCT	maniobra	00:01:14	00:01:14
	descarga	00:01:56	00:01:14		Descarga	00:02:28	00:01:14
	maniobra	00:02:57	00:01:00		maniobra		
CCT	maniobra	00:01:10	00:01:10		descarga manual	00:05:56	00:05:56
	Descarga	00:04:10	00:03:00		maniobra	00:06:20	00:00:24
	maniobra	00:04:23	00:00:13				

Tabla 9: 15 nov 2014

Estudio de tiempos							
Término 17:00:00 comienzo 11:53:00 Tiempo total: 05:07:00		Fecha: 18/nov					
vehículo	Descripción del elemento	C	TR	vehículo	Descripción del elemento	c	TR
				DD	espera	00:02:21	00:00:23
CCT	Ingreso y acomodo	00:01:05	00:01:05		maniobra	00:02:44	00:04:13
	descarga orgánicos	00:04:05	00:02:59		descarga	00:06:57	00:00:20

	maniobra salida	00:04:55	00:01:56		salida	00:07:17	00:01:04
				CL	maniobra	00:01:04	00:00:43
CCT	espera para descargar	00:06:10	00:01:15		descarga	00:01:47	00:00:53
	descarga	00:09:06	00:02:56		maniobra	00:02:40	00:13:33
	maniobra salida	00:09:17	00:00:11		espera	00:16:13	00:00:23
					maniobra	00:16:36	00:01:35
TCD	maniobra entrada	00:00:53	00:00:53		descarga	00:18:11	00:00:13
	descarga TB	00:02:40	00:01:47		salida	00:18:24	00:00:45
	Maniobra cambio tolva	00:04:10	00:01:30	CCT	maniobra	00:00:45	00:02:43
	descarga TB	00:06:41	00:02:30		descarga	00:03:28	00:00:20
	maniobra salida				maniobra	00:03:48	00:01:19
		00:00:30	00:00:30		espera	00:05:07	00:00:21
CCT	maniobra entrada	00:02:56	00:02:26		maniobra	00:05:28	00:01:23
	descarga	00:05:38	00:02:42		descarga bolsas	00:06:51	
	maniobra salida	00:07:00	00:01:22		salida		
				CD	maniobra		00:03
CCT	espera	00:05:08	00:05:08		descarga 1	00:03:00	00:01
	maniobra	00:07:43	00:02:35		maniobra	00:04:00	00:03
	descarga	00:09:47	00:02:04		descarga	00:07:00	
	maniobra sal	10:01:00	09:51:13		salida		00:01:20
				TCT	maniobra	00:01:20	00:04:24
TCD	maniobra	00:01:03	00:01:03		descarga manual	00:05:44	00:04:35
	descarga 1	00:04:03	00:03:00		maniobra y demora	00:10:18	
	descarga 2	00:07:21	00:03:18		descarga inorgánicos		
	maniobra salida	00:07:49	00:00:29				00:01:15
				CV	Descarga	00:01:15	00:01:01
	descarga manual bultos	00:10:42	00:04:02		descarga 2	00:03:05	00:00:23
	maniobra	00:12:19	00:01:37		maniobra para esperar	00:03:28	
	descarga orgánicos	00:14:50	00:02:31				00:01:08
	maniobra salida	00:15:13	00:00:23	CCT	maniobra	00:01:08	00:00:50
					descarga manual	00:01:58	00:01:17
CT	maniobra entrada	00:01:24	00:01:24		maniobra	00:03:15	00:00:05
	descarga	00:02:22	00:00:58		quitar seguro	00:03:20	00:01:53
	maniobra salida	00:02:57	00:00:35		maniobra	00:05:13	00:01:57
CT	maniobra entrada y espera	00:09:30	00:09:30		descarga	00:07:10	00:00:10
	continuación maniobra	00:10:45	00:10:45		salida	00:07:20	00:00:37
	descarga	00:14:31	00:05:01			00:07:57	00:00:50
	salida	00:18:42	00:07:57	DD	maniobra	00:08:47	00:01:58
CL	espera	00:03:05			descarga basura inorgánico	00:10:45	00:02:07
	descarga	00:01:35	01:35.2		espera	00:12:52	00:06:45
	maniobra cambio de tolva	00:02:25	05:16.5		descarga 2	00:19:37	

	descarga inorgánicos	00:08:24	00:05:59	CL		00:13:55	00:00:43
	salida	00:08:57	00:00:33		maniobra	00:14:38	00:00:21
	maniobra entrada	00:00:47	00:00:47		quitar seguro	00:14:59	00:00:49
	descarga	00:03:49	00:03:02		descarga T	00:15:48	00:01:42
	salida	00:04:11	00:00:22		maniobra	00:17:30	00:25:05
TCT	maniobra entrada	00:01:17	00:01:17		demora	00:42:35	00:00:45
	descarga	00:03:49	00:02:32		maniobra	00:43:20	00:00:59
	salida	00:04:23	00:00:34		descarga lateral	00:44:19	00:02:54
CDL	maniobra	00:01:11	00:01:11		maniobra	00:47:13	
	descarga orgánicos	00:02:04	00:00:53				
	maniobra y limpieza	00:02:38	00:00:34			00:05:12	00:01:46
	cierre de caja	00:02:50	00:00:12	CL	maniobra	00:06:58	00:00:12
	salida	00:03:27	00:00:37		quitar seguro	00:07:10	00:01:20
DV	maniobra	00:01:10	00:01:10		descarga	00:08:30	00:01:43
	descarga	00:01:50	00:00:40		maniobra	00:10:13	00:19:56
	maniobra	00:02:40	00:00:50		demora	00:30:09	00:01:08
CCD	maniobra	00:01:27	00:01:27		segunda descarga	00:31:17	00:00:53
	descarga orgánicos	00:03:36	00:02:09		salida	00:32:10	00:18:20
	maniobra	00:05:26	00:01:50			00:18:20	00:00:56
TCT	maniobra	00:01:20	00:01:20	CCT	maniobra	00:19:16	00:03:19
	descarga	00:03:30	00:02:10		descarga manual	00:22:35	00:01:17
	maniobra	00:03:50	00:00:20		maniobra	00:23:52	00:10:03
V	maniobra entrada	00:02:09	00:02:09		demora	00:33:55	00:01:08
	descarga	00:06:17	00:04:08		maniobra	00:35:03	00:02:08
	salida	00:06:37	00:00:20		descarga	00:37:11	
TCT	maniobra entrada	00:01:21	00:01:21			00:19:46	00:01:26
	descarga en TC	00:05:01	00:03:40	CCT	maniobra	00:21:12	00:00:52
	maniobra cambio de tolva	00:06:52	00:01:51		descarga	00:22:04	00:00:54
	descarga de bultos	00:07:22	00:00:30	a	salida	00:22:58	00:01:02
	maniobra salida	00:07:31	00:00:09	CL	maniobra	00:01:02	00:00:57
TCT	Maniobra	00:01:21	00:01:21		descarga	00:01:59	00:01:41
	quitar seguro	00:04:47	00:03:26		maniobra	00:03:40	00:02:27
	maniobra	00:06:30	00:01:43		descarga L	00:06:07	00:00:21
	descarga	00:09:08	00:02:39		salida	00:06:28	

Tabla 10: 18/nov/201

Relación entre horas pico y falta de cajas de transferencia

La hora en la que se terminan las caja de transferencia se encuentra en un intervalo entre 1 y 6 pm. Durante los periodos que hay ausencia de cajas se forman los encolamientos, fuera de la estación. En la tabla se observa que el periodo más largo sin servicio de cajas fue de 2:30 horas, esta ausencia de cajas ocurrió entre las 12:52 pm y las 14:55 pm. Durante este periodo los vehículos de descarga lateral y doble descarga permanecieron dentro de la estación con el motor apagado

Durante este periodo el personal de la estación aprovecha para comer o descansar. Algunos horarios observados fueron los siguientes:

Hora de falta de caja de transferencia	Llegadas	Tiempo sin caja
12:52:00	14:55	02:03:00
13:23:00	13:34	00:11:00
13:48:00	13:55	00:07:00
13:42:00	14:00	00:18:00
14:00:00	14:31	00:31:00
13:46:00	14:56	01:10:00
14:50:00	15:18	00:28:00
14:58:00	15:36	00:38:00
15:30:00	15:44	00:14:00
15:37:00	16:09	00:32:00
15:40:00	16:23	00:43:00
15:53:00	16:34	00:41:00
16:00:00	18:30	01:30:00

7. Bibliografía

- (s.f.). Recuperado el octubre de 2014, de <https://www.google.com/maps/d/viewer?msa=0&mid=zjQc6wjcorqU.khdGfN-9c4kw>
- Transparencia del DF. (2013). Portal del desarrollo por la coordinación General de Modernización Administrativa. Recuperado el septiembre de 2014, de ¿Que problemas ambientales trae consigo la generación de basura?
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal, V Legislatura. (13 de enero de 2000). Ley Ambiental del Distrito Federal.
- Ayala Hernández, C. B. (s.f.). Análisis de la evolución de la gestión de los residuos sólidos urbanos en el Distrito Federal 1980- 1998.
- Bolio, L. (2012). Apuntes de estudio del trabajo. D.F., México.
- Dirección Técnica de Servicios Urbanos. (s.f.).
- EPA. (s.f.). Waste Transfer Stations, A manual for decision - making.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal. (13 de septiembre de 2010). Gaceta Oficial del Distrito Federal. Décima séptima época No. 925. (C. d. México, Ed.) México, DF.
- García Criollo, R. (2005). Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Mc Graw-Hill Interamericana.
- Gobierno del Distrito Federal. (1 de octubre de 2004). Gaceta Oficial del Distrito Federal. Décima Cuarta Época No.101 Bis. México, DF.
- Gobierno del DF, Secretaria de medio ambiente, Dirección General de Planeación y Coordinación de Obras Públicas. (Junio de 2008). Curso-Taller de capacitación para inspectores ambientales nuevo ingreso. Distrito Federal, México.
- INEGI. (10 de abril de 2013). Estadística Básica sobre el Medio Ambiente, Datos del Distrito Federal. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, págs. 4-5.
- Ing. Cano Díaz, G. (noviembre de 2005). Reducción de Tiempos de Espera de los Vehículos Recolectores de RSU en la Ciudad de México.
- INNEC. (1996). Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas. Distrito Federal.
- Jiménez Peña, A. (1999). Marco Legal Aplicable a los residuos sólidos y la restauración de suelos contaminados en México. Recuperado el octubre de 2014, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/133/marco.html>:
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/133/marco.html>
- Jiménez Peña, A. (1999). Marco Legal Aplicable a los residuos sólidos y la restauración de suelos contaminados en México. Recuperado el octubre de 2014, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/133/marco.html>:
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/133/marco.html>
- Lourdes, B. (2012). Apuntes de estudio del trabajo. D.F., México.
- Mejía, F. (14 de junio de 2014). Camiones chatarra recogen basura del DF. Milenio.

Metrópolis. (s.f.). El universal.

Metrópolis. (3 de marzo de 2011). Establecen días para recolección de basura. El universal.

Niebel. (s.f.). Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos.

Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (OIT). (2011). Introducción al estudio del trabajo (Cuarta ed.). México: LIMUSA.

Portal Latinoamericano de Residuos Sólidos. (2 de agosto de 2012). México: Estancan en depósitos basura y malos olores. Girasol.

Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos de México. (2004).

Robles, J. (17 de enero de 2012). Ixtapaluca da al DF "respiro" en basura. El Universal.

Secretaría de Obras y Servicios, D. G. (2009).

SEDEMA. (Junio de 2008). Juntos pero no revueltos, ¿Cómo y porque separar la basura? Distrito Federal, México.

SEDEMA. (2012). Inventario de Residuos Sólidos, Anexos.

SEDEMA. (2012). Inventario de Residuos Sólidos, Anexos.

SEDEMA. (2012). Inventario de residuos sólidos, Delegaciones.

SEDEMA. (2013). Inventario de Residuos Sólidos. DF, México.

SEDESOL. (s.f.). Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales.

SEDESOL. (s.f.). Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales.

SEMARNAT, Cap. 7 Residuos. (2012). Informe de la situación del medio ambiente en México. Recuperado el 12 de Enero de 2015, de http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/07_residuos/cap7_1.html

SEMARNAT, Secretaría de Fomento y Normatividad Ambiental. (s.f.). Recuperado el noviembre de 2014, de <http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/apoyosysubsidios/residuos/lineamientos-residuos-2015.pdf>

(s.f.). Manual de Estudio de tiempos de los trabajadores Erie de la General Electric Company. En A. Shaw.

W.K, H. (2001). Manual del Ingeniero Industrial. México: Mc Graw Hill.

FUENTES DE IMÁGENES DE INTERNET

<http://www.informador.com.mx/jalisco/2010/243754/6/ecologia-de-zapopan-trabaja-por-unas-fiestas-de-octubre-sustentables.htm>

<http://www.maraka.me/?p=759>

<https://ciudadpedestre.wordpress.com/2009/07/19/sea-imbecil-separe-la-basura/>

<http://nicanmopohua-pantitlan.blogspot.mx/2014/03/camiones-recolectores-de-basura-de-la.html>

<http://www.eluniversaldf.mx/milpaalta/nota41101.html>

http://fotos.eluniversal.com.mx/coleccion/muestra_fotogaleria.html?idgal=11018

<http://www.agu.df.gob.mx/sintesis/index.php/el-gdf-prioriza-manejo-de-basura/>

<http://noticias.masverdedigital.com/2012/mexico-cierran-uno-de-los-basureros-mas-grandes-del-mundo/>

<http://www.recicladodecables.com/page9/page9.html>

http://fotos.eluniversal.com.mx/web_img/fotogaleria/basura4_yadin.jpg

<http://slideplayer.es/slide/1550285/>

<http://www.agroterra.com/p/trituradoras-de-restos-de-poda-desde-huesca-3021847/3021847>

Sitio <http://noticias-ambientales-cordoba.blogspot.mx/2010/08/basura-o-en-tren-o-enfardada.html>

<http://noticias-ambientales-cordoba.blogspot.mx/2010/08/basura-o-en-tren-o-enfardada.html>

<http://www.informador.com.mx/tecnologia/2010/189727/6/unam-estudia-producir-biogas-con-basura.htm>

<https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:and9gcsujfjte7otyvdg3yy6jzkleh5ku87m5ffoitf8ppr9fb5bc4d>

<http://www.mrw.co.uk/home/maximum-payload/8628188.article>

<http://ammz9517.blogspot.mx/>